

УДК 550:551.7

А.Е.КУЛИНКОВИЧ

СПИРАЛЬНАЯ СТРУКТУРА ГЕОЛОГИЧЕСКОГО ВРЕМЕНИ И ОГРАНИЧЕНИЯ НА ПРИНЦИП АКТУАЛИЗМА

Предлагается модель геологического времени, представленная в виде системы винтовых линий, причем в каждой из них радиус цилиндрической поверхности и шаг определяются периодом цикличности. Показано, что спиральная структура геологического времени накладывает естественные ограничения на область применения принципа актуализма.

Геологическое время

Время может быть измерено с помощью некоторого периодического процесса. В зависимости от того, какой конкретно процесс используется для измерения, различают виды времени. Для определения геологического времени применяют данные геологических исследований. При этом могут быть использованы два подхода. Один способ предполагает наличие однородного процесса убывания или накопления вещества, который может быть проградуирован в терминах внешнего циклического процесса (например, годового цикла). Это так называемые «методы песчаных часов» [1], главным представителем которого является радиоизотопный метод. Другой способ предполагает использование циклического геологического процесса и фиксирует геологические события, приуроченные к определенной фазе цикла. Методы этого типа будем называть «методами курантов». Как видим, в каждом методе определения времени прямо (метод курантов) или косвенно (метод песчаных часов) используется циклический процесс.

Это позволяет представить геологическое время в виде винтовой линии (рис.1), при этом радиус цилиндрической поверхности и шаг (расстояние между соседними витками по образующей цилиндра) удобно принять равными периоду геочикла. Точки, расположенные по образующей цилиндра, будем называть изофазной сетью (рис.1).

Геологические цикличности образуют системы. Так, наиболее интересны системы с отношением периодов близких ритмов как 1:2 или 1:3. Образование таких систем обусловлено резонансными связями. Как правило, это системы цикличностей, образующие два двоичных ряда (с расстоянием в октаву между соседними ритмами), которые смещены по отношению друг другу как кварта и квинта. Системы геологических циклов существенно усложняют модель геологического времени, которая должна в этом случае представлять

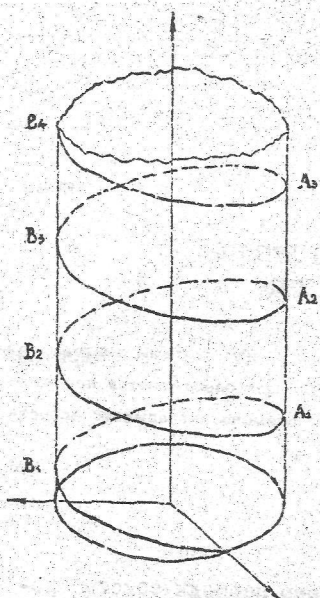


Рис.1. Винтовая линия -
образ геологического време-
ни

$A_1, A_2, A_3, \dots (B_1, B_2, B_3, \dots)$ -
изофазные события

систему вложенных друг в друга винтовых линий. Чем большей высокочастотностью характеризуется ритм, тем меньше радиус и шаг винтовой линии. В пределе для „сверхвысокочастотного“ ритма винтовая линия вырождается в прямую линию. Эту линию можно назвать п р е д е л ь н о й осью геологического времени.

