Записки Санкт-Петербургского ордена Ленина, ордена Октябрьской Революции и ордена Трудового Красного Знамени горного института им. Г.В.Плеханова
1992. Т. 134

УДК 551.7:550.93

Ю.А.ЗАКОЛДАЕВ

ГАЛАКТИЧЕСКИЙ ГОД И ГЛОБАЛЬНЫЕ ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ЦИКЛЫ

На основе методов статистического и комбинаторного анализа более 70 эмпирических геохронометрических шкал фанерозоя с большой достоверностью выявлены циклические закономерности, позволившие вычислить параметры галактической орбиты Солнечной системы, рассмотреть связь общепланетарных геологических процессов с положением Солнечной системы на галактической орбите, построить глобальную теоретическую шкалу фанерозоя, подразделенную до веков и сочетаний веков.

В геологии, как и в любой другой естественно-исторической науке, проблема времени занимает центральное место. Для характеристики длительности и установления одновременности, последовательности и повторяемости геологических событий необходима шкала геологического времени. Такая шкала была создана в виде шкалы относительного геологического времени благодаря значительным усилиям стратиграфов всего мира на протяжении почти двух столетий. Она носит событийный характер.

В начале нашего века, после разработки радиометрических методов определения возраста горных пород, появилась возможность для создания геохронометрических шкал, в которых возраст стратиграфических подразделений датируется в астрономических единицах времени. В настоящее время существует около 100 вариантов эмпирических геохронометрических шкал, которые геологи используют как в теоретических построениях, так и в своей повседневной практической деятельности. Отсутствие унификации шкал геологического времени свидетельствует о затруднениях, связанных с точной оценкой возраста практически всех границ геологических периодов фанерозоя, начиная от кембрия до неогена включительно.

Известный французский исследователь Ж.С.Одэн указал на четыре типа источников ошибок, возникающих при датировании геологических события. Ошибки стратиграфического характера появляются при неопределенности связи между магматическими породами, по которым радиоизотопными методами определяется абсолютный возраст, и палеонтологическим датированием осадочных пород. Ошибки генетического характера происходят из-за неточных определений начала отсчета времени образования пород. Историческая неопределенность связана с неоднозначным изменением образцов с момента их образования. Аналитическая неопределенность вызвана расхождением датировок, полученных при использовании разных радиоизотопных методов [12]. Неопределенности при абсолютном датировании стратиграфических подразделений также связывают с не-

достаточным количеством датировок опорных точек и плохим их качеством. Тем не менее, усреднение возраста нижних границ геологических периодов достаточно большого числа геохронометрических шкал дает практически идентичные результаты, которые не зависят от числа шкал (табл.I). Дисперсия σ равна $\pm 1,5$ млн.лет.

Таблица 1

Определение средних значений возраста нижних границ (в числителе) и длительности геологических периодов фанерозоя (в знаменателе) при использовании разного числа геохронометрических шкал, млн.лет

Период	Число эмпирических геохронометрических шкал			Теоретическая шкала
	18 [2]	43 [3]	71	
Палеоген	67,0/-	67/-	65,8/-	66/-
Мел	136,0/69,0	137/70	136,5/70,7	136/70
Юра	192,5/56,5	194/57	194,2/57,7	192/56
Триас	232,0/39,5	233/39	232,7/38,5	227/35
Пермь	282,0/50,0	283/50	281,9/49,2	285/58
Карбон	349,0/67,0	350/67	349,2/67,3	353/70
Девон	404,5/55,5	405/55	403,5/54,3	408/56
Силур	439,0/34,5	439/34	437,1/33.6	444/35
Ордовик	501,5/62,5	500/61	498,7/61,6	500/56
Кембрий	573,5/72,0	574/74	573,0/74,3	570/70

