

К ПРОБЛЕМЕ ВОЗНИКНОВЕНИЯ ЖИЗНИ НА ЗЕМЛЕ

В. И. Сиротин

Воронежский государственный университет

Поступила в редакцию 1 марта 2010 г.

Аннотация. Рассматриваются три аспекта происхождения жизни: 1) земной, в результате абиогенеза; 2) сравнительно-планетологический, т. е. зарождение жизни на планетах, спутниках Солнечной системы с последующим распространением на Землю; 3) космический, предполагается предбиологическая эволюция органических соединений еще до зарождения Солнечной системы и Земли в течение нескольких миллиардов лет.

Ключевые слова: абиогенез, планета, Солнечная система, Космос, сравнительная планетология, предбиологическая эволюция, тектоника литосферных плит, литогенез, «горячие точки», субдукция, сравнительно-планетологический аспект эволюции, космический аспект эволюции, «инфракрасное небо», «Большой взрыв», пропледы.

Abstract. Three aspects of life origin are considered: 1) terrestrial aspect, due to abiogenesis; 2) comparative planetological aspect, origin of life on the planets, satellites of Solar system with the subsequent extension to the Earth is supposed; 3) cosmic aspect, prebiological evolution of organic compounds before the origin of Solar system and the Earth during several billion years is supposed.

Key words: abiogenesis, a planet, Solar system, Space, comparative planetology, prebiological evolution, tectonics of lithosphere plates, lithogenesis, «hot spots», subduction, comparative planetological aspect of evolution, space aspect of evolution, «the infra-red sky», «the Big explosion», proplydes

В серии наших работ затрагивалась проблема возникновения жизни на Земле [1–5]. К. Конди справедливо указывает [6], что никакой другой аспект геологической науки не был предметом столь пристальных исследований, как вопрос о происхождении жизни. Геологи всегда стремились обратить внимание на самые древние породы, свидетельствующие о жизни на Земле [6–10]. В настоящее время в результате изучения Ближнего (Солнечная система), Среднего (наша галактика – Млечный путь) и Дальнего Космоса (вся обозримая Вселенная) [2, 3] наметилось три направления (аспекта), аргументирующих время и место зарождения жизни.

1. Возникновение жизни в результате абиогенеза на Земле

Обзор наиболее древних (архейских) пород, содержащих органические соединения, дается в работе М. Кальвина «Химическая эволюция» [9]. По мнению этого автора и в духе работ А. И. Опарина, Дж. Холдейна и Дж. Бернала [6, 10, 11] именно химическая эволюция привела к возникновению живых систем на Земле. Более аргументированно изложения возможного естественного возник-

новения жизни, пожалуй, до 80-х гг. прошлого века в мировой литературе не было. Показательны в этом отношении структура книги, ее составные части и их расположение:

1. *Взгляд из настоящего в прошлое.* В разделах этой части рассмотрены наиболее древние отложения, содержащие органические соединения биологического происхождения (отложения Онфервахт, Южная Африка – 3,7 млрд лет). Любопытно, что на рис. 10 [9] показано (хотя и под вопросом) появление жизни, максимально приближенное к образованию Земли – 4,2–4,3 млрд лет (со ссылкой на авторов, детально изучавших отложения Онфервахт). Эту часть автор назвал молекулярной палеонтологией.

2. *Взгляд из прошлого в настоящее.* В разделах рассматривается собственно химическая эволюция на Земле, которую автор сопровождает современными представлениями об эволюции звезд, в том числе и Солнца, которое он справедливо называет «пожилой» звездой, поскольку в ней содержится несколько больше тяжелых элементов (0,044 %), чем во Вселенной в целом (0,011 %), что означает, что Солнце уже пережило несколько взрывов сверхновых, в ходе которых возникали тяжелые элементы, являющиеся теперь основными компонентами Земли. Эта часть книги является основ-

ной. Она содержит 6 из 11 глав, в которых рассматривается химическая эволюция от предбиологической химии до образования мембранных структур клетки, т. е. до перехода к жизни. Эта традиционная точка зрения о том, что жизнь в ее земном виде возникла на самой Земле, получила название абиогенеза. Альтернативная точка зрения о внеземном происхождении жизни изредка появлялась [10], но в основном представлялась не более чем фантазией.

3. *Взгляд из настоящего в будущее.* Сам автор считает эту часть менее серьезной, поскольку большинство ученых может иметь собственное мнение, не утруждая себя в том, в какой степени оно подтвердится или не подтвердится в будущем. Одной из заслуг своей книги автор считает отказ от необходимости небесного творца, а также (в связи с космическими исследованиями, включая успешные посадки космических аппаратов на другие планеты), – возможность проведения сравнительного анализа предбиологической стадии жизни, если вдруг она будет обнаружена на других космических объектах Солнечной системы и Космоса.

