

УДК 551.8:56.017

ПРИЧИНА “БИОТИЧЕСКОЙ РЕВОЛЮЦИИ” В ВЕНДЕ–КЕМБРИИ С ПОЗИЦИЙ КОМЕТНО-ГАЛАКТИЧЕСКОЙ ГИПОТЕЗЫ

© 2004 г. А. А. Баренбаум

Представлено академиком В.Е. Хаиным 29.04.2004 г.

Поступило 29.04.2004 г.

Известно, что в период 570–545 млн. лет назад, в конце венда–начале кембрия, наша планета пережила бурное развитие животного мира. Если раньше живые организмы на планете были представлены весьма примитивными существами: археобактериями, цианобактериями (прокариотами) и одноклеточными планктонными организмами (эукариотами), то в конце венда появляется многоклеточная эдиакарская фауна, а в начале кембрия ей на смену приходят просуществовавшие до наших дней почти все основные типы организмов, уже обладавшие твердыми раковинами или скелетами [10]. Несколько позже у морских животных возникает кровеносная система, и кожное дыхание заменяется более совершенным легочным [9].

Конец венда–начало кембрия отмечено также весьма значительными абиотическими изменениями. С этого времени на нашей планете резко меняется характер накопления кальциевых и кальциево-марганцевых карбонатов, получают широкое распространение известняки, а также впервые в крупных масштабах развиваются солеобразование и фосфоритонакопление [8]. Все это свидетельствует о существенных изменениях химического состава вод Мирового океана, главной среды обитания живых организмов, и прежде всего указывает на присутствие в водах высоких концентраций солей и фосфатов, которые формируют состав крови морских животных [7], а также используются организмами для строительства своих скелетов и защитных панцирей [8, 10].

Начиная с кембрия эпохи глобального фосфато- и солеотложения и сопровождающих их резких биотических изменений, хотя и не столь крупных, как венд-кембрийское событие, в истории Земли повторяются не раз. Они отмечены в перми, а также на границе мела и палеогена [5]. Эти события позволили подразделить эру “явной” жизни – фанерозой на три части, получившие название со-

ответственно палеозойской, мезозойской и кайнозойской эр.

Источник огромных объемов фосфора и солей, а также причины их поступления в Мировой океан в определенные, сравнительно короткие эпохи истории Земли долгое время не получали удовлетворительного объяснения. Недавно нами обоснована гипотеза [3, 4], позволившая связать главные эпохи фосфато- и соленакопления с падением на Землю галактических комет в периоды пребывания Солнечной системы в спиральных рукавах Галактики. Данная кометно-галактическая гипотеза впервые позволила теоретически объяснить приуроченность эпох фосфатонакопления к определенным периодам фанерозоя [3], а также понять специфику химического состава солей и качественно объяснить соотношение объемов их основных классов [4].

Согласно [1], современная орбита движения Солнца в Галактике является эллипсом с величиной большой полуоси $\alpha = 10.17$ килопарсек (кпк) и эксцентриситетом $\epsilon = 0.36$. Эллипс лежит в галактической плоскости и медленно поворачивается в направлении движения Солнца с угловой скоростью $3.04 \cdot 10^{-9}$ лет⁻¹. Двигаясь по такой орбите, Солнце в апогалактии удаляется от центра Галактики на расстояние $\alpha(1 + \epsilon) = 13.8$ кпк, а в перигалактии приближается к нему на расстояние $\alpha(1 - \epsilon) = 6.5$ кпк. Сидерический и аномалистический периоды этого движения соответственно 223 и 250 млн. лет. Одновременно Солнце совершает небольшие колебания относительно галактической плоскости амплитудой ~50 пк и периодом ~40–45 млн. лет.

