***".„Есть что-то неправдоподобное в динамике эволюции человека, когда прыгающее с ветки на ветку животное, в короткий срок сумело стать двуногим, изобрести цветной телевизор и даже слетать в космос".***

В самом-самом начале, когда ещe ничего не было… так ничего и не случилось. Для того чтобы хоть что-то произошло, должно хоть что-нибудь быть. Поэтому, откуда взялись мельчайшие частицы, не имеющие массы покоя, типа нейтрино, – неизвестно, но именно такие частицы, сталкиваясь, теряя энергию движения и объединяясь, до сих пор дают начало тому, что мы называем кварками, квантами, альфа;,бета и т.д.- частицами, корпускулами и так далее и тому подобное. У этих образований тоже иногда отсутствует масса покоя, но они значительно спокойнее и уже они являются строительным материалом для элементов таблицы Менделеева.

Откуда взялись звезды, солнце, луна, моря, горы? Что было до нас и что будет после? Что движет жизнью на земле? Подобные вопросы возникают в душе каждого человека. Ученые босновывают свои теории накопив солидный научный потенциал знаний и хорошо систематизировав его. «Научная картина мира» весьма распространна среди современных людей, и именно эта точка зрения будет здесь рассмотрена.

Проблема возникновения жизни на Земле издавна не дает многим покоя. С тех пор, как человек начал задаваться вопросом, откуда произошло все живое прошло много лет, и за все это время рассматривалось множество гипотез и предположений о зарождении жизни. Религиозная теория, теория самозарождения, теория панспермии, теория вечного существования жизни... Человечество до сих пор не может до конца разгадать эту загадку. За основную теорию возникновения жизни, тем не менее, принимается теория, предложенная А. И. Опариным в первой половине ХХ века. Она основана на предположении о химической эволюции, которая постепенно переходит к биохимической, а затем -- к биологической эволюции. Образование клетки явилось сложнейшим явлением. Но оно и положило начало развитию жизни и всему ее многообразию. Итак, с чего же все начиналось?

Жизнь заполняет все уголки нашей планеты. Океаны, моря, озера, реки, горы, равнины, пустыни, даже воздух населены живыми существами. Миллиарды лет жизнь шествует по Земле как уникальная самоорганизующаяся система. Она знала периоды расцвета, исторических испытаний и тяжелых кризисов, прежде чем достигла в наши дни своего великолепного богатства. Сегодня науке известно около 4,5 млн. видов животных и растений. Предполагается, что за всю историю жизни на Земле существовало около 4,5 млрд. видов животных и растений.

Как же появились эти виды? Во все ли эпохи истории Земли растительный и животный мир был таким, как сейчас?

Для науки очевидно, что современный животный и растительный мир представляет собой лишь обложку той великой книги, которую изучает палеонтология. Окаменевшие останки живших некогда существ, которые содержатся в земных пластах, записали историю своей эволюции и ее связь с изменениями окружающей среды.

С незапамятных времен происхождение жизни было загадкой для человечества. С момента своего появления благодаря труду человек начинает выделяться среди остальных живых существ. Но способность задавать себе вопрос «откуда мы?» человек получает сравнительно недавно — 7-8 тыс. лет назад, в начале нового каменного века (неолита). Первые примитивные формы веры в нереальные, сверхъестественные или божественные силы, существовавшие уже 35-40 тыс. лет назад, расширяются и укрепляются. Человек понимает, что он смертен, что одни рождаются, а другие умирают, что он создает орудия труда, обрабатывает землю и получает ее плоды. А что же лежит в основе всего, кто первосоздатель, кто создал землю и небо, животных и растения, воздух и воду, день и ночь, и, наконец, самого человека?

Первым возникло представление о сотворении мира как о «творческом акте» бога, и этот миф лежит в основе всех религий. В Библии говорится: «В начале Бог создал небо и землю»; на четвертый день Бог распоряжается: «Да произведет вода обильное множество одушевленных гадов, и птицы да летают над землей в небесном просторе». Вторая часть творения: «И создал Бог Человека по своему образу и подобию». И наконец: «Господь Бог создал женщину из ребра, которое взял от человека, и привел ее к человеку» (Бытие, 1:2-31; 2:21-22).

Как сборник различных по времени написания и по содержанию произведений древнееврейской культуры Библия (ее древнейшая часть известна с IX в. до н.э.) заимствовала представления о сотворении мира из древневавилонских и древнеегипетских мифов. Эти мифы — продукт чистой фантастики и мистицизма, но они показывают нам, какими были древние представления о происхождении мира. Впрочем, они властвовали умами людей на протяжении тысячелетий; многие верят в них даже и сегодня.

Древнегреческие философы Милетской школы (VIII-VI вв. до н.э.) принимали идею возникновения живых существ из воды либо из различных влажных или гниющих материалов, что было результатом непосредственного влияния вавилонской культуры. Но еще Фалес (624-547 гг. до н.э.) оспаривал мифологические представления и создал стихийно-материалистическое мировоззрение с элементами диалектики. Согласно Фалесу и его последователям, возникновение живых существ из воды произошло без какого-либо вмешательства духовных сил; жизнь есть свойство материи.

Яркое материалистическое развитие идеи самозорождения живых существ осуществляется позже в трудах Демокрита (460-370 гг. до н.э.) и Эпикура (341-270 гг. до н.э.). По мнению этих философов, возникновение живых существ — естественный процесс, результат природных сил, а не «акта творения» внешних сил.

Аристотель (384-322 гг. до н.э.) признавал бога за высшую форму и перводвигатель. Согласно Аристотелю, организмы могут происходить от организмов, но вместе с тем могут возникать и от неживой материи. Он считает, что материя лишь пассивное начало, возможность, которая может осуществиться только через определенную форму. Бытие содержит внутреннюю цель развития (энтелехию). По Аристотелю, именно энтелехия как целеустремленная внутренняя сущность вдыхает жизнь в материю. Взгляды Аристотеля почти на 2000 лет определяют судьбу идеи о самозарождении жизни.