В 1988 г. вышла в свет уникальная монография Нормана Хоровица «Поиски жизни в Солнечной системе» [12]. Автор участвовал в разработке и осуществлении программы «Викинг», основной задачей которой был поиск следов жизни на Марсе. Достоинство книги в том, что Н. Хоровиц как биолог-генетик в доступной форме объяснил, что жизнь – это сложнейшая сцепленная взаимозависимая самоподдерживающаяся система белков и нуклеиновых кислот, способная к саморепликации и обладающая оптической левовращающейся изометрией (хиральностью). Выдающаяся роль в возникновении жизни принадлежит углероду и воде, обладающей уникальными свойствами растворителя. Что касается жизни в Солнечной системе, Н. Хоровиц приходит к неутешительному выводу: «На равнинах Хриса и Утопия, где садились космические аппараты “Викинг”, угасла давняя мечта человечества: мы оказались одиноки в Солнечной системе». Странно, однако, почему автор не заметил для поисков следов жизни ряд объектов Солнечной системы.

В своих работах [2, 3], обобщая данные сравнительной планетологии и земной кислородной изотопии, нами были выделены (имея в виду и возможность возникновения предбиологических систем и жизни) следующие этапы в ранней истории Земли.

1-й: 4,55–4,45 млрд лет – этап ранней горячей Земли. Для тектонического стиля Земли были характерны «стада» мелких литосферных плит, плюмовая тектоника, обдукция, сагдукция, тессерообразование, возможно, зарождение литосферных плит и зачатков сиалической коры. Напряженность тектонического стиля Земли усугублялась притяжением в системе Земля – Луна (при любом механизме образования последней: коаккреция, импактная модель, захват). Этап явно не благоприятен для эволюции предбиологических систем и жизни.

2-й: 4,45–4,35 млрд лет – этап заметно охлажденной относительно спокойной и теплой Земли характеризовался удалением Луны за пределы Роша, образованием планетарного чехла, включающего земную кору, первичную атмосферу и гидросферу. Учитывая значительные энергетические возможности Земли (в сравнении с Луной), можно предполагать, что анортозитам и «Mg-комплексу» [2, 3, 13], характерному для коры Луны, на Земле соответствовало образование эфлогитового и базальтового слоя, а лунной KREEP-ассоциации у рубежа 4,35 млрд лет – разрастание «пятен сиала», т. е. произошло завершение магматической кристаллизации. Условия этапа не исключают существование и эволюцию предбиологических систем.

3-й: 4,35–4,20 млрд лет. Характерно двухуровневое перемешивание вещества: с одной стороны, характерно появляются «горячие глубинные точки» с подъемом вещества от границы «ядро – мантия»; с другой стороны, возникает мелкочайковая надастеносферная дифференциация с появлением зон спрединга и зачаточных зон субдукции. Такой взгляд на историю этого этапа не является единственным. Так, сторонники постоянного равномерного (хотя и несколько убывающего) поступления вещества метеоритов допускают, что он не был спокойным и что за этот этап могло поступить метеоритно-кометного вещества, сравнимое даже с массой земной коры, что именно это вещество значительно пополнило и массу летучих на Земле (вода, органические соединения, газы) и явилось причиной льда у полюсов Луны и Меркурия. Однако данные по планетам земной группы (кроме, может быть, Венеры) противоречат такому выводу [2, 3, 13].

4-й: 4,20–3,80 млрд лет – этап интенсивной астероидно-метеоритной бомбардировки; возрастные рамки этапа определены по аналогии с «лунной стратиграфией»: 4,20 млрд лет – возраст древнего ударного бассейна Нектарис; 3,80 млрд лет – воз-

раст самых молодых ударных бассейнов и кратеров Луны, бассейна Калорис на Меркурии [2, 13, 14]. Следует иметь в виду, что «тяжелая бомбардировка» осуществлялась уже в условиях сформировавшегося планетарного чехла, включающего атмосферу, значительные объемы гидросферы (океаны), первичную массу осадочных пород, сиалическую оболочку, а возможно, и зачатки биосферы. Земля – это пока единственная планета, в ранней истории которой сформировались активный плитный тектонизм, океаны, литогенез и жизнь. Есть все основания считать, что все эти важнейшие атрибуты Земли тесно взаимосвязаны в ее истории [14] и предбиологическая стадия в этих условиях могла не только не погибнуть, но даже приобрести прогрессивные черты развития [2, 3].

В дальнейшем после 3,8 млрд лет космического материала поступает все меньше, хотя в первые 0,5 млрд лет (до рубежа около 3,3 млрд лет) его еще в несколько раз больше от современного уровня поступления метеоритов. За последние 4,0 млрд лет на Землю поступило метеоритного вещества общим объемом, способным сформировать на поверхности Земли слой мощностью не более 0,5 м [15]. Для течения крупномасштабных планетарных геодинамических процессов этим потоком вещества можно пренебречь. Однако учитывая его неравномерное поступление в виде крупных тел, в отдельных случаях он оказывал серьезное влияние на атмосферу, гидросферу и биосферу, вызывая биосферные катастрофы («космические» астероидно-метеоритные удары в начале кембрия и на границе мезозоя и кайнозоя).