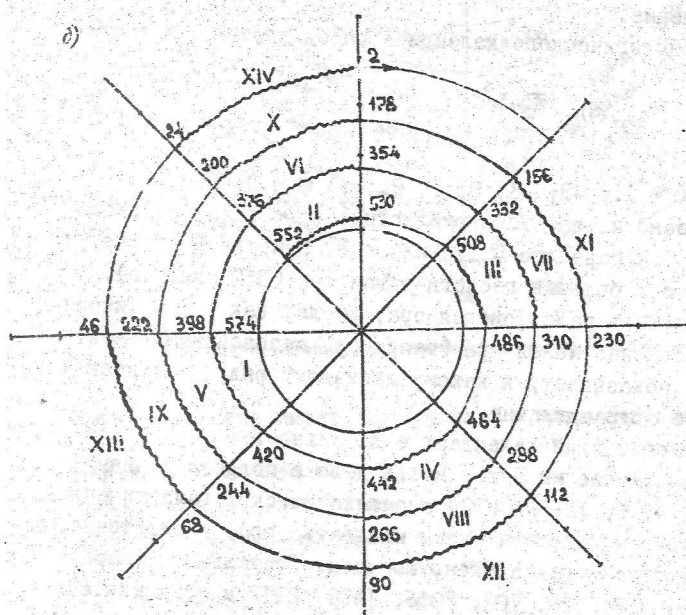
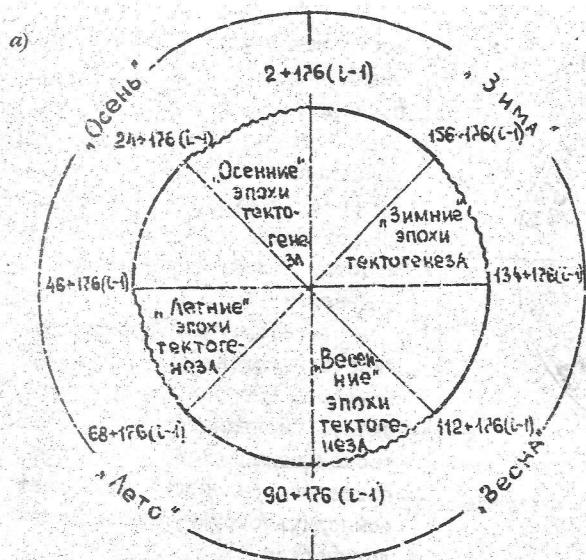
Каждый цикл представляет собой последова-
тельность определенных фаз. Проецируя виток
спирали геологического времени на плоскость,
перпендикулярную предельной оси геологическо-
го времени, мы получаем образ замкнутого геоло-
гического времени. Проецируя цилиндрическую
поверхность винтовой линии на часть плоскости,
неходящую за пределами окружности замкнутого
геологического времени, мы получаем изображе-
ние винтовой линии в виде плоской спирали, что
часто бывает очень наглядно. Можно построить
модель замкнутого геологического времени для
тектонической эры - аномалистического галакти-
ческого года (рис.2,а). Для каждого сезона га-
лактического года характерна определенная эпо-
ха тектогенеза, обладающая своей спецификой
(„летняя“ эпоха тектогенеза - самая сильная,
а, напротив, „весенняя“ - самая слабая [2]).

Развертка геологического времени в виде плоской спирали (рис.2,б) отра-
жает последовательность смены эпох тектогенеза позднего докембрия и фане-
розоя. Иногда удобно для наглядности плоскую спираль представлять в виде
последовательности замкнутых колец (рис.3).

Спиральная модель времени и натуральный геохронологический календарь

Каждая винтовая линия спиральной модели геологического времени отра-
жает природный регулярный процесс, вызвавший определенные события на на-
шей планете. Система таких взаимосвязанных процессов приводит к появлению
в геологической истории многоуровневых ансамблей событий.

Очень важно, что резонансные связи между геоциклическостями разных ран-
гов приводят к установлению определенных соотношений не только между пе-
риодами, но и между фазами. Последнее означает, что циклическости разных по-
рядков „вкладываются“ друг в друга. Наличие резонансно-связанной (как по
периодам, так и по фазам) системы геоциклическостей означает, что ось геоло-
гического времени объективно расквантована. А это открывает возможности
для построения геохронологического календаря. Проблема была поставлена еще
в 1956 г. Г.Ф.Лунгерсгаузенем, который писал [4], что установление зависи-