При рассмотрении усредненных эмпирических шкал фанерозоя бросается в глаза разная продолжительность геологических периодов: длинные и короткие периоды повторяются через три периода, а средние - отделяют длинные геологические периоды от коротких. В работе [2] в результате использования четырех статистических критериев (Стьюдента, Фишера, χ^2 и критерия оптимальной согласованности) при исследовании расхождения в возрасте нижних границ геологических периодов было установлено, что во временной шкале фанерозоя достаточно отчетливо выделяются циклы продолжительностью T = = 217 млн.лет, состоящие из любых четырех последовательно сменяющих друг друга геологических периодов разной длительности, млн.лет: T_1 = 35, T_2 = = 56, T_3 = 70 и T_4 = 56. На основе этой закономерности была получена теоретическая шкала фанерозоя, разделенная на геологические периоды. Эта шкала приводится в последней графе табл.I. Для более полного использования методов математической статистики и комбинаторики можно шире сформулировать свойства цикличности, заключенные в геохронометрической шкале: сумма длительностей любого короткого $T_1(S,T)$, любых двух средних - $T_2(D,J)$ или $T_4(O,P)$ и любого длинного $T_3(\epsilon,C,K)$ геологических периодов фанерозоя есть величина постоянная и равная 217 млн.лет. На рис.I представлены некоторые наиболее важные результаты статистического анализа.