С конденсацией воды началось зарождение примитивного литогенеза. Трудно представить характер осадков, но можно предположить, что он определялся интенсивным выветриванием под влиянием горячих кислотных дождей. Можно предположить также, что формировались свободные оксиды кремния, алюминия (глинозем), кальцит, магнезит, пирит, соли щелочных металлов с галогенами, серой, азотом и бором; не было только в продуктах выветривания оксидов и гидроксидов железа из-за восстановительного характера атмосферы. Именно эту стадию имели в виду Р. Гаррелс и Ф. Маккензи, когда отмечали, что реактивность системы рождающегося океана и атмосферы была «устрашающей» [16]. Температура поверхности была значительно выше – 100 °С (по Р. Гаррелсу и Ф. Маккензи – до 600 °С), а начавшееся образование гидросферы с рубежа 4,404 млрд лет приводило к таким соотношениям: на 1 моль воды образо-

вывалось 1 моль HCl и 0,5 моль CO₂. Процесс аккумуляции воды в виде пара в атмосфере не мог быть длительным, поскольку, по заключению современных космохимиков, «вода в атмосфере планет не жилец» (достаточно вспомнить печальный пример безводной Венеры). **Раннее зарождение гидросферы и литогенеза – важнейшие события ранней истории Земли, определившие стиль ее дальнейшей эволюции, заложившие основу для возникновения и эволюции жизни.**

По мере остывания поверхности Земли конденсация воды усиливалась, появлялись признаки климатической зональности, поэтому есть основания считать, что образование первозданных океанов начиналась в высоких широтах, близ полюсов, где вода аккумулировалась в мелких депрессиях и становилась соленой, выщелачивая растворимые соли галоидов, сульфатов, карбонатов и нитратов, боратов и др. Автор является сторонником значительного (до 80–90 %), если не максимального формирования гидросферы Земли по объему к концу первого и в течение второго этапа. Ряд зарубежных исследователей [14 и др.] также полагают, что уже к рубежу 4,0 млрд лет назад объем морской воды увеличился до современной величины в $1,42 \times 10^{24}$ см³, что привело к образованию обширного океана с воздымающимися вулканическими образованиями с большей их концентрацией в экваториальном поясе.

Но вернемся к первичной коре Земли. В течение этих двух этапов она должна испытать существенную эволюцию. Еще до образования океанов в условиях богатой H₂O и CO₂ горячей атмосферы до 4,40 млрд лет она подвергалась воздействию вулканизма, переплавлению с образованием ядер коры континентального типа. Вулканизм провоцировался и еще достаточно сильными приливами и отливами, а также контракционными напряжениями, возникающими при охлаждении. Развивалась первичная регматическая сеть – система трещин, ограничивающая полигональные протоконтинентальные ядра, «плавающие льдины», по Д. М. Шоу [14], эта сеть определяла и активные тектонические зоны, по которым локализовались потери тепла из недр планеты. Рассмотрев длину волны при контракционном изгибе протокры как функцию силы давления и мощности коры, можно определить, что диаметр ядер был в 2–3 раза больше их мощности (10–12 км), т. е. составлял 30–50 км, что подтверждается промежутками между зеленокаменными поясами в провинции озера Верхнего (53 км) [14]. Если считать, что места прогибания отмечают

места предпочтительного развития вулканических процессов (зоны относительного растяжения), то возможно моделирование процессов перемешивания протокры по типу мелкочаеистой конвекции Рэлея – Бенара, возникающей в астеносфере. Контуры такой решетки с отчетливо выраженным гексагональным обликом ячеек наиболее отчетливо проявлены в Австралии и Африке [14]. В этой модели центральные части гексагональных ячеек – это области развития раннеархейских зеленокаменных поясов и ТТГ-ассоциаций, а роль «сварных швов» отводится гранулит-гнейсовым поясам. По другой версии, сами зеленокаменные пояса выполняли роль «сварных швов» в процессе консолидации «стада» протоконтинентальных ядер. Следует заметить, что данные модели «списаны» с раннеархейского этапа, а для доархейской истории требуется внесение корректив: земная кора была «мягче», податливее, ячейки менее правильны, распределение их более хаотично, в экваториальной области ячейки из-за больших центробежных сил, скорее всего, были неправильной формы, сплюснутые, «линейные». Как бы то ни было, доархейские этапы были временем интенсивной переработки первичной коры вулканизмом разного состава (от кислого до ультраосновного), процессами выветривания и зарождающимся седиментогенезом. Регенерация магмы облегчалась радиоактивным разогреванием верхней мантии в результате распада U, Th, K, аккумулярованных в ходе первичной дифференциации; свойства и состав магм сильно зависели не только от P и T, состава пород и степени плавления, но и P_{H_2O} . При довольно пестром составе возникающих поверхностных вулканических объектов общий вектор частичного плавления такого рода постоянно вел к образованию более кислой и менее плотной силикатной коры. Интенсивность процессов химического выветривания обеспечивалась не только высокой температурой и влажностью, но и рыхлым слоем реголита, высокой раздробленностью коры под влиянием метеоритной бомбардировки.