В процессе орбитального движения Солнце квазипериодически пересекает струйные потоки и спиральные рукава Галактики, и в такие эпохи все планеты Солнечной системы подвергаются бомбардировкам галактическими кометами. В отличие от комет струйных потоков, поступающих из центра Галактики и характеризующихся обычной распространенностью химических элементов, кометы галактических рукавов обнаруживают [3, 4] повышенные содержания химических элементов со средними атомными весами, к которым отно-

*Институт проблем нефти и газа,
Москва*

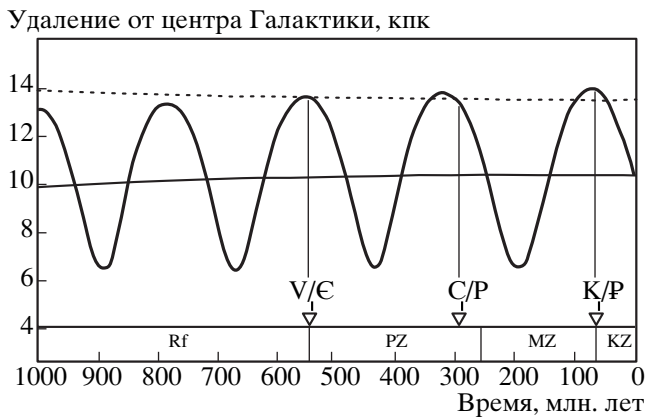


Рис. 1. Изменение удаления Солнца от галактического центра (периодическая кривая) и радиуса коротации Галактики (пунктирная линия) со временем. Треугольниками отмечены главные эпохи накопления на Земле фосфатов и солей на рубежах венда и кембрия (V/Є), карбона и перми (C/P), мела и палеогена (K/P). Внизу указаны положения во времени палеозойской (PZ), мезозойской (MZ) и кайнозойской (KZ) эр, а также верхней границы рифея (Rf).

сится и фосфор. Максимальной численности в рукавах эти кометы достигают на удалении радиуса коротации от центра Галактики, составляющим ≈ 13.5 кпк [3], что близко совпадает с апогалактическим солнечной орбиты. На эти участки галактической орбиты Солнца и приходится главные эпохи отложения фосфора и солей. Во все другие периоды падений на Землю галактических комет объемы отложения фосфатов и солей существенно меньше (см. рис. 2 [3] и рис. 1 [4]).

В теоретических расчетах [3, 4] влиянием эволюции Галактики на параметры солнечной орбиты пренебрегалось. Данные геологии, однако, позволяют заключить, что на протяжении последних 3.6 млрд. лет центральная масса Галактики экспоненциально убывала на $8.8 M_{\odot}$ в год [1, 5]. Это вызывало медленное увеличение орбитального периода Солнца: $T(t) = T_0 \exp(\lambda t)$, где $\lambda = 6.0 \cdot 10^{-11} \text{ год}^{-1}$, и приводило к изменениям среднего радиуса орбиты Солнца и его средней орбитальной скорости [1]:

$$\dot{R} = \frac{V\lambda}{4\pi} = 3.03 \cdot 10^{-7} \text{ пк/год}, \quad (1)$$

$$\dot{V} = -\frac{V^2\lambda}{4\pi R} = -7.47 \cdot 10^{-4} \text{ см/с} \cdot \text{год}, \quad (2)$$

где $R = 10.17$ кпк и $V = 250$ км/с — соответственно большая полуось современной орбиты и средняя орбитальная скорость Солнца.

Формулы (1) и (2) показывают, что хотя эволюция Галактики влияет на орбиту Солнца слабо, однако в нашем случае с ней необходимо считаться. Учет данного обстоятельства приводит к вы-

воду, что на рубеже венда и кембрия Солнце достигло апогалактия орбиты на ~ 20 млн. лет позже, чем в первоначальном расчете. Примерно на такую же величину следует уменьшить и вычисленные времена границ кембрийской системы. Что, кстати, лучше согласуется с пересмотренной в последние годы временной границей между вендским и кембрийским периодом [12, 13].