Только в середине XVII в. тосканский врач Франческо Реди (1626-1698) предпринимает первые опыты по самозарождению. В 1668 г. он доказал, что белые черви, которые встречаются в мясе, являются личинками мух; если мясо или рыбу закрыть, пока они свежие, и предотвратить доступ мух, то они, хотя и сгниют, но не произведут червей.

Сегодня опыты Реди выглядят наивными, но они представляли собой первый прорыв фронта мистических представлений о формировании живых существ.

Почти через 200 лет после Реди в 1862 г. великий французский ученый Луи Пастер (1822-1895) публикует свои наблюдения по проблеме произвольного самозарождения. Он доказывает, что внезапное возникновение («спонтанное самозарождение») микробов в различных видах гниющих настоек или экстрактов не есть возникновение жизни. Гниение и брожение — это результат жизнедеятельности микроорганизмов, чьи зародыши внесены извне. Микробы — сложно устроенные организмы и могут производить себе подобные существа, то есть живое происходит от живого. Как ученый, который доверяет только результатам научных опытов, Пастер не делает глубоких выводов о происхождении жизни. Однако его исследования окончательно разрушили вековые предрассудки о спонтанном самозарождении.

Крушение учения о самозарождении привело некоторых известых ученых к мысли, что жизнь никогда не возникала, а, как материя или энергия, существовала вечно. Согласно этому представлению, «зародыши жизни» блуждают в космическом пространстве до тех пор, пока не попадают на подходящую по своим условиям планету — там они и дают начало биологической эволюции. Эту идею, высказанную еще в V в. до н.э. греческим философом Анаксагором, поддерживали Герман ван Гельмгольц (1821-1894) и Уильям Томсон (позднее лорд Кельвин; 1824-1907).

Гельмгольц говорил, что во Вселенной должно существовать много других миров, несущих жизнь, которые время от времени разрушаются при столкновении с другими космическими телами, а их обломки с живыми растениями и животными рассеиваются в пространстве.

Эта идея была тщательно разработана в 1908 г. шведским химиков Сванте Аррениусом (1859-1927), который назвал свою теорию панспермией. Развивая идеи Гельмгольца и Кельвина, он высказал несколько собственных соображений, предположив, что бактериальные споры и вирусы могут уноситься с планеты, где они существовали, под действием электростатических сил, а затем перемещаться в космическое пространство под давлением света звезд. Находясь в космическом пространстве, спора может осесть на частицу пыли; увеличив тем самым свою массу и преодолев давление света, она может попасть в окрестности ближайшей звезды и бужет захвачена одной из планет этой звезды. Таким образом, живая материя способна переноситься с планеты на планету, из одной звездной системы в другую.

Во второй половине XIX в. также высказывается предположение, что жизнь возникла в первичном океане из неорганического вещества в результате природного процесса.

3 мая 1924 г. на собрании Русского ботанического общества молодой советский ученый А. И. Опарин с новой точки зрения рассмотрел проблему возникновения жизни. Его доклад «О возникновении жизни» стал изходной точкой нового взгляда на вечную проблему «откуда мы пришли?». Пять лет спусля независимо от Опарина сходные идеи были развиты английским ученым Дж. Холдейном. Общим во взглядах Опарина и Холдейна является попытка объяснить возникновение жизни в результате химической эволюции на первичной Земле. Оба они подчеркивают огромную роль первичного океана как огромной химической лаборатории, в которой образовался «первичный бульон», а кроме того, и роль энзимов — органических молекул, которые многократно ускоряют нормальный ход химических процессов. В дополнение к этому Холдейн впервые высказывает идею, что первичная атмосфера на Земле, «вероятно, содержала очень мало или вообще не содержала кислорода».

В 1952 г. Гарольд Юри (1893-1981) самостоятельно пришел к выводу, что атмосфера молодой Земли имела восстановленный характер, то есть к завершению процесса формирования Земля имела сильно восстановленную атмосферу, так как ее основными составляющими были водород и полностью восстановленные формы углерода, азота и кислорода: метан, аммиак и пары воды. Гравитационное поле Земли не могло удержать легкий водород, — и он постепенно улетучился в космическое пространство. Вторичным следствием потери свободного водорода было постепенное окисление метана до диоксида углерода, а аммиака — до газообразного азота, которые через определенное время превратили атмосферу из восстановительной в окислительную. Юри предполагал, что именно в период улетучивания водорода, когда атмосфера находилась в промежуточном окислительно-восстановительном состоянии, на Земле могло образоваться в больших количествах сложное органическое вещество. По его оценкам, океан, по-видимому, представлял тогда собой однопроцентный раствор органических соединений. В результате возникла жизнь в ее самой примитивной форме.

Первое необходимое условие возникновения жизни имеет общекосмический характер. Оно связано с единой химической основой Вселенной. Жизнь развивается на этой единой основе, отражающей как количественные, так и качественные особенности отдельных химических эелементов. Это допущение приводит к заключению, что на любой планете во Вселенной, которая похожа на нашу по массе и расположению относительно центральной звезды, может возникнуть жизнь. «Согласно представлениям видного американского астронома Х.Шепли, во Вселенной имеется 108 космических тел (планет или звезд-лилипутов), на которых может возникнуть и существовать жизнь».[[1]](#footnote-1)

Главное условие возникновения жизни имеет планетарную причину и определяется массой планеты, то есть жизнь, подобная земной, могла возникнуть и развиться на планете, масса которой имеет строго определенную величину. Если масса планеты больше чем 1/20 массы Солнца, на ней начинаются интенсивные ядерные реакции, что повышает ее температуру, и она светится, как звезда.

Из планет Солнечной системы кроме Земли подходящую массу имеют Венера и Марс, но там отсутствуют другие условия.

Особенно важным условием возникновения жизни является наличие воды. Значение воды для жизни исключительно. Это обусловлено ее специфиескими термическими особенностями: огромной теплоемкостью, слабой теплопроводностью, расширением при замерзании, хорошими свойствами как растворителя и др. Эти особенности обусловливают круговорот воды в природе, который играет очень важную роль в геологической истории Земли.

Сейчас имеются достаточно интересные сведения о наличии органических соединений во Вселенной. Источники этих сведений — естественные посланцы космоса на Землю, метеориты.