Что касается способов образования серогнейсовой ассоциации, то, чаще всего, предлагается плавление базальтов океанского типа с коматиитовой компонентой, предварительно превращенных в амфиболиты или эклогиты, а для этого требуется погружение ее на определенную глубину, вплоть до астеносферы. Существует несколько способов такого погружения. Один из них – сабдукция, предложенный в литературе В. Е. Хаиным [17], заключается в прямом погружении блоков первичной

коры в астеносферу, которая располагалась в то время непосредственно под тонкой корой, в результате «прогибания», обваливания блоков коры над мантийными горячими струями («горячими точками»). Допускается при этом, что плюмы могли провоцироваться метеоритными ударами. Второй способ – субдукция – характеризуется возникновением вулканических дуг над зонами погружения, слияние которых приводит к образованию микроконтинентов, однако пока строго не доказана для до- и раннеархейских ТТГ-террейнов линейная форма дуг.

Третий способ – обдукция – был предложен южноафриканскими геологами М. де Вит и др. [17], которые предполагают предварительную серпентинизацию коры, что делает ее не способной к субдукции и вызывает в результате сжатия нагромождение чешуй этой коры, их погружение и частичное плавление. Другие геологи доказывают, что субдукция в доархейской коре [17] исключается из-за ее большой мощности (больше 23 км).

Как видно из изложенного выше, автор настоящей статьи в вопросах происхождения жизни не выходил за рамки устоявшихся в науке представлений А. И. Опарина, Дж. Холдейна и Дж. Бернала [11] о земном происхождении жизни путем абиогенеза [2, 3].

II. Сравнительно-планетологический аспект происхождения жизни на Земле

Планетологи, занимающиеся исследованием эволюции Солнечной системы, приходят к выводу, что в ранние этапы своего существования она включала объекты, содержащие воду в жидком виде, – это важнейшее химическое соединение для поддержания жизни. Основу внутренних планет Солнечной системы составляют углистые хондриты CI, наиболее гидратированные, в которых содержится до 20 % воды, они же богаты органическими соединениями. Новейшие данные, полученные с помощью марсоходов NASA, указывают на то, что на ныне «сухой» планете в далеком прошлом существовали мощные водные потоки, а температура более плотной атмосферы была более благоприятной для возникновения и поддержания жизни. Вполне возможно, что в этом прошлом на Марсе существовала жизнь, впрочем, окончательно вопрос о жизни на Марсе не снят до настоящего времени. Не исключено, что какие-то формы жизни могут существовать под ледяной коркой в водном океане Галилея (второго по расстоянию

от Юпитера и четвертого по величине) спутника – Европы. Самый крупный спутник Сатурна – Титан – богат органическими соединениями в составе метановых рек. Конечно, сейчас на Титане свирепствует жесточайший холод и вряд ли придется говорить о каких-либо признаках жизни. Но ведь мы не знаем, что было в далеком прошлом. На знойной Венере с ее плотной углекислой атмосферой и с давлением у поверхности 96 атм. и температурой 475 °С допускается существование микроорганизмов в верхних слоях атмосферы. Кроме того, на ранних этапах своей эволюции она могла напоминать Землю. Даже Меркурий с его рекордными температурами поверхности (250–500 °С в дневное время и –180 °С в ночное) и с отсутствием атмосферы мог в далеком прошлом быть носителем предбиологических форм жизни, особенно если допустить, как предполагают некоторые планетологи, что он образовался на некотором удалении от Солнца, но затем был «вбит» на современную орбиту крупным ударом, подобным тому, что вызвал образование Луны (за счет выброшенного вещества Земли и планеты-ударника). Таким образом, аргументы в пользу гипотезы внеземного происхождения жизни сохраняются, тем более что огромные расстояния, разделяющие планеты Солнечной системы, не представляются теперь непреодолимым препятствием. Известно, что несколько десятков метеоритов, найденных на Земле, имеют марсианское и лунное происхождение, о чем свидетельствуют состав газов, заключенных в их порах. Биологи тем временем обнаружили на Земле микроорганизмы, способные выдержать космическое путешествие, находясь внутри метеорита. А это означает, что если предбиологические формы или даже сама жизнь возникли на одной из внутренних планет Солнечной системы, то вполне возможна их транспортировка на соседние планеты. Таким образом, в попытках ответить на сложные вопросы современной науки: «Где и когда зародилась жизнь?», необходимо иметь в виду сравнительно-планетологический аспект этой сложной и еще нерешенной проблемы.