Одновременно уменьшается средний радиус орбиты Солнца и, вероятно, ее эксцентриситет. В результате апогалактий солнечной орбиты в докембрии находился ближе к центру Галактики, чем сейчас (рис. 1). Эволюция влияет и на радиус коротации Галактики, который со временем должен уменьшаться.

На основании всей совокупности имеющихся данных можно предположить, что вследствие эволюции нашей звездной системы апогалактий орбиты Солнца впервые достиг радиуса коротации Галактики лишь около 600 млн. лет назад. Ранее орбита Солнца располагалась внутри коротационного радиуса, и условие массовой поставки на Землю галактическими кометами химических элементов “кальциевого пика” [4] не выполнялось. Именно поэтому крупные скопления этих элементов, образующие сегодня промышленные месторождения фосфоритов, солей, сульфатов и т.д., стали возникать на нашей планете лишь в фанерозое.

Той же причиной можно объяснить и возникновение на Земле высокоразвитых организмов. Необходимые для их существования химические элементы стали поступать на нашу планету в достаточных количествах лишь начиная с венда и кембрия. С чем, собственно, и был связан венд-кембрийский “взрыв жизни”. Позднее аналогичные поступления стали происходить вполне регулярно, что явилось причиной последующих мезозойского и кайнозойского крупных биотических событий.

Появление в конце венда эдиакарской фауны и последующий взрыв жизни в начале кембрия с позиций данной гипотезы можно объяснить двумя близкими по времени бомбардировками Земли кометами спиральных рукавов Галактики на участке апогалактия солнечной орбиты, как это имело место в конце девона и перми (см. рис. 1 [4]).

Таким образом, согласно предлагаемой гипотезе, бурный расцвет животного мира нашей планеты в течение последних 600 млн. лет был вызван прежде всего космическими причинами. Мы полагаем, что в венде и кембрии орбита Солнца впервые достигла радиуса коротации Галактики, что явилось причиной выпадения на Землю комет с высоким содержанием фосфора, кальция и других необходимых для жизни химических элементов.

Заметим, что идея возникновения жизни вследствие нахождения Солнца вблизи радиуса коротации Галактики высказывалась ранее [6], однако авторами этой работы эта связь никак не была конкретизирована.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Баренбаум А.А. Галактика, Солнечная система, Земля: Соподчиненные процессы и эволюция. М.: ГЕОС, 2002. 394 с.
2. Баренбаум А.А., Гладенков Ю.Б., Ясаманов Н.А. // Стратиграфия. Геол. корреляция. 2002. Т. 10. № 2. С. 3–14.
3. Баренбаум А.А., Литвинова Т.В. // ДАН. 2002. Т. 385. № 2. С. 220–222.
4. Баренбаум А.А., Литвинова Т.В. // ДАН. 2003. Т. 389. № 2. С. 214–218.
5. Баренбаум А.А., Ясаманов Н.А. // ДАН. 1995. Т. 344. № 5. С. 650–653.
6. Марочник Л.С., Сучков А.А. Галактика. М.: Наука, 1984. 392 с.
7. Мияки Я. Основы геохимии. Л.: Недра, 1968. 328 с.
8. Розанов А.Ю. // Вестн. АН СССР. 1985. № 11. С. 78–92.
9. Сочава А.В. // Изв. АН. 1992. Сер. геол. № 6. С. 41–56.
10. Хаин В.Е. Основные проблемы современной геологии. М.: Науч. мир, 2003. 348 с.
11. Янишин А.Л., Жарков М.А. Фосфор и калий в природе. Новосибирск: Наука, 1986. 160 с.
12. Gradstein F., Ogg J. Geologic Time Scale Phanerozoic. Purdue Univ.: Saga Petroleum ASA, 1996.
13. Palmer A.R., Geissman J. Geological Time Scale N.Y.: Geol. Soc. Amer., 1999. Product code CTS004.