Метеориты - это малые космические тела, которые падают на Землю. Они являются осколками астероидов. Масса астероидов обычно превышает 50 кг. По составу различают каменные, железные и железнокаменные метеориты. По особенностям структуры и наличию сферических образований (хондр) некоторые каменные метеориты называются хондритами. Особый интерес представляют углистые хондриты, которые составляют 5% от общего числа метеоритов, ежегодно падающих на поверхность Земли.

Этому есть две причины:

* вероятность того, что при их изучении будут получены данные о добиологической эволюции органических молекул;
* неясность происхождения ряда элементов их структуры — до последнего времени некоторые исследователи считали минеральные образования в хондритах фосфатизированными микроорганизмами.

Эти интересные объекты представляют собой не претерпевшие существенных изменений «обломки протосолнечной туманности». Они считаются первичными, поскольку образовались одновременно с Солнечной системой. Метеориты слишком малы, чтобы иметь собственную атмосферу, но по относительному содержанию нелетучих элементов углистые хондриты весьма сходны с Солнцем. Их минеральный состав свидетельствует о том, что они сформировались при низкой температуре и действию высоких температур никогда не подвергались. Они содержат до 20% воды (связанной в виде гидратов минералов) и до 10% органического вещества.

При исследовании двух метеоритов — первый упал в 1950 году возле Мори (шт. Кентукки, США), а второй — у Мерчисона (шт. Виктория, Австралия) в 1969 году — в их составе обнаружены отдельные аминокислоты — строительный материал белков в живых организмах. В метеорите Мерчисон открыты и жирные кислоты, из которых построены жиры в живых тканях.

Из аминокислот идентифицированы глутаминовая кислота, пролин, глицин, саркозин, аланин, валин и 2-метилаланин, а из жирных кислот — 17 видов.

Жирные кислоты земных организмов имеют четное количество углеродных атомов тогда как жирные кислоты с нечетным количеством атомов углерода нехарактерны для живых тканей на Земле. При химических реакциях, которые осуществляются без участия живых существ или веществ биогенного происхождения, образуется приблизительно равное количество жирных кислот с четным и нечетным количеством атомов углерода. То же показывают и результаты анализа метеорита Мерчисон.

Имеются убедительные свидетельства в пользу того, что аминокислоты и углеводородные соединения в метеорите Мерчисон имеют явно эндогенное происхождение и не являются результатом внешнего загрязнения:

* преобладание глицина над другими аминокислотами;
* положительные величины показателя 13С;
* наличие аминокислот, которые несвойственны белкам.

В период с 1968 по 1970 гг. с помощью радиоспектрометрии были открыты органические молекулы в межзвездном пространстве, что, безусловно, пополнило наши знания об органической химии Вселенной. Были опубликованы первые сообщения об открытии воды, формальдегида и аммиака в отдельных областях нашей Галактики.

Гидроксил ОН, формальдегид Н2СО и окись углерода СО — самые распространенные молекулы в межзвездной среде. Они обнаруживаются повсюду в Галактике, тогда как в отдельных межзвездных областях встречаются и другие соединения. В нашей Галактике существует около 3000 таких туманностей, плотность которых больше плотности межзвездной среды; молекулы здесь возникают чаще. Атомы углерода играют главную роль в образовании органических молекул, которые имеют в живых организмах основное значение.

При таком положении возникновение жизни выглядит неизбежным. В туманностях космического пространства уже при образовании звезд и планет возникают молекулы, которые приводят к формированию более сложных молекул аминокислот, жирных кислот, пуринов, пиримидинов и других главных составных элементов жизни.

Теория химической эволюции — современная теория происхождения жизни — также опирается на идею самозарождения. Однако, в основе ее лежит не внезапное возникновение живых существ на Земле, а образование химических соединений и систем, которые составляют живую материю. Она рассматривает химию древнейшей Земли, прежде всего химические реакции, протекавшие в примитивной атмосфере и в поверхностном слое воды, где, по всей вероятности, концентрировались легкие эелементы, составляющие основу живой материи, и поглощалось огромное количество солнечной энергии. Эта теория пытается ответить на вопрос: каким образом в ту далекую эпоху могли самопроизвольно возникнуть и сформироваться в живую систему органические соединения?

Большинство современных специалистов убеждены, что возникновение жизни в условиях первичной Земли есть естественный результат эволюции материи. Это убеждение основано на доказанном единстве химической основы жизни, построенной из нескольких простых и самых распространенных во Вселенной атомов.

Исключительное морфологическое разнообразие жизни (микроорганизмы, растения, животные) осуществляется на достаточно единообразной биохимической основе: нуклеиновые кислоты, белки, углеводы, жиры и несколько более редких соединений типа фосфатов.

Основные химические элементы, из которых посторена жизнь, — это углерод, водород, кислород, азот, сера и фосфор. Очевидно, организмы используют для своего строения простейшие и наиболее распространенные во Вселенной элементы, что обусловлено самой природой этих элементов. Например, атомы водорода, углерода, кислорода и азота имеют небольшие размеры и способны образовывать устойчивые соединения с двух- и трехкратными связями, что повышает их реакционную способность. Образование сложных полимеров, без которых возникновение и развитие жизни вообще невозможны, связано со специфическими химическими особенностями углерода.

Другие два биогенных элемента — сера и фосфор — присутствуют в относительно малых количествах, но их роль для жизни особенно важна. Химические свойства этих элементов также дают возможность образования кратных химических связей. Сера входит в состав белков, а фосфор — составная часть нуклеиновых кислот.

Кроме этих шести основных химических элементов в постороении организмов в малых количествах участвуют натрий, калий, магний, кальций, хлор, а также микроэлементы: железо, марганец, кобальт, медь, цинк и небольшие следы алюминия, бора, ванадия, иода и молибдена. Следует отметить и некоторые исключительно редкие атомы, которые встречаются случайно и в ничтожных количествах.