III. Космический аспект происхождения жизни на Земле

Современная наблюдательная астрономия установила два важнейших объекта: 1) протозвезды, видимые только в радио- и инфракрасном диапазонах и 2) звезды, наблюдаемые в видимом диапазоне волн и опоясанные дисками – проплидами. Эти два эволюционных звена вносят существенный

вклад в теорию формирования планетных систем и гипотезы формирования Солнечной системы. Проплиды возникают как побочный и вовсе необязательный продукт при звездообразовании. Не менее 30 % наблюдаемых звезд – одиночные, количество планетных систем в настоящее время в нашей местной галактике оценивается цифрой 10^{11} . По теории возникающие вокруг звезды газово-пылевые диски (предшественники проплид) либо рассматриваются на стадии Таури – звезды [2, 3, 13], либо поглощаются звездой. И все же по какой-то недостаточно ясной причине газово-пылевые диски выживают, эволюционируют в проплиды, а в нашем случае (т. е. в Солнечной туманности) появляется еще «благоприятная для жизни планета» – Земля, что является еще более загадочным и маловероятным событием. Более детально модели образования Солнечной системы, необходимые условия планетообразования, классификация планетных систем, а также необходимые условия возникновения жизни рассматриваются в работах [2–4, 8, 15 и др.]. Очевидно, что без рассмотренной цепочки эволюции жизнь, по крайней мере, в той форме, в какой она существует на Земле, была бы невозможна.

Последние исследования Космоса с помощью инфракрасного излучения [18] на основе концепции универсальной эволюции [19] позволяют предполагать более древнее возникновение и существование предбиологических систем [18], во всяком случае, с возрастом значительно более древним, чем возраст Земли и Солнечной системы в целом.

В рамках этой концепции вопрос о происхождении жизни необходимо ставить значительно шире как в пространственном аспекте (выходя за пределы Солнечной системы), так и во временном аспекте (выходя за пределы земного возраста зарождения жизни в 3,7–3,8 млрд лет). При таком подходе неизбежно возникает проблема участия в возникновении жизни космического «семени» и необходимых условиях его прорастания и развития.

Изучение Вселенной с помощью инфракрасного излучения началось одновременно с рентгеновским (примерно с 1978 г.) [18, 20]. К настоящему времени появился даже термин «инфракрасное небо» [18].

Спектральный диапазон ИК-излучения располагается между красным концом спектра (0,65–0,70 мкм) и началом радиодиапазона (около 1 мм). Весь ИК-диапазон обычно разделяют на ближний, средний и дальний. К ближнему относятся волны

длиной 0,70–5 мкм, на него приходится максимальная энергия излучения звезд, более холодных, чем Солнце. Средний диапазон охватывает волны с диапазоном 5–30 мкм, на него приходится максимум излучения тел, нагретых до нескольких сотен кельвинов, они несут важную информацию о составе разреженной среды в Космосе. Диапазон в сотни микрометров (субмиллиметровый) несет информацию о самых холодных телах и средах с температурой всего на несколько градусов выше абсолютного нуля. В настоящее время инфракрасное излучение широко используется в науке и технике. Однако чтобы наблюдать астрономические объекты, требуются более чувствительные приемники. Учитывая, что ИК-источники легче проходят сквозь межзвездную пыль, с 1960-х гг. начались обзоры звездного неба. С этого времени и родилась инфракрасная астрономия. Трудности использования ИК-излучения заключаются в том, что земная атмосфера для него практически непрозрачна, поэтому приборы приходится поднимать на большую высоту, устанавливать их либо высоко в горах, а еще лучше – на космических аппаратах. Наблюдение звездного неба во всех ИК-диапазонах принесло много открытий: например, все небо оказалось «засыпанным» красными и коричневыми карликами, в среднем диапазоне засветилась пыль, сосредоточенная в окрестностях многих звезд, появились еще несформировавшиеся звезды, окутанные газово-пылевыми облаками. Наконец, в дальнем ИК-диапазоне (100–200 мкм) картина неба кардинально изменяется – пропадают все, даже самые яркие звезды, наступает царство «инфракрасного неба»: Млечный путь светится целиком, но не звездами, а межзвездной пылью, обнаруживаются светящиеся облака, в которых рождаются звезды, в том числе пропиды [18], фиксируется много звездообразных источников из других галактик. Таким образом, межзвездная пыль – неотъемлемая составляющая вещества всех галактик.

Если огромные запасы космической пыли и протопланетных дисков были известны и ранее [2, 3, 13, 18, 19], то теперь получена важнейшая информация, что скрывается за огромными объемами холодной космической пыли. В спектрах протопланетных дисков были найдены полосы поглощения водяного льда, а спектральное изучение холодных облаков межзвездного молекулярного водорода привело к открытию в них кислорода, воды, метана и даже кристаллических кремниевых соединений. Но особый интерес вызывает обнаруже-

ние в среднем ИК-диапазоне многоатомных органических молекул – это полициклические ароматические гидрокарбонаты или РАН (Polycyclic Aromatis Hydrocarbons). Причем их излучение наблюдается в спектрах не только межзвездной среды нашей Галактики, но и в газовой среде в других галактиках, в том числе и самых далеких. Эти молекулы довольно устойчивы к высоким температурам и радиации. Поскольку звезды и планеты рождаются из газопылевого межзвездного газа, часть РАН-молекул вполне могла выжить в суровых условиях при образовании планет и оказаться в их атмосферах и на поверхности. Возможно, именно здесь надо искать ключ для объяснения возникновения первых следов жизни. В связи с этим сформулированы главные проблемы, на которые должны быть нацелены современные исследования в ИК-области [18].