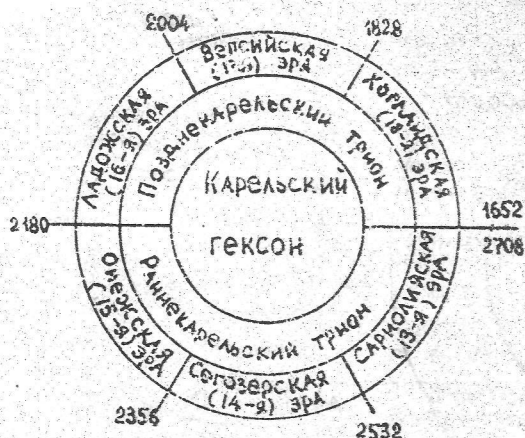


Рис.3. Структура эр карелии. Даты в миллионах лет

мости между критическими событиями в истории Земли и закономерностями космического порядка, подтвержденной дальнейшими исследованиями, обязателен к пересмотру существующей геохронологической шкалы и к разработке новой, более рациональной ее системы.

Заметим, что геохронологический календарь не призван заменить геохронологическую шкалу. Он является ее теоретической асимптотой, идеальным пределом. Календарь позволяет осмыслить структуру геохронологической шкалы, наметить

пути ее совершенствования, но шкала как сводка эмпирических данных всегда будет сохранять свое значение.

Подразделения геохронологического календаря определяются соотношением

$$T_k^{(s)} = \frac{T_0 \cdot 3^s}{2^k}, \quad (1)$$

где $T_0 = 704$ млн.лет; $k = \dots -2; -1; 0; 1; 2 \dots$; $s = 0; 1$.

Выражение (1) построено на оценке аномалистического галактического года (геологической эры) П.П.Паренного - 176 млн.лет. Нумерация рангов выбрана таким образом, чтобы большая геологическая эра (352 млн.лет), примером которой может служить палеозойская эра, имела, как у С.В.Тихомирова [5], ранг I. Соответственно малая эра (например, мезозойская) имеет ранг 2. Переключатель s показывает, к какому двоичному ряду относится данное геохронологическое подразделение.

Рассмотрим геохронологический календарь с детальностью не дробнее геологической эры. В этом случае мы будем иметь дело с подразделениями, длительностью в 1, 2, 3, 4, 6, 12, 16 и 24 аномалистических галактических года (АГГ). Соответствующие мегакванты будем называть: эра, дион, трион, тетрон, гексон, сктон, додекон, гексадекон, космогон. Длительность перечисленных мегаквантов - 176, 352, 528, 704, 1056, 1408, 2112 и 4224 млн.солнечных лет.

За начало отсчета галактического геохронологического календаря принята дата 4220 млн.лет - условная дата образования протоСолнца, согласующаяся с известной оценкой возраста Солнца.

Поскольку мегакванты образуют два двоичных ряда: 2, 4, 8, 16 АГГ и 3, 6, 12, 24 АГГ, - следует рассматривать два независимых календаря - дион-календарь и трион-календарь, вместе составляющие дуальный геохронологический календарь (рис.4, 5).