Следовательно, химическая основа жизни разнообразится еще 15 химическими элементами, которые вместе с шестью основными биогенными элементами участвуют в различных соотношениях в строении и осуществлении функций живых организмов. Этот факт особенно показателен в двух отношениях: 1) как доказательство единства происхождения жизни и 2) в том, что сама жизнь, являющаяся результатом самоорганизации материи, включила в эволюцию биологических макромолекул не только все самые распространенные элементы, но и все атомы, которые особенно пригодны для осуществления жизненных функций (например, фосфор, железо, иод и др.). Как отмечает советский ученый М.Камшилов, «для осуществления функций жизни важны химические свойства ее атомов, к которым, в частности, относятся квантовые особенности». Не только структура, обмен веществ, но даже и механические действия живых организмов зависят от составляющих их молекул. Это, однако, не означает, что жизнь может быть сведена просто к химическим закономерностям.

Жизнь — одно из сложнейших, если не самое сложное явление природы. Для нее особенно характерны обмен веществ и воспроизведение, а особенности более высоких уровней ее самоорганизации обусловлены строением более низких уровней.

Современная теория происхождения жизни основана на идее о том, что биологические молекулы могли возникнуть в далеком геологическом прошлом неорганическим путем. Сложную химическую эволюцию обычно выражают такой обобщенной схемой: ***атомы → простые соединения → простые биоорганические соединения → макромолекулы → организованные системы***. Начало этой эволюции положено нуклеосинтезом в Солнечной системе, когда образовались основные элементы, в том числе и биогенные. Начальное состояние — нуклеосинтез — быстро переходит в процесс образования различных по сложности химических соединений. Этот процесс протекает в условиях первичной Земли со все нарастающей сложностью, обусловленной общекосмическими и конкретными планетарными предпосылками.

Издавна было известно, что химики могут синтезировать органические вещества, но идея постановки отдельных опытов по синтезу органических веществ путем воспроизведения условий первичной Земли представлялась не менее фантастичной, чем многие гипотезы. Разумеется, никто не считает, что можно точно воспроизвести условия гигантской естественной химической лаборатории, какой была Земля 4,5 - 5 млрд. лет назад. Речь идет о приблизительном моделировании теоретически предполагаемых условий первичной Земли: бескислородная атмосфера, наличие исходных химических соединений: метана, воды, аммиака и источника (источников) энергии.

Первый целенаправленный опыт по синтезу органических молекул, пригодных для развития жизни, из предполагаемых исходных компонентов ранней земной атмосферы был проведен В.Гротом и Х.Зюссом в 1938 году. После облучения ультрафиолетовыми лучами газовой смеси СО2 и Н2О они получили формальдегид и глиоксал. По мнению Грота и Зюсса, результаты этих опытов объясняют образование некоторых органических соединений, «которые, вероятно, были необходимой предпосылкой эволюции органической жизни».

Позже У. Харрисон, М. Кальвин и другие (1951) подвергают экспериментальной проверке идеи Опарина и Холдейна. Они облучали α-частицами водные растворы, содержащие ионы двухвалентного железа, которые находились в равновесии с газовой смесью двуокиси углерода и водорода. Получены формальдегид, муравьиная и янтарная кислоты. В 1953 году Стэнли Миллер, аспирант-астрофизик знаменитого Г. Юри в Чикагском университете проводит опыт, который позже был назван классическим. Газовая смесь метана, аммиака, водяных паров и водорода (доступа свободного кислорода в колбу не было) подвергалась Миллером воздействию сильных электрических разрядов, при этом получались аминокислоты, сахара и ряд других органических соединений. Огромное значение опыта Миллера состоит в доказательстве возможности неорганического пути образования белковоподобных молекул в условиях первичной Земли.

Опыт Миллера обогатил науку и послужил сильным толчком к новым исследованиям. Т. Павловская и А. Паскинский в Институте биохимии АН СССР своими опытами и термодинамическими расчетами доказали возможность образования сложных органических веществ в условиях первичной Земли. А.Уилсон, добавляя серу к исходной смеси Миллера, получил крупные полимерные молекулы с 20 и более атомами углерода. С. Поннамперума использовал в опытах ультрафиолетовую лампу как источник энергии — ведь в условиях молодой Земли ультрафиолетовое излучение давало основную энергию. Поннамперума сумел получить не только аминокислоты и пурины (строительные блоки соответственно для белков и нуклеиновых кислот), но и синтезировал эти молекулы в полимеры. С.Фокс из Института молекулярной эволюции в Майами синтезировал почти все аминокислоты, без которых жизнь была бы невозможна. Фокс «сварил» из аминокислот так называемые «термические протеноиды», близкие по составу к белкам. При этом протеноиды превратились в приготовленном Фоксом бульоне в тонкие капли, подобные коацерватам Опарина. Именно с таких образований началась, согласно Опарину, жизнь на Земле.

Список экспериментальных исследований очень велик. Основные их результаты показывают, что химическая эволюция не плод досужего ума, а закономерный естественный процесс, который закладывает основы жизни.

Первые препятствия, которые встретились на пути развития органических молекул, это новые условия на молодой Земле. Наряду с влиянием космических факторов (жизнь от своего возникновения до настоящего времени еще откликается на солнечные бури!) появляются новые специфические планетарные факторы: развитие литосферы, атмосферы и гидросферы.

Это было не только простым препятствием перед ранней эволюцией; жизнь сама создала область своего существования - биосферу. Некоторые специалисты правомерно считают, что родоначальником жизни был не первый организм, а первая биосфера. «Жизнь не есть внешне случайное явление на земной поверхности, - пишет видный советский ученый академик В.И.Вернадский. - Она связана теснейшим образом со строением земной коры, вмешивается в ее механизм и выполняет функции величайшего значения в этом механизме». В своей миллиардолетней истории организмы связаны сложной цепью взаимодействия между собой и в то же время как целое и как отдельные единицы находятся в тесном взаимодействии с Землей: земной поверхностью, водными бассейнами, воздухом. С момента своего возникновения живые организмы начинают играть исключительно важную и разнообразную геологическую роль. Они выступают не только как великие конструкторы, но и как замечательные двигатели и регуляторы ряда сложных геологических и геохимических процессов.