1. Поиск и исследование холодной материи в Космосе (холодная межзвездная пыль, зарождающиеся звезды, коричневые карлики). В большинстве случаев они могут наблюдаться только в этом (инфракрасном) диапазоне и помогут решить проблему непрерывности масс от самых массивных планет-гигантов до «серых карликов» и далее к экзопланетам, не связанным с центральным энергетическим центром – звездой [2, 3, 13].

2. Поиск сложных молекулярных соединений во Вселенной, в том числе органических, с выяснением их состава, происхождения, условий их «выживания» и возможной роли в зарождении жизни.

3. Поиск возможностей существования жизни на экзопланетах (в США разработан план запуска космических обсерваторий «Terrestrial Planet Finder», NASA) и «Дарвин» (ESA, запуск не ранее 2015 г.).

4. Поиск самых далеких галактик, свет от которых шел к нам примерно 10 млрд лет; сравнение их с более близкими и молодыми галактиками, что дает уникальную возможность для познания эволюции галактик и звезд.

Вполне можно сказать, что изучение Вселенной с помощью инфракрасного излучения внесло не меньший вклад в ее изучение с помощью рентгеновского излучения [20] (рентгеновская обсерватория «Эйнштейн», спутник «Ухуру» и др.), приведшего к новому взгляду на Вселенную (открытие пульсаров, нейтронных звезд, ядерного синтеза в оболочках сверхновых звезд, открытие скоплений и сверхскоплений галактик). В частности, были выделены два рукава (составные части) эволюции

[18, 19] и подчеркнута важнейшая особенность перехода от первого рукава ко второму, связанная с наличием возбужденного состояния в 7,65 МэВ в ядре углерода. Создается ощущение, что оба рукава «склеены» каким-то искусственным способом. А. Д. Панов [19] приводит удачное сравнение – это «ключ и замочная скважина» – оставляя при этом открытым вопрос о существовании «создателей благоприятных условий» высокоразвитых цивилизаций, Высшем Разуме, Демиурге и т. д. Между тем А. Пензиас и Р. Уилсон создали в свое время [21, 22] вполне удовлетворительную модель образования химических элементов, исходя из модели Большого Взрыва. В течение первого миллиона лет после Большого Взрыва образуются вначале водород, дейтерий, гелий; за период 1 млн лет – 100 млн лет произошло образование звезд и галактик первого поколения, вслед за водородом и гелием в недрах звезд первого поколения галактик образуются более тяжелые элементы: Li, Be, B, C, N, O и т. д. до Fe включительно; вследствие расширения и охлаждения Вселенной происходит образование пыли (силикатных частиц); возникают первые вспышки новых и сверхновых звезд. 100 млн лет – 4,55 млрд лет назад началось образование звезд и галактик следующих (2-го и 3-го) поколений из пылегазовых туманностей, сформировавшихся в срывающихся оболочках при взрывах сверхновых звезд. Происходит образование остальных (расположенных за Fe) тяжелых элементов (до U включительно). Образование галактик, в том числе Млечного пути – около 3,5 млрд лет назад от начала «Большого Взрыва» или около 10 млрд лет назад; начало образования Солнечной системы – около 4,60–4,55 млрд лет назад [4, 19]. Главный вывод из сказанного: по крайней мере, важнейшие элементы жизни, то, что мы обычно называем предбиологической эволюцией, уже существовали изначально, задолго до образования Солнечной системы сначала в Дальнем Космосе [2, 3], охватывающем всю Вселенную в целом, а затем в Среднем Космосе (в Млечном пути), а после этого они «перекочевали» в Солнечную систему.

Основные составляющие нашей Вселенной по современным представлениям таковы: «тяжелые» элементы (а это все элементы периодической системы, кроме водорода) в планетах – 0,03 %; нейтрино – 0,30 %; звезды вместе с планетами, галактики, скопления галактик – 0,50 %; свободный водород и гелий – 4,00 %; скрытая материя, неоднородно распределенная в пространстве, гравитирующая, создающая гравитационные линзы, связанные с

галактиками – 30,00 %, именно она фиксируется в различных диапазонах длиной 5–7 мкм, 5–30 мкм и в сотни микрометров [18], а последний (дальний) диапазон (100–200 мкм) позволил произвести настоящую революцию, подтвердив существование скрытой гравитирующей материи, ярко светящейся, исходящей из центральной части нашей Галактики (в созвездии Стрельца). Вдали от галактической плоскости были обнаружены «инфракрасные циррусы» – волокнистые облака со сложной структурой на высоких галактических широтах. Многие звездообразные их источники совпадают с активными ядрами галактик и с квазарами, последние являются самыми яркими источниками ИК-излучения, большинство из них излучают в десятки раз интенсивнее, чем вся совокупность звезд нашей Галактики. Наконец, остальная часть невидимого мира принадлежит вакуумной «темной» энергии (darkenergy), равномерно распределенной по всему пространству, на нее приходится 65 % составляющей нашей Вселенной.