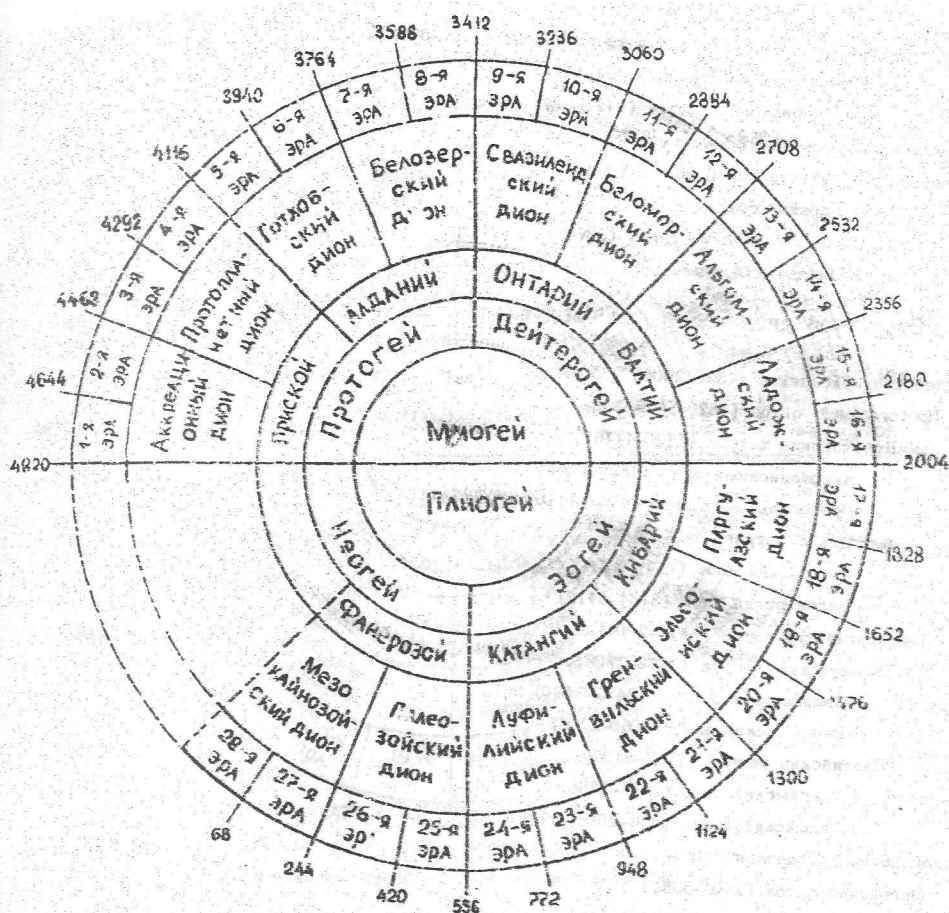


Рис.4. Диск-календарь геологической истории. Даты в миллионах лет

Трисон-календарь имеет вид (даты - в миллионах лет):

Докембрийский космеон (4820-596)

Криптозойский додекон (4820-2708)

Катархейский (саамский) гексон (4820-3764)

Рангскаатархейский трисон (4820-4292)

Позднелатархейский трисон (4292-3764)

Архейский (кенорайский) гексон (3764-2708)

Раннеархейский трисон (3764-3236)

Позднеархейский трисон (3236-2708)

Протерозойский додекон (2708-596)

Карельский (раннепротерозойский) гексон (2708-1652)

Раннекарельский трисон (2708-2180)

Позднекарельский трисон (2180-1652)

Рифейский (позднепротерозойский) геосон (652-596)
 Раннерифейский трион (1852-1124)
 Позднерифейский трион (1124-596)
 Фанерозойский космосон (596-...)
 Фанерозойский додекон (596-...)
 Фанерозойский геосон (596-...)
 Мезопалеозойский трион (596-68)
 Кайнозойский трион (68-...)

Структура дион-календаря следующая:

Многосонный гексадекон (4820-2004)
 Протогеосонный октон (4820-3412)
 Пряжский тетрон (4820-4116)
 Аккреационный дион (4820-4468)
 Протопланетный дион (4468-4116)
 Алданский тетрон (4116-3412)
 Готхобский дион (4116-3764)
 Белозерский дион (3764-3412)
 Дейтеросонный октон (3412-2004)
 Онтарийский тетрон (3412-2708)
 Свазилендский дион (3412-3060)
 Беломорский дион (3060-2708)
 Балтийский тетрон (2708-2004)
 Алягамский дион (2708-2356)
 Ладоский дион (2356-2004)
 Плиосонный гексадекон (2004-...)
 Эсгейский октон (2004-596)
 Кибарский тетрон (2004-1300)
 Паргуазский дион (2004-1852)
 Эльсонский дион (1852-1300)
 Катангский тетрон (1300-596)
 Гренвилльский дион (1300-948)
 Луфилийский дион (948-596)
 Неосонный октон (596-...)
 Фанерозойский тетрон (596-...)
 Палеозойский дион (596-68)
 Мезокайнозойский дион (68-...)

Границы эр у обоих календарей одинаковы, млн. лет: 4820, 4644, 4468, 4292, 4116, 3940, 3764, 3588, 3412, 3236, 3060, 2884, 2708, 2532, 2356, 2180, 2004, 1828, 1652, 1478, 1300, 1124, 948, 772, 596, 420, 244, 68. Всего в геологической истории (точнее - в истории Солнечной системы) было 27 эр. Последняя, 28-я, кайнозойская, продолжается.