Земля как отдельная планета образовалась на первом, космическом, этапе химической эволюции. На нем создается первый уровень организации в сложной системе Земли. Этот этап продолжался около одного миллиарда лет. Второй этап тесно связан с космическим, от которого его трудно отделить. В начале этого этапа (первые 100 миллионов лет) Земля образует более 80% своей массы. Этот этап не просто время, а в полном смысле слова знаменательная эпоха, когда образуются первые минералы, первые слои и формируется макроструктура планеты с ее геосферами.

Итак, земная кора уже твердая, но все еще тонкая и подвержена размягчению в отдельных областях вследствие тектонических напряжений. Она состоит главным образом из соединений кремния, алюминия, железа, кальция, магния, натрия, калия, а также ряда малозначимых соединений, в том числе и органических веществ. В мантии под корой вследствие гравитационного разделения накапливаются преимщественно силикаты железа и магния.

Роль земной коры для молекулярной эволюции очень велика. Из нее организмы черпают металлы и другие неорганические и органические компоненты, необходимые для построения тела и обмена веществ.

Земная кора дает опору жизни, но ее колыбелью становятся первые водные бассейны. Действительно, существуют некоторые гипотезы, согласно которым жизнь возникла не в водном бассейне, а на земной поверхности в пыли, образованной микрометеоритным «дождем».

Жизнь, такая, как мы ее знаем, не могла возникнуть без свободной воды. Для живой материи необходима именно свободная, а не связанная в гидраты вода или лед, которые обнаруживаются в метеоритах или на жругих планетах.

Наличие воды в телах организмов указывает на ее огромное значение для жизненных процессов. Низшие организмы содержат 95-99% воды, а высшие — 75-80%. При уменьшении ее количества до определенного уровня наступает смерть.

Трудно описать состояние гидросферы в первые 100-200 миллионов лет существования Земли. По мнению многих, на молодой Земле было около одной десятой массы воды, содержащейся в современном океане. Остальные девять десятых образовались позже за счет дегазации внутренних частей Земли. Именно в результате выделения газа и пара из мантии сформировались гидросфера и атмосфера. В веществе мантии содержится 0,5% воды, но даже 10% этого количества достаточно для образования всего сегодняшнего объема океана. Вероятно, океанская вода с самого начала была соленой. При дегазации вещества мантии воды насыщались анионами хлора, брома и других элементов, а также СО2, H2S, SO2. Это создавало легкий кислотный характер праокеану, который нейтрализовался за счет щелочных компонентов, вызываемых дождями из базальтовой коры и выносившихся реками в океан. Это катионы натрия, магния, кальция, калия и других элементов.

Ранняя эволюция гидросферы (океаны, моря, континентальные бассейны) протекала при отсутствии газообразного кислорода. В этих условиях и при наличии бескислородной атмосферы могли возникнуть только анаэробные организмы.

Океанологи установили, что органическое вещество встречается во взвешенном состоянии в виде отдельных частиц гораздо чаще, чем считалось раньше. Полагают, что основную роль в формировании таких скоплений органических веществ играет образование пены в океане. Органические вещества образуют тонкую мономолекулярную пленку на поверхности океана, которая разрушается волнами. Взбитые этими волнами они приобретают сферическую форму и падают снова в воду, при этом они могут погрузиться на некоторую глубину и сохраняться там в виде мелких коацерватных капель.

Коацерватную гипотезу развил в 1924 году Опарин. Коацервация — это самопроизвольное разделение водного раствора полимеров на фазы с различной их концентрацией. Коацерватные капли имеют высокую концентрацию полимеров. Часть этих капель поглощали из среды низкомолекулярные соединения: аминокислоты, глюкозу, примитивные катализаторы. Взаимодействие молекулярного субстрата и катализаторов уже означало возникновение простейшего метаболизма внутри протобионтов («протобионты» по терминологии Опарина — первые белковые структуры). Обладавшие метаболизмом капли включали в себя из окружающей среды новые соединения и увеличивались в объеме. Когда коацерваты достигали размера, максимально допустимого в данных физических условиях, они распадались на более мелкие капельки, например, под действием волн. Мелкие капельки вновь продолжали расти и затем образовывать новые поколения коацерватов.

Постепенное усложнение протобионтов осуществлялось отбором таких коацерватных капель, которые обладали преимуществом в лучшем использовании вещества и энергии среды. Отбор как основная причина совершенствования коацерватов до первичных живых существ — центральное положение в гипотезе Опарина.

Процесс концентрации органических веществ может происходить при отливах, испарении воды в лагунах, а также при волнении (как отмечено выше). Научные данные все больше подтверждают, что жизнь возникла не в открытом океане, а в шельфовой зоне моря или в лагунах, где были наиболее благоприятные условия для концентрации органических молекул и образования сложных макромолекулярных систем.

Биохимическая эволюция начинается с момента образования земной коры, то есть около 4,5 млрд. лет назад. Ее корни уходят в ранний космический этап химической эволюции. Находки древнейших молекулярных ископаемых возрастом 3,5-3,8 млрд. лет показывают, что биохимическая эволюция, которая привела к образованию первой клетки, продолжалась около миллиарда лет. Образование клетки и было самым трудным на этом долгом пути.

Как уже отмечалось, исходный материал для биохимической эволюции был заготовлен раньше, на космическом этапе развития и в начале формирования первичных литосферы, гидросферы и атмосферы. Для этого имелось достаточно источников энергии: солнечное излучение, тепловая энергия земных недр, высокоэнергетическая радиация, электрические разряды (молнии и гром, при котором возникают сильные ударные волны). Вероятно, тогда же и возникли основы естественного отбора важных биохимических молекул.

Имевшееся количество химических элементов и наличие мощных источников энергии приводят к образованию огромного количества молекул. Путем конденсации (концентрации) этих простых молекул (метан, аммиак, вод а др.) образуются основные биохимические молекулы: некоторые аминокислоты, являющиеся основой белков; некоторые органические основания, такие, как аденин, которые являются компонентами нуклеиновых кислот; некоторые сахара, например рибоза, и их фосфаты; простые азотосодержащие молекулы, например порфирины, которые являются важным компонентом ферментов (энзимов) и т.п. На следующем этапе происходит укрупнение молекул и формирование сложных макромолекул, важнейших компонентов так называемого «первичного бульона», в котором происходит полимеризация и связывание низкомолекулярных соединений в высокомолекулярные. Такие сложные макромолекулярные соединения, называемые пробионтами, имеют открытую пространственную структуру, что обеспечивает их рост, а также разделение на дочерние образования под действием механических сил. На этом этапе, когда возникают биологические полимеры, по-видимому, появился и механизм идентичного воспроизведения (репликация), который является основной чертой жизни.