Заключение

Итак, после «Большого Взрыва» (~ 13,70 млрд лет назад) спустя 1 млн лет и далее в течение 100 млн лет происходило образование звезд и галактик первого поколения, а в их недрах более тяжелых элементов: Li, Be, B, C, N, O и т. д. до Fe включительно. Водород, дейтерий и гелий возникли раньше – в эру космологического нуклеосинтеза (3 мин 44 с – 4 мин 14 с). Вследствие охлаждения и расширения Вселенной появляются силикатные частицы в виде облаков пыли, в которой уже были предбиологические минеральные агрегаты, сформировавшиеся в результате, возможно, первых вспышек новых и сверхновых звезд. Это была первая предпосылка для возникновения жизни во Вселенной. В течение от 100 млн лет (от начала Большого взрыва) и вплоть до 4,55 млрд лет назад произошло образование звезд и галактик следующих (2-го и 3-го) поколений из пылегазовых туманностей, уже содержащих все тяжелые элементы, включая и трансурановые (актиноиды), сформировавшиеся в срывающихся оболочках при взрывах сверхновых звезд. Таким образом, к моменту времени образования нашей галактики – Млечного пути (около 3,5 млрд лет от начала Большого взрыва или около 10 млрд лет назад) и тем более к моменту образования Солнечной системы (около 4,55 млрд лет назад) Вселенная в целом, наша Метагалактика и Млечный путь содержали достаточное количество предбиологической субстанции.

Это было время предбиологической эволюции, на которое отводится не менее нескольких миллиардов лет, т. е. фактически со времени образования Млечного пути. Нужны были лишь благоприятные условия (революционный скачок) для ее перехода в состояние жизни. Наконец, высказанные в статье представления о существовании предбиологической субстанции до появления Солнечной системы и Земли снова нас возвращают на новом научном материале к принципу Вернадского – Реди [7] – «*omne vivum e vivo*» – «все живое от живого». Предполагается, что практически почти сразу после «Большого Взрыва», вместе с рождением химических элементов: сначала до Fe включительно, а затем до трансурановых включительно возникли органические соединения, которые вполне могли взять на себя роль предбиологических молекул. Во Вселенной их существование возможно после 100 млн лет после «Большого Взрыва». До образования Млечного пути (3,5 млрд лет от «Большого Взрыва» или около 10 млрд лет назад) и до образования Солнечной системы (около 4,55 млрд лет) предбиологическая субстанция могла пройти длительный путь эволюции, измеряемый первыми миллиардами лет еще до образования Солнечной системы. В этом случае снимается «трудный вопрос» о кратковременности предбиологической эволюции, который возникал неизбежно, если истоки жизни связывались только с Солнечной системой и с Землей, т. е. с возрастом 3,8 млрд лет.

Очень близкие, но на более широкой эволюционной основе развивает идеи в этой области А. Д. Панов [19]. По его мнению, эволюция материи, начавшаяся с Большого Взрыва, не заканчивается стадией образования человека разумного («Разума»), а, по всей вероятности, продолжается, что должно привести к возникновению «сверхразумных» форм, в качестве возможной модели этой эволюции он называет «галактическое культурное поле», главной чертой которого он называет необ-

ходимый обмен информацией между космическими цивилизациями и делает оптимистический вывод относительно программы SETI – «возможно, через нее Вселенная реализует свой потенциал к саморазвитию, используя разум как промежуточную ступень эволюции». Важно отметить, что А. Д. Панов говорит о планетарной эволюции во всей Вселенной (а не в нашей галактике и Солнечной системе) и о ее качественном единстве. Для Земли эту эволюцию он именуется как масштабно-инвариантный аттрактор эволюции с выделением максимальной ее скорости, которую он называет точкой сингулярности. На построенном временном графике он разделяет эволюцию на добиосферную и биосферную. В составе последней он выделяет возникновение жизни, неопротерозойскую революцию, палеозой, мезозой, кайнозой, социальную ветвь, четвертичный период, Олдувай, Шеель, Ашель, Мустье, верхнепалеолитическую и неолитическую революции, городскую революцию, осевую революцию, средневековье, промышленную революцию. Весьма важным является положение о разделении эволюции на два связанных между собой рукава: до образования тяжелых элементов в звездах и после. Отдельно исследуются инварианты второго рукава (от образования тяжелых элементов до возникновения Жизни и Разума).

