

ЖИЗНЬ И РАЗУМ ВО ВСЕЛЕННОЙ

Александр Санин

В дополнение к докладам о биогенезисе [1] и функционировании клетки [2], рассматриваются некоторые другие гипотезы, включая симбиогенезис. Основное внимание уделяется поискам жизни и разума вне Земли. Обсуждается вопрос о соотношении жизни и разума в ходе их появления и развития.

Что такое жизнь? Как известно, общепринятого определения жизни не существует. В книге [3] под таким названием (What is Life?), даётся не одно, а целых восемь определений жизни – в различных аспектах. Но в результате последовательного рассмотрения проявлений жизни во всех её воплощениях, авторы приходят к выводу, что окончательного определения жизни дать невозможно, потому что жизнь его превзойдёт. Однако можно говорить об основных атрибутах жизни. Важнейшие из них:

- метаболизм – постоянный обмен веществ: самоподдержание, совокупность всех химических реакций в живой клетке;
- живой организм всегда далёк от термодинамического равновесия с внешней средой;
- способность к репродукции (размножение);
- сложность и упорядоченность (даже для одноклеточных организмов);
- постоянный обмен информацией с внешней средой;
- сочетание программных (в ДНК) и исполнительных (в протеине) функций;
- сочетание постоянства и изменчивости, что является предпосылкой эволюции.

Можно говорить и о других особенностях жизни. На рис. 1 показана логическая

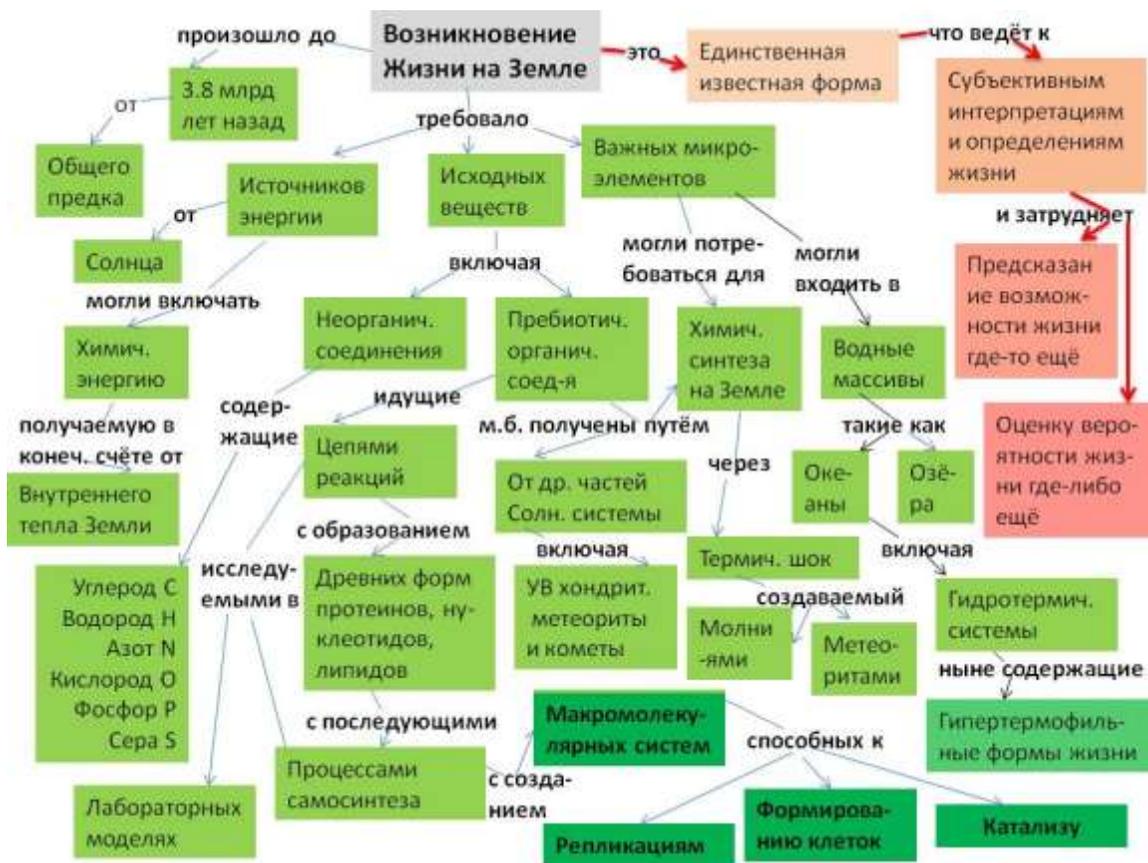


Рисунок 1. Логическая блок-схема исследований происхождения жизни на Земле

блок-схема («дорожная карта») основных направлений и логических этапов работ по проблемам происхождения жизни. Эта диаграмма разработана в NASA. Видно, что проблем очень много, все они взаимосвязаны, и имеется большая вероятность ошибочных или необоснованных заключений, как например – что кроме Земли нигде во Вселенной жизнь не существует и искать её бесполезно (как показано в правой части диаграммы).

Ещё издавна идёт представление, что жизнь зародилась в некоем «райском уголке», в «тёплом пруду» на земной поверхности, на солнечном свете, возможно, под воздействием грозных разрядов. Такого взгляда придерживался Дарвин. Такое представление получило развитие в работах А.Опарина и Холдейна и как-будто получило экспериментальное подтверждение в опытах Миллера-Ури и последующих (в 1950х гг.)

Однако впоследствии стало ясно, что получаемые в этих опытах органические вещества (аминокислоты) ещё не представляют жизнь, а представляют собой только необходимые химические «блоки», из которых собирается живой организм. Эти соединения находятся даже в составе метеоритов и комет, т.е. распространены во Вселенной. Но отсюда очень далеко до настоящего живого организма с его клеточным строением, его протеинами и ДНК, в которой зашифрована генетическая информация.

Появление в конце 60-х гг. глубоководных аппаратов, наряду с изучением горячих источников Йеллоустонского парка, привело к открытию экстремофилов – организмов, существующих при совершенно, казалось бы неприемлемых условиях: чрезвычайно высоких и низких температурах, высоких давлениях, жёсткой радиации, в токсичных и кислотных средах. Эти организмы не нуждаются в солнечной радиации, их метаболизм основан не на фотосинтезе, а на других, химических источниках энергии. Эти механизмы таковы, что эти микроорганизмы питаются и «дышат» железом, марганцевыми и сернистыми соединениями и т.п. Отсюда возникло представление о большой вероятности появления жизни в «аду» - на глубине первичного океана, вблизи от термальных источников – выходов вулканической лавы и даже в глубине земли.

Примеры экстремофилов:

Bacillus infernus – обитает глубоко под землей, под давлением сотни атм, «дышит» железом и двуокисью марганца. Жизнь тут настолько трудна, что деление происходит раз в тысячу лет. Весьма красноречиво само название этой бактерии - ***Bacillus infernus*** – адская бацилла.

Deinococcus radiodurans – выдерживает вакуум и радиацию в 1000 раз выше, чем человек. Жизнь в такой среде очень нелегка, но она даёт защиту от самой большой опасности – жёсткого ультрафиолетового излучения. В период их возникновения кислорода в атмосфере и озонового защитного слоя ещё не было, это появилось гораздо позднее – в результате жизнедеятельности этих же бактерий.

В настоящее время органический мир Земли насчитывает около 1,5 млн видов животных, 0,5 млн видов растений, около 10 млн микроорганизмов. Работа многих поколений учёных по поиску и классификации живых организмов и подробные генетические исследования привели к построению Дерева Жизни (рис. 2).