Установлено, что способность к самовоспроизведению живых организмов основана на репликации нуклеиновых кислот, при которой происходит не только образование новых молекул, но и их разделение. Добиологический часто химический этап переходит в этап самоорганизации, на котором возникают самовоспроизводящие сложные молекулярные комплексы. Эти макромолекулярные комплексы дают начало жизни. Граница между двумя этапами — этапом чисто химической эволюции и этапом самоорганизации биологических макромолекул — весьма условна и не фиксирована во времени.

Как полагает Опарин, с появлением самовоспроизведения органических молекул началась биологическая эволюция. При этом произошло объединение двух важных свойств: способности к самовоспроизводству полинуклеотидов и каталитической активности полипептидов. Наилучшие перспективы сохраниться в предбиологическом отборе имели эти ультрамолекулярные системы, в которых обмен веществ сочетался со способностью к самовоспроизведению.

На этом этапе эволюционные процессы привели к образованию нового типа взаимосвязи, необходимого для дальнейшего развития и воспроизводства. Чтобы уяснить значение этого типа связи в природе, необходимо ввести два основных понятия — *информация* и *инструкция* : инструкция «от кого» и информация «для кого». Необходимо сказать несколько слов о информации.

Современная теория информации рассматривает проблему переработки информации, а не ее «производства». Информация должна передаваться в строго определенной форме. Она может быть записана соответствующим кодом и при передаче по каналам сопровождается шумом, который необходимо отфильтровывать в приемном устройстве. Современная теория информации, основываясь на данных палеонтологии, геологии, физики, считает, что нарастание структурной сложности и информационной насыщенности есть важнейшая черта эволюционного прогресса.

«От кого» и «для кого»? Эти два вопроса касаются взаимодействия нуклеиновых кислот и белков как важнейших компонентов жизни. В своей книге о химической эволюции М. Кальвин отмечает, что существующий в настоящее время набор компонентов белка был предопределен в самом начале эволюции исходным набором аминокислот. Этот набор аминокислот в белке обусловлен определенной последовательностью в строении нуклеиновых кислот. Нуклеиновые кислоты и белки выполняют три исключительно важные функции: самовоспроизведение, сохранение наследственной информации и передачу этой информации в процессе возникновения новых клеток. Следовательно, нуклеиновые кислоты и белки тесно взаимодействуют при воспроизводстве. А что возникло раньше: нуклеиновая кислота или белок? Новый вариант старого вопроса о курице и яйце.

Этот вопрос созникает как барьер перед стремлением объяснить возникновение жизни. Дезоксирибонуклеиновая кислота (ДНК) вместе с рибонуклеиновой кислотой (РНК) ответственна за синтез белка. Вспомним одно из центральных положений молекулярной биологии: ДНК → РНК → белок. Из этого положения, описывающего химический процесс белкового синтеза, некоторые исследователи делают вывод, что «пра-ДНК, вероятно, и была первым организмом на Земле». Но ДНК беспомощна без белка, и в этом причина нежизненности гипотезы о пра-ДНК. «Начало жизни в виде одинокой молекулы ДНК на берегу первичного океана, — пишет Бернал, — еще менее правдоподобно, чем в виде Адама и Евы в райских кущах».

В понимании вопроса о происхождении жизни понятия «нуклеиновая кислота» и «белок» можно заменить понятиями «информация, содержащая инструкцию» и «функция». Тогда вопрос «что первично?» становится абсурдным, так как не может осуществиться определенная функция, если нет информации. А «информация» приобретает смысл только через функцию, которую она кодирует. Поэтому в живой природе естественный отбор направлен в конечном счете к сохранению полезной для организма функции.

«Такую систему (информация — функция), — пишет М. Эйген, — можно сравнить с замкнутым узлом. Хотя и очевидно, что нить, из которой образован узел, где-то должна начинаться, начальная точка теряет свое значение, поскольку узел замкнут. Взаимоотношения нуклеиновых кислот и белков соответствуют сложной иерархии «замкнутого узла».

В процессе развития пробионтов зародилась способность передачи информации. Она обеспечила огромные преимущества своим носителям — сложным макромолекулярным комплексам. В дальнейшем эта способность приводит к образованию огромной информационной насыщенности живой клетки, что обеспечивается тонкими механизмами, сформировавшимися в процессе эволюции. При этом запись информации происходит на атомном уровне. В исключительно малом пространстве (например, диаметр сперматозоида составляет около 0,1 мм) может быть записано огромное количество информации. Эта информация включает мельчайшие подробности, даже такие, по словам Дж. Уотсона, как «присущая нам способность развлекать окружающих».

Основные черты, приобретенные в результате каким-либо организмом в результате долгой предшествующей эволюции, записаны в его наследственной программе. Издавно известно, что основная часть генетической информации содержится в тонких нитевидных телах — хромосомах, имеющихся внутри клетки. В 1950-е годы было установлено, что важнейшая часть хромосом состоит из ДНК. По-видимому, генетическим материалом всех живых организмов является ДНК, за исключением некоторых вирусов, которые содержат исходную РНК. Не известны случаи, когда бы генетическим материалом служили иные молекулы, кроме нуклеиновых кислот.