Таким образом, знакомство с литературой о происхождении жизни за последние 15–20 лет позволяет предполагать, что в формировании нашей биосферы, возможно, не обошлось без космического «семени». Закончить статью хочется словами известного английского ученого Стивена Хокинга: «И тогда все мы, философы, ученые и просто обычные люди можем принять участие в дискуссии о том, почему так произошло, что существуем мы и существует Вселенная. И если будет найден ответ на такой вопрос, это будет полным триумфом человеческого разума, ибо тогда нам станет понятен замысел Бога» [23].

ЛИТЕРАТУРА

1. Жабин А. В. К вопросу о происхождении железистых кварцитов Курской серии КМА / А. В. Жабин, В. И. Сиротин // ДАН. – 2009. – Т. 427. – № 1. – С. 64–66.
2. Сиротин В. И. Сравнительная планетология / В. И. Сиротин // Труды НИИ Геологии ВГУ. – Воронеж : Воронежский государственный университет, 2006. – Вып. 36. – 161 с.
3. Сиротин В. И. Сравнительная планетология: учебное пособие / В. И. Сиротин ; Воронежский государственный университет. – Воронеж : Издательско-

полиграфический центр Воронежского государственного университета, 2009. – 168 с.

4. Сиротин В. И. О предбиологической эволюции органических соединений и биологических формах в железистых кварцитах КМА / В. И. Сиротин, А. В. Жабин // Биогосферные исследования состояния и динамики природной среды : труды НИИ Геологии ВГУ. – Воронеж, 2007. – Вып. 44. – С. 179–183.

5. Сиротин В. И. О биологических формах в породах архея и раннего протерозоя Курской магнитной аномалии и Кольского полуострова / В. И. Сиротин, А. В. Жабин // ДАН. – 2008. – Т. 419. – № 3. – С. 378–380.

6. Конди К. Архейские зеленокаменные пояса / К Конди. – М. : Мир, 1983. – 392 с.
7. Вернадский В. И. Химическое строение биосферы и ее окружения / В. И. Вернадский. – М. : Наука, 2001. – 376 с.
8. Гипдилис Л. М. Эволюция и внеземные цивилизации / Л. М. Гипдилис // Земля и Вселенная. – 2008. – № 4. – С. 85–92.
9. Кальвин М. Химическая эволюция. Молекулярная Эволюция, приводящая к возникновению живых систем на Земле и на других планетах / М. Кальвин. – М. : Мир, 1971. – 240 с.
10. Кометы и происхождение жизни. – М., 1984. – 228 с.
11. Бернал Дж. Возникновение жизни / Дж. Бернал. – М. : Мир, 1969. – 392 с.
12. Хоровиц Н. Поиски жизни в Солнечной системе / Н. Хоровиц. – М. : Мир, 1988. – 187 с.
13. New the solar System. – Cambridge : Cambridge university press, 1999. – 421 p.
14. Шоу Д. М. Развитие ранней континентальной коры. Ч. 2. Доархейская, протоархейская и более поздние эры / Д. М. Шоу // Ранняя история Земли. – М. : Мир, 1980. – С. 40–63.
15. Витязев А. В. Ранняя эволюция Земли / А. В. Витязев // Земля и Вселенная. – 1990. – № 2. – С. 18–24.
16. Гаррелс Р. М. Эволюция осадочных пород / Р. М. Гаррелс, Ф. Г. Маккензи. – М. : Мир, 1974. – 271 с.
17. Хаин В. Е. Основные проблемы современной геологии (геология на пороге XXI в.) / В. Е. Хаин. – М. : Наука, 1994. – 190 с.
18. Засов А. В. Инфракрасное небо / А. В. Засов // Земля и Вселенная. – 2008. – № 4. – С. 3–16.
19. Панов А. Д. Универсальная эволюция и проблема поиска внеземного Разума (SETI) / А. Д. Панов. – М. : Изд-во ЛКИ, 2008. – 208 с. (Синергетика в гуманитарных науках).
20. Джаккони Р. Рентгеновская обсерватория «Эйнштейн» / Р. Джаккони // Современные проблемы астрофизики : сб. ст. – М. : Знание, 1991. – № 9. – С. 17–39.
21. Пензиас А. Происхождение элементов / А. Пензиас // Современные проблемы астрофизики : сб. ст. – М. : Знание, 1980. – С. 3–18.
22. Уилсон Р. Космическое микроволновое фоновое излучение / Р. Уилсон // Современные проблемы астрофизики : сб. ст. – М. : Знание, 1980. – С. 18–40.
23. Хокинг С. От большого взрыва до черных дыр. Краткая история времени / С. Хокинг. – М. : Мир, 1990. – 168 с.

Рецензент И. И. Косинова

*Воронежский государственный университет
В. И. Сиротин, доктор геолого-минералогических наук, профессор, заведующий кафедрой общей геологии и геодинамики
Тел. 8 (4732) 208-980
ogg@geol.vsu.ru*

*Voronezh State University
V. I. Sirotnin, Doctor of the Geological and Mineralogical Sciences, Professor, Head of Geodynamics and Geological Processes
Tel. 8 (4732) 208-980
ogg@geol.vsu.ru*