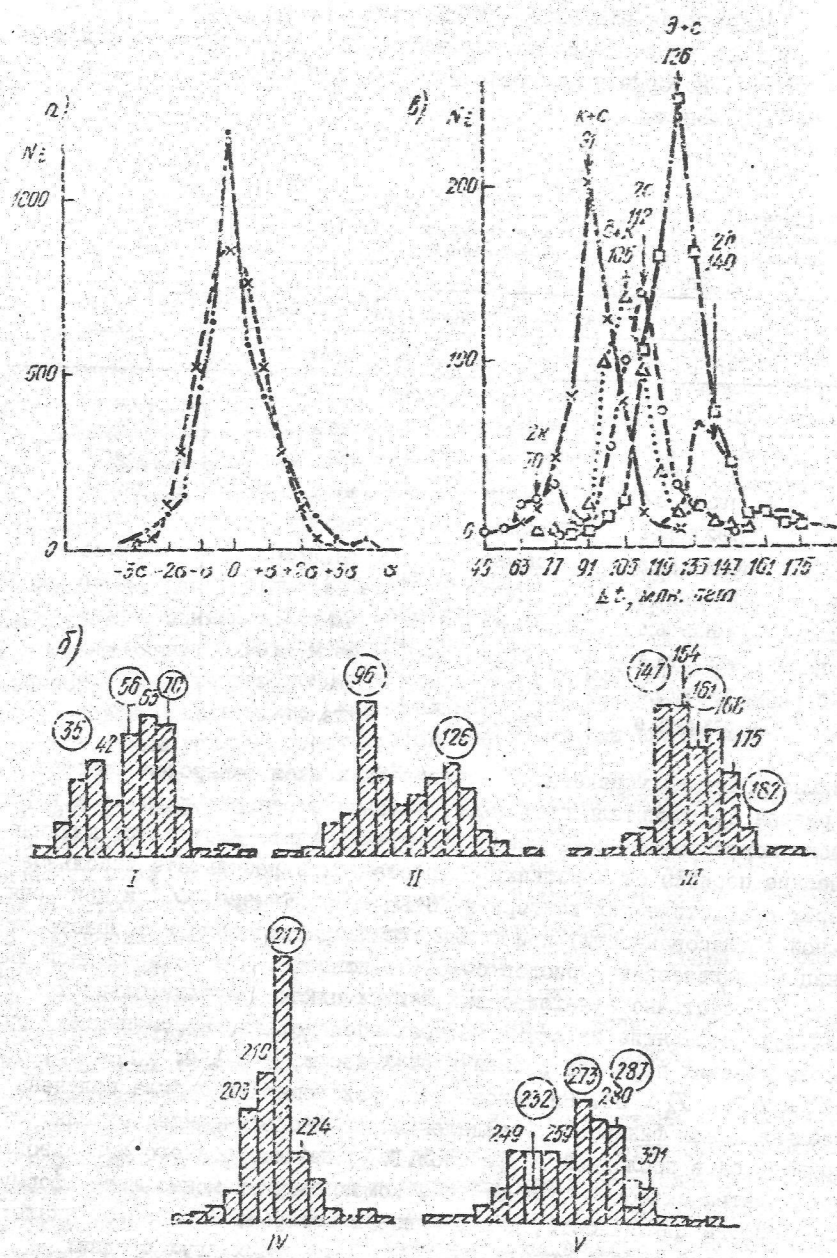


Рис. 1. Результаты статистического анализа 71 геохронометрической шкалы фанерозоя: а – сравнение гауссианы (– – х – –) с распределением 4260 значений $\mathcal{T}$ (–•–•–); б – гистограммы сочетаний от одного до пяти длительностей последовательно расположенных периодов фанерозоя (по 70 шкалам): I – 820 сочетаний по одному; II – 560 – по двум; III – 490 – по трем; IV – 420 – по четырем; V – 350 – по пяти; в – распределения эмпирических длительностей геологических периодов в различных сочетаниях по два: короткого с коротким (2к), короткого со средним (к + с), длинного с коротким (д + к), двух средних (2с), длинного со средним (д + с) и двух длинных (2д)

Из каждой геохронометрической шкалы можно получить 60 значений периода T, так как число сочетаний $C_4^2 = 6$. Если к каждому сочетанию прибавить один из трех длинных и один из двух коротких периодов, то полное число сочетаний, равных T, будет $C_4^2 \cdot 3 \cdot 2 = 36$. Можно получить 24 сочетания, если воспользоваться формулой

$$T/2 = 1/2(T_1 + T_3) + T_2 \quad (\text{или } T_4),$$

т.е. сумма половин длительностей длинного и короткого периодов и полной длительности среднего периода равна $T/2$. Полное число значений T в нашем случае равно 4260. Среднее значение $T = 218 \pm 15{,}7$ млн.лет. На основании 4260 значений периода T построены два распределения по интервалам $0{,}5\sigma$: эмпирическое (по 7I шкале) и случайное (рис.I,а). Распределения значительно различаются между собой. Расхождение в точке ноль составляет 7σ. Это означает, что с полной достоверностью истинное значение T лежит в интервале 214–220 млн.лет.

Для выяснения причин расхождения как границ, так и длительностей геологических периодов были построены распределения сочетаний от одного до пяти длительностей последовательно расположенных геологических периодов фанерозоя. Из гистограмм на рис.I,б видно, что если сочетания состоят из нечетного числа длительностей, теоретические максимумы выделяются неуверенно, а если из четного числа – выделяются отчетливо. Это означает, что у одного из двух соседних геологических периодов длительность завышена, а у другого – занижена. На рис.I,в показаны шесть распределений эмпирических длительностей геологических периодов в различных сочетаниях по два: короткого с коротким, короткого со средним, длинного с коротким, двух средних, длинного со средним и двух длинных. Теоретические максимумы отчетливо выделяются в четырех случаях из шести. На основании анализа гистограмм (рис.I,б) и распределений (рис.I,в) выяснилось, что длительность Є, О и Т преимущественно завышается, а S, C, P – занижается. Таким образом, с большой достоверностью подтверждаются результаты, полученные в работе [2].

Цикл в 217 млн.лет совпадает с «сидерическим» периодом обращения Солнечной системы по галактической орбите, а система циклически повторяющихся четырех геологических периодов свидетельствует, что форма орбиты является эллипсом, и, следовательно, для определения параметров галактической орбиты Солнца в первом приближении достаточно трех законов Кеплера. Длинные геологические периоды связаны с прохождением Солнечной системы в области апогалактия, короткие – в области перигалактия, средние геологические периоды являются следствием симметрии эллипса относительно его большой оси. В этом и состоит разгадка разной продолжительности геологических периодов. Исходя в основном только из геологической информации, были определены все параметры галактической орбиты Солнца. Из астрономической литературы взята информация о значении и направлении орбитальной скорости Солнца в настоящий момент [2, 3].

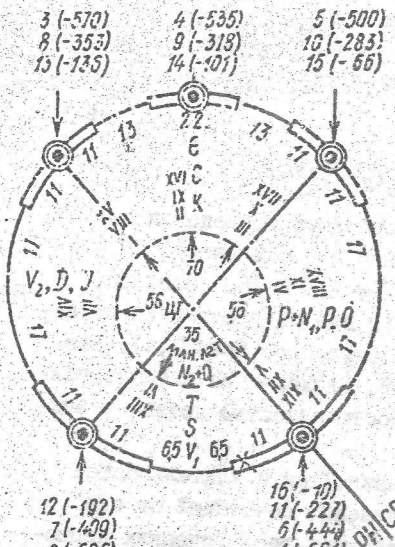


Рис.2. Схема глобальных геологических процессов, происходивших на Земле в течение фанерозоя