Рентгеноструктурные исследования М. Уилкинса, и особенно работа Дж. Уотсона и Ф. Крика, раскрыли структуру ДНК. Она представляет собой длинную цепь повторяющихся последовательностей: сахар-фосфат-сахар-фосфат-сахар-фосфат... и так далее. К каждому сахару (называемому еще дезоксирибозой) присоединена плоская циклическая группа азотосодержащего соединения, называемого азотным основанием. Это пурины, имеющие двойное углеродно-азотное кольцо, и пиримидины, имеющее одно такое кольцо. Чаще всего встречаются пурины — аденин (А) и гуанин (Г) — и пиримидины — тимин (Т) и урацил (У). Генетическая информация передается посредством чередования в определенной последовательности этих четырех оснований. Следовательно, всякая наследственная информация записана языком, содержащим всего четыре буквы. Не беден ли этот язык? Если посмотреть на окружающий мир, полный разнообразия и красоты, можно убедиться, что он не препятствует разнообразию жизни, но обеспечивает стабильность. Чтобы код легко и быстро «прочитывался» клеткой без больших энергетических затрат, он должен быть основан на малом числе букв. В процессе эволюции образовался именно такой генетический код. Несмотря на свою «скромность», он несет огромную информацию.

Вся молекула ДНК закручена в форме двойной спирали. Две цепи спирали соединены водородными связями, образуя так называемые комплементарные (дополнительные) половины, которые можно сравнить с объединенными негативом и позитивом. Это дает возможность генам при удвоении образовывать дополнительные негативные копии, форма которых относится к исходному «позитиву» как ключ к замку. Этот дополнительный «негатив» служит матрицей (шаблоном) при образовании новых позитивных копий. Так формируются две пары одинаковых цепей там, где ранее была только одна. Этот процесс копирования, по-видимому, характерен для любого организма.

В осуществлении разнообразия химических реакций в живой материи кроме нуклеиновых кислот участвует и другая большая группа молекул — белки.

Белки состоят из 20 видов аминокислот, которые соединяются друг с другом в так называемую полипептидную цепь.

Способность белков образовывать сложные структуры позволяет им обеспечивать тонкое регулирование биохимических реакций. Они обладают колоссальным функциональным разнообразием и огромной способностью к распознаванию.

Рассмотрим некоторые основные положения генетического кода. Можно ли с помощью четырех элементов (четырех оснований ДНК) управлять последовательностью 20 аминокислот в белке? Результаты исследований показывают, что любая аминокислота записывается (кодируется) комбинацией трех оснований, так называемым триплексным кодом. Так, например, фенилаланин кодируется тройкой УУУ — последовательностью из трех урацилов. Сама ДНК, являющаяся ядром кода, участвует в синтезе белка не непосредственно, а косвенно через РНК двух видов: матричную или информационную (иРНК) и транспортную (тРНК). Они способны строить не просто случайные сочетания аминокислот, а упорядоченные полимеры белков. Возможно, первичные рибосомы состояли только из РНК. Такие безбелковые рибосомы могли синтезировать упорядоченные пептиды при участии молекул тРНК, которые связывались с иРНК через спаривание оснований. Молекула РНК воспроизводит генетический код, записанный в ДНК, и переносит запись к находящимся в цитоплазме рибосомам. Это субмикроскопические внутриклеточные частицы, в которых происходит «сборка» белков из аминокислот. Генетический код един для всех живых организмов.

Предполагается, что первоначально код был более примитивным, однако он совершенствовался в процессе эволюции путем естественного отбора, то есть согласно биологическим закономерностям. Поэтому универсальность кода объясняется не тем, что другой код не может существовать по химическим причинам, а тем, что всякое его изменение было бы летальным. Известно, что генетическая информация записывается на атомном уровне и любая «ошибка» даже в несколько атомов может привести к гибельным последствиям. Изящная двойная спираль молекулы ДНК чрезвычайно тонка (10 атомов в поперечном направлении), но от нее зависит жизнь.

С образованием сложных ультрамолекулярных систем (нуклеиновые кислоты, белки, в том числе ферменты) и механизма идентичного воспроизведения (генети-ческого кода) загорается заря жизни на Земле. В начале следующео этапа, который невозможно точно отграничить, образуются биологические мембраны-органеллы, ответственные за форму, структуру и активность клетки. Биологические мембраны построены из агрегатов белков и липидов, способных отграничить органическое вещество от среды и служить защитной молекулярной оболочкой. Предполагается, что образование мембран могло начаться еще в процессе формирования коацерватов. Но для перехода от коацерватов к истинной живой материи были необходимы не только мембраны, но и катализаторы химических процессов — ферменты (энзимы). Предбиологический отбор коацерватов усиливал накопление белковоподобных полимеров, ответственных за ускорение химических реакций. Результаты отбора фиксировались в строении нуклеиновых кислот. Система успешно (осмысленно) работающих последовательностей нуклеотидов в ДНК усовершенствовалась именно путем отбора. Возникновение самоорганизации зависело как от исходных космическимх (химических) предпосылок, так и от конкретных условий земной среды. Самоорганизация возникла как реакция на определенные условия.

Предбиологический этап — химический и может быть описан принципами квантовой механики. Для него характерно дивергентное (разнонаправлен-ное) развитие. При этом «отсеивалось» множество различных неудачных вариантов, до тех пор пока основные черты строения нуклеиновых кислот и белков не получили отличную «оценку» естественного отбора. Возможно, существовали и другие варианты, при реализации которых жизнь приобрела бы другие черты.

Генетический код сформировался, по-види-мому, на последнем этапе эволюции фазово-обособ-ленных органических сис-тем (пробионтов). Эти системы приобрели способность совершенствовать свою организацию путем предбиологическо-

го отбора самих систем, а не только отдельных молекул. Это был уже следующий уровень биохимической эволюции, который обеспечивал как постоянство пространственной и динамической структуры ультрамолекулярных систем, так и возрастание их информационных возможностей. Вероятно, тогда же было положено начало специализации двух видов нуклеиновых кислот — ДНК и РНК. ДНК обозначилась как главный «программист и инспектор» молекулярного самовоспроизведения. РНК приняла на себя роль «информатора» и переносчика генетической программы. Ряд ученых считают, что первые формы нуклеиновых кислот были представлены РНК-подобными полимерами, которые сочетали в себе способность как накапливать и передавать генетическую информацию, так и участвовать в синтезе белков. Разделение функций между двумя видами нуклеиновых кислот открыло новые горизонты перед эволюцией. «В процессе эволюции пробионтов, — пишет Опарин, — было испробовано и отвергнуто не меньше, а, возможно, и значительно больше вариантов организации, чем, например, ступеней между плавниками акулы и человеческой рукой».