Каждый календарь определяется своей совокупностью геологических событий. Наложение двух регулярных последовательностей создает кажущуюся

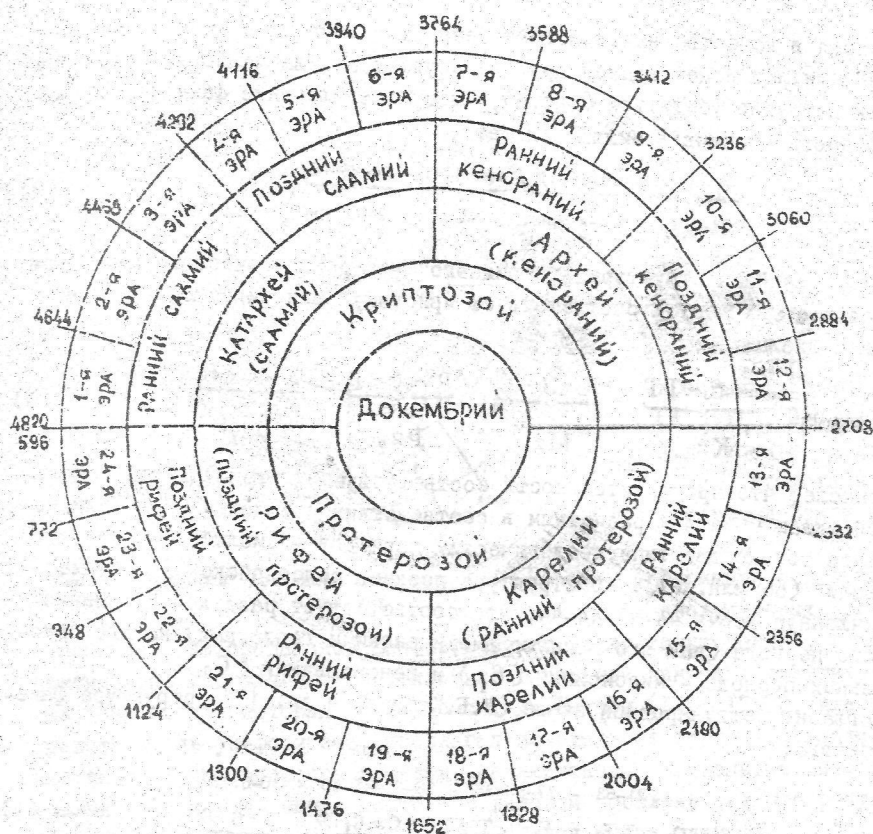


Рис. 5. Трися-календарь докембрия. Даты в миллионах лет

иррегулярность (эффект Велимира Хлебникова). Отметим расчетные даты событий, отраженных дуальным календарем, млн. лет: диастрофизмы различных порядков – готхобский (4116), саамский (3764), белингвийский (3412), свазилендский (3236), барбертонский (3060), кеморанский (2708), селецкий (2356), ладожский (2180), карельский (2004), выборгский (1652), кибарский (1300), гренивильский (1124); биоисторические разрывы – предфанерозойский (596), пермское (предмезозойское) вымирание – 244, меловая (предкайнозойская) катастрофа в биосфере (68).

Структура геохронологической шкалы фанерозоя

Геохронологический календарь может быть продолжен и в область макроциклов – геоциклических с периодами в доли галактического года. Двоичные ряды макроквантов в этом случае составляют 132; 66, ... млн. лет и 88; 44, ... млн. лет.