ЦГ – центр Галактики; X – положение Солнечной системы на галактической орбите в настоящее время; PR/CR – граница между фанерозойским и криптозойским эонами; -361 – нижняя граница геологического периода, млн.лет; 1-16 – глобальные тектонические эпохи фанерозоя (1 – байкальская; 2, 4 – без названия; 3 – позднебайкальская; 5 – салаирская; 6 – таконская; 7 – позднекаледонская; 8 – бретонская; 9 – судетская; 10 – уральская; 11 – позднегерцинская; 12 – раннекиммерийская; 13 – позднекиммерийская; 14 – австрийская; 15 – ларамийская; 16 – позднеальпийская); по окружности: 11, 22 – геократические этапы развития земной коры, млн.лет; 6,5, 13, 17 – талассократические этапы развития земной коры, млн.лет; I-XIX – радиоактивные эпохи

Многие геологи стали привлекать для объяснения длительности тектонических процессов космический ритм в 180 млн.лет, связывая его с аномалистическим галактическим годом, вычисленным И.П.Парэнаго. Логика выделения такого ритма в геологии ясна. Суммарная длительность трех нижнепалеозойских и мезозойских геологических периодов систематически несколько завышалась, а верхнепалеозойских – занижалась. Создалась иллюзия о равновеликой длительности трех последовательных геологических периодов. На всех границах геологических периодов развиваются глобальные процессы горообразования. Это послужило поводом для выделения циклических эпох складчатостей с периодом около 180 млн.лет. Такое деление формально вполне приемлемо. Но нет оснований считать, что цикл в 180 млн.лет имеет астрономическую природу.

Основой для разделения геохронометрической шкалы фанерозоя на века и сочетания веков послужила закономерность, выявленная А.А.Прониным [9]. Она связана с выделением 13 глобальных эпох тектонической активности продолжительностью в среднем 22 млн.лет, располагающихся во времени на всех границах геологических периодов и в середине длинных периодов. В течение периода T = 217 млн.лет наблюдается пять эпох тектонической активности (рис.2). К среднечастотным циклическим процессам относятся и 19 эпох усиления радиоактивности, обнаруженных С.Г.Неручевым [7]. В эти эпохи происходит интенсивное накопление урана, фосфора и планктоногенного органического вещества. В течение периода T = 217 млн.лет наблюдается семь эпох усиления радиоактивности с периодом около 31 млн.лет (рис.2).

При построении единой теоретической геохронометрической шкалы фанерозоя, подразделенной до веков и сочетаний веков, выяснилось, что каждый геологический период (длинный, средний и короткий) имеет свою систему разделения. Они указаны в табл.2-4. Разделение произведено с точностью ±2,5 млн.лет на основании шкал из работ [1, 4, 6, 8, 10, 11]. Века и сочетания веков отражают среднечастотную цикличность, связанную с постепенной

Таблица 2

Общие циклические закономерности средних геологических периодов (O, D, P, J, PM_C)[x]

Индексы веков					Средние длительности сочетаний веков, млн.лет					Общее среднее, млн.лет	Теоретическая длительность, млн.лет
O	D	P	J	PM_C	O	D	P	J	PM_C		
a$\overset{v}{s}$	fm	t	tt(v), km	m, t, s, l	10,6	8,0	8,2	13,1	10,9	9,8	11
k, ld	$\overset{v}{f}$, z$\overset{v}{v}$, ef	kz, u, k	c, x, $\overset{v}{b}$, b	b, a, h, r	17,3	19,5	12,3	23,7	19,6	18,8	17
l, a	e, p	ar, s	a, $\overset{v}{l}$, p	p, l, ip	24,0	17,0	13,2	18,3	17,7	18,2	17
$\overset{v}{t}$	l	a	s, q	t, m, d	15,7	8,5	9,0	11,7	11,7	11,3	11

[x] $PM_C = P + N_1$ – средний геологический период продолжительностью 56 млн.лет, выделен автором.