После образования генетического кода эволюция становится темой с вариациями. Чем дальше она продвигается во времени, тем многочисленнее и сложнее вариации. Однако эволюция еще в самом начале. Минуло 1-1,2 млрд. лет со времени образования Земли. Пробионты, бесспорно, развивались в анаэробной среде. Они использовали для своего роста готовые органические соединения, синтезированные в ходе химической эволюции, то есть были гетеротрофными. Пробионты нуждались в различных химических соединениях — нуклеотидах, аминокислотах идр. Если бы пробионты отдали себя на консумацию, ничего не производя, то органические вещества были бы быстро исчерпаны. Пробионты обладали слишком ограниченными возможностями (низкая степень генетической информации), чтобы легко справляться с возникающими препятствиями в условиях, когда они обеспечивали свое существование путем диффузии. Невозможно представить, чтобы жизнь на этом раннем этапе существовала в форме одного вида организмов: он бы быстро исчерпал свой «первичный бульон». Как показала последующая эволюция, пробионты избрали путь с оптимистическими перспективами. На первой ступени проявилась тенденция к приобретению большого разнообразия свойств, в первую очередь к возникновению способности синтезировать органические вещества из неорганических соединений с использованием солнечного света, то есть к возникновению автотрофного питания. Множество вариантов было «перепробовано» перед тем, как достигнуть весьма важного результата — появления органелл. К ним относятся: митохондрии, отвечающие за метаболизм клетки; хлоропласты, осуществляющие фотосинтез; рибосомы — место, где совершается процесс синтеза белка по инструкции ДНК; хроматин и поздний его аналог хромосомы, которые отвечают за точную передачу наследственных черт. Дж. Бернал логично допускает, что до обособления клетки органеллы прошли стадию самостоятельной жизни.

В свое время Холдейн высказал предположение, что бактериофаги и другие вирусы являются, по-видимому, связующим звеном между преджизнью (пробион-тами) и жизнью. Но вирус не организм, он не имеет собственного обмена веществ и может размножаться только при попадании в клетку. Это, очевидно, дегенерировавшие (вторично упрощенные) формы, которые во многих отношениях похожи на

некоторые органеллы. Они приспособились к внутриклеточному паразитическому образу существования.

Примитивнейшими свободно живущими организмами являются так называемые микоплазмы. Они имеют элементы, которые обнаружены в клетках, но в чрезвычайно упрощенном виде. Это может указывать на примитивность, но также может быть следствием вторичной дегенерации, связанной с паразитической жизнью, как полагает Бернал.

В 1977 году американский биохимик К. Воуз широко оповестил о результатах одного своего исследования, которые объявил открытием первой формы жизни. В горячих (65-70°С) источниках Йеллоустонского парка он обнаружил микроорганизмы, которые поглощают двуокись углерода и водорода и выделяют метан. Так как сегодня известны две основные формы жизни — растения и животные, то метанопроизводящие организмы были объявлены третьей ее формой. А в сущности, третья ли это форма жизни или первая, которая позже дала начало другим.

В настоящее время общепринято, что пробионты имели черты йеллоустонских метанопроизводящих «бактерий» и жили без кислорода, с помощью ферментации. Открытие Воуза бесспорно в отношении развития метанопроизводящих микроогранизмов. Но являются ли они представителями первых организмов или представляют собой результат вторичного приспособления и дегенерации бактерий, не известно.

Многие специалисты скептически приняли сообщение К. Воуза не из-за традиционного недоверия к сенсации, а потому, что известно много современных анаэробных бактерий, которые живут за счет различных видов ферментации, фотосинтеза или химических процессов. К. Гробштейн, американский биолог и биохимик, приводит характерные примеры приспособления бактерий к горячим (до 80°С) растворам путем последовательной «колонизации» различными поколениями отдельных температурных зон, начиная от 30 и до 80°С.

Очевидно, истинная жизнь начинается с появления клетки. Биологические мембраны помогают объединению отдельных органелл (мембранные органеллы и органеллы-частицы) в единое целое. Образуется истинная основа жизни, знаменующая собой скачок в эволюции. Очевидно, первые клетки примитивны, они не имеют ядра (прокариоты). В настоящее время таковы бактерии и некоторые другие микроорганизмы. Они появились около 3,2-3,5 млрд. лет назад. Затем началось развитие клетки с ядром (эукариоты), содержащим хромосомы — органеллы, которые хранят с помощью ДНК и передают наследственные черты клетки.

Первые клетки были прообразом всех живых организмов: растений, животных, бактерий. Позже, в процессе эволюции, под воздействием дарвиновских законов естественного отбора клетки совершенствуются, вслед за прокариотами и эукариотами отделяется третья категория — специализированные клетки высших многоклеточных, растений и животных — метафитов и метазоа.

Сложные процессы химической эволюции, которая переходит в биохимическую и биологическую эволюцию, могут быть выражены в виде простой схемы: атомы → простые молекуы → сложные макромолекулы и ультрамолекулярные системы (пробионты) → одноклеточные организмы.

Первый шаг сделан. Это было самым трудным. На этапе предбиологической эволюции «испробовано» множество вариантов дальнейшего развития исходных углеродных соединений. Начало можно представить как сложное переплетение различных дорог, которые постепенно расходятся, а жизнь избирает один путь. Другие остаются дорогами никуда.

**ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ:**

Шкловский И. С. «Вселенная. Жизнь. Разум», М., Наука, 1987 г.

Хоровиц Н. «Поиски жизни в Солнечной системе», М., Мир, 1988 г.

Югай Г. А. «Общая теория жизни», М., Мысль, 1985 г.

Голдсмит Д., Оуэн Т. «Поиски жизни во Вселенной», М., 1983 г.

Кальвин М. «Химическая эволюция», М., Мир, 1971 г.

Николов Т. «Долгий путь жизни», М., Мир, 1986 г.

Поннамперума С. «Происхождение жизни», М., Мир, 1977 г.

Фокс С., Дозе К. «Молекулярная эволюция и возникновение жизни»

1. [↑](#footnote-ref-1)