Выбирая в качестве начального рубежа расчетную дату начала фанерозоя - 596 млн. лет и накладывая друг на друга оба ряда макроквантов, получаем, как нетрудно убедиться (рис.6), следующее членение фанерозоя (продолжительность квантов в миллионах лет):

$$\underbrace{44-88-88}_{27\text{-я эра}} - \underbrace{88-66-44}_{26\text{-я эра}} - \underbrace{44-88-44}_{25\text{-я эра}} - \underbrace{44-66-86}_{24\text{-я эра}}. \quad (2)$$

Как видим, стройная структура "гибридного" геохронологического календаря фанерозоя в общих чертах соответствует "рисунку" эмпирической геохронологической шкалы:

$$\begin{array}{cccc} \underbrace{? - Q - TT} & \underbrace{K - J - T} & \underbrace{P - C - D} & \underbrace{S - O - E} \\ Kz & Mz & Pz_2 & Pz_1 \end{array} \quad (3)$$

в том смысле, что продолжительности соответствующих периодов геохронологической шкалы близки к расчетным в соответствии с моделью (2). Если использовать только два типа геологических периодов - "малый" (44 млн. лет) и "большой" (66 млн. лет), то структура поздней палеозойской эры примет четырехчленную форму 44-44-44-44, что соответствует разделению каменноугольного периода (как это принято американскими геологами) на два самостоятельных периода - миссисипий (C_1) и пенсильваний (C_2).

Согласно международной шкале (У.Б.Харленд и др. [7]) структура фанерозоя такова:

$$\begin{array}{cccc} (... 2)-63 & - & 77-69-35 & - & 38-34-40-48 & - & 30-67-85 \\ \underbrace{Q - TT} & \underbrace{K - J - T} & \underbrace{P - C_1 C_2 - D} & \underbrace{S - O - E} \\ Kz & Mz & Pz_2 & Pz_1 \end{array} \quad (4)$$

Близость схем (4) и (2) не вызывает сомнения. Отклонения сравнительно небольшие и могут быть вызваны случайными, как субъективными (неудачный выбор прототипа временного рубежа, трудности достоверной корреляции отложений, ошибки в определении абсолютного возраста и др.), так и объективными (нестрогая регулярность в наступлении ключевых геологических событий) факторами. Не исключено, что со временем значительная часть этих отклонений может быть снята.

Названия периодов на рис.6 взяты в кавычки, поскольку реальные периоды в современной геохронологической шкале не точно соответствуют модельным.

Спиральная структура времени и принцип актуализма

Принцип актуализма (униформизма) играет существенную роль в методологии геологических исследований. Афоризм Ч.Лайеля (1797-1875): "Настоящее - ключ к прошлому", - в явном или неявном виде сплошь и рядом лежит в основе многочисленных работ. Между тем применение этого принципа в силу

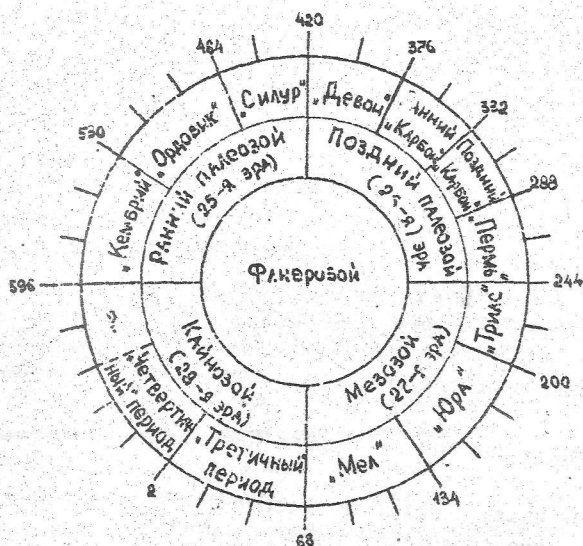


Рис.6. „Гибридный“ календарь фанерозоя. Даты в миллионах лет

„спиральности“ геологического времени весьма ограничено. Напомним, что термин „униформизм“, равно как и противоположный ему термин „катастрофизм“, был впервые употреблен кембриджским профессором Уильямом Вевелем (1794-1866) для характеристики двух школ в геологической науке, сложившихся к тому времени. „Катастрофисты“ (Ж.Кювье, Эли де Бомон, А.д. Орбиньи, А.Броньяр и др.) допускали наличие в истории Земли революционных переворотов, униформисты придерживались эволюционных взглядов и

стремились, не предлагая фантастическим, с их точки зрения, гипотезам, максимально использовать накопленные геологией данные о текущих процессах, свидетелем которых мы являемся. Дж.Геттон (1726-1797), классический представитель униформизма, предлагал исходить из того, что наблюдаемые в настоящее время процессы эрозии, седиментации, вулканизма, изменения уровня моря и т.д. имели место и в далеком прошлом, так что результаты их изучения являются важным для понимания жизни планеты.