Таблица 3

Общие циклические закономерности длинных геологических периодов ($\mathcal{E}, C, K$)

Индексы веков			Средние длительности сочетаний веков, млн.лет			Общее среднее, млн.лет	Теоретическая длительность, млн.лет
$\mathcal{E}$	C	K	$\mathcal{E}$	C	K		
ak, s	q, k	m, km	8,3	11,9	15,2	11,8	11
as	m	st, k, t	6,2	11,9	10,6	9,6	13
m, am	b, s	s, al, a	20,4	19,4	22,0	20,8	22
tn, b	v	br, q	14,9	16,0	11,6	14,2	13
at	t	v, b	13,3	9,6	11,7	11,5	11

Таблица 4

Общие циклические закономерности коротких геологических периодов ($\mathcal{P}, T$)

Индексы веков		Средние длительности сочетаний веков, млн.лет		Общее среднее, млн.лет	Теоретическая длительность, млн.лет
S	T	$\mathcal{P}$	T		
p(d)	n	8,4	12,8	10,6	11
ld	k	6,6	7,7	7,2	6,5
v	l	7,7	5,1	6,4	6,5
l	a, o, i	9,3	12,8	11,4	11

сменой геократических этапов развития земной коры на талассократические этапы. Эти процессы развиваются на фоне низкочастотной цикличности с периодом 217 млн.лет.

Таким образом, биостратиграфические и литологические методы позволяют выделить весь спектр частот в геологических процессах – от самых низких до самых высоких, тогда как глобальные тектонические процессы имеют среднечастотную цикличность и нет оснований приписывать им низкую частоту. Причины среднечастотных и низкочастотных глобальных циклических процессов различны, как это впервые отметили в своей монографии С.П.Максимов, Н.Я.Кунин и Н.М.Сардонников «Цикличность геологических процессов и проблемы нефтегазоносности" (М.: Недра, 1977). В частности, одной из астрономических причин низкочастотных глобальных геологических процессов (например, трансгрессий и регрессий) может быть изменение абсолютной скорости движения Солнечной системы относительно фонового микроволнового радиоизлучения Вселенной [2, 3], а средней частоты – активность ядра Галактики с периодом около 40 млн.лет [5], которое, как и Солнце, посылает возмущения в виде корпускулярной и волновой составляющих.

Таким образом, фундаментальные проблемы геологии и астрономии нельзя решать раздельно.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Афанасьев С.Л. Геохронологическая шкала фанерозоя и проблема геологического времени. М.: Недра, 1987.

2. Ефимов А.А., Заколдаев Ю.А., Шпитальная А.А. Астрономические основания абсолютной геохронологии // Проблемы исследования Вселенной / Гл. астроном. обсерватория АН СССР. Л., 1985. Вып. 10.

3. Заколдаев Ю.А. Принцип построения глобальной геохронометрической шкалы фанерозоя // Проблемы исследования Вселенной / Томский науч.центр СО АН СССР. Л., 1990. Вып.14.

4. Инструкция по организации и производству геолого-съемочных работ и составлению Государственной геологической карты СССР масштаба 1 : 50 000 (1 : 25 000) / Всесоюз. н.-и. геол. ин-т. М., 1986. Приложение 42.

5. Максимов Е.В. Геологический ритм и великие ледниковые периоды // Изв. Всесоюз. географ. о-ва. 1990. Т. 122, вып. 4.

6. Наливкин В.Д. Заключение к томам 1-4 // Палеогеография СССР. М.: Недра, 1975. Т.4

7. Неручев С.Г. Уран и жизнь в истории Земли. Л.: Недра, 1982.

8. Проблемы литологии Мирового океана. Минералогия и геохимия Атлантического океана // Тр. Геол. ин-та АН СССР. 1984. Вып. 397.

9. Пронин А.А. Новая геохронологическая шкала тектонических движений фанерозоя // Геологическая история Урала / Уральск. науч. центр АН СССР. Свердловск, 1981.

10. Шкала геологического времени / У.Б.Хэрленд, А.В.Фокс, П.Г.Ллевелин и др. М.: Мир, 1985

11. Cowie J.W., Basset M.G. Global Stratigraphic chart with geochronometric and magnetostratigraphic callibration. 1989. Bureau of International Commission on Stratigraphy (IGS:IUGS).

12. Numerical Dating in Stratigraphy part I, II, edited by G.S. Odin, Belfast 1982, 1040 p.