Перипетии борьбы двух школ изложены в книге Э.Хеллема [6]. Вопрос состоит в том, являются ли взгляды двух школ несовместимыми, так что становясь на точку зрения одной из них, мы автоматически должны отвергать подходы другой или же есть база для синтеза этих двух направлений. Рецидивы борьбы двух школ сохранились до настоящего времени, так, еще можно встретить употребления иронических терминов типа „неокатастрофизм“ [9].

Отметим, что при выработке методологии геологических исследований с самого начала конкурировали три восходящих к античности концепции: платоновский катастрофизм, аристотелевский стационарный мир и стоическое учение о циклическом космосе [8]. Последнее направление и является основой для синтеза, казалось бы, альтернативных подходов - актуализма и катастрофизма. Действительно, если в основе геологической истории лежат циклические процессы, т.е. если геологическое время соответствует спиральной модели, то в определенные фазы того или иного цикла могут наступать весьма специфические условия, приводящие к контрастным событиям на планете (диастрофизмы, бисисторические разрывы и т.п.). В то же время эти события (катастрофы) не случайны, а закономерно повторяются во времени. Образующая цилиндрической поверхности, по которой закручивается винтовая линия, пере-

секает последние в точках, которые образуют изофазную сеть события (см. рис. I). Перенесение условий, характерных для определенной фазы цикла, на моменты геологического времени, соответствующие другой фазе, — типичная ошибка исследователей, рождающаяся в русле «принципа актуализма». Если настоящее время приходится на относительно «спокойную» фазу того или иного цикла, то невольно — в духе «бритвы Оккама» или ньютоновского «Гипотез не измышляя» — геолог делает конформистский вывод о том, что и в прошлом было всегда «спокойно», в то время как в действительности было совсем не так.

Таким образом, актуализм и катастрофизм естественно синтезируются в рамках циклического подхода. Необходимо только подчеркнуть, что корректное применение принципа актуализма предполагает учет спиральности геологического времени:

- 1) изучение и использование аналогий в пределах изофазной сети событий;
- 2) изучение характеристик цикла в целом на достаточно продолжительном отрезке времени, т.е. исследование последовательной смены фаз в циклическом процессе (в работе [3] такое направление исследований названо гессезонологией). В этом случае перенос выводов в прошлое делается на основе знания закономерностей смены фаз в пределах цикла.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Афанасьев С.Л. Геохронологическая шкала фанерозоя и проблема геологического времени. М.: Недра, 1987.
2. Куликкович А.Е. О теоретическом каноне эпох тектогенеза фанерозоя и позднего докембрия // Геофиз. ж. 1982. № 5.
3. Куликкович А.Е. Периодический закон исторической геологии // История и методология геологических наук. Киев: Наукова думка, 1985.
4. Лунгерсгаузен Г.Ф. Периодичность в изменении климата прошлых эпох и некоторые проблемы геохронологии // ДАН СССР. 1956. Т. 108. № 4.
5. Тихомиров С.В. Этапы осадконакопления девона Русской платформы. М.: Недра, 1967.
6. Хэллем Э. Великие геологические споры. М.: Мир, 1985.
7. Шкала геологического времени / У.Б.Харленд, А.В.Фокс, П.Г.Ллевелли и др.: Пер. с англ. М.: Мир, 1985.
8. Carry C.W. Theories of the Earth and Universe. Stanford. California. 1988.
9. Schindewolf O // Zeitsch. Deutsch. Geol. Ges., 1963. Bd. 144. H2. S. 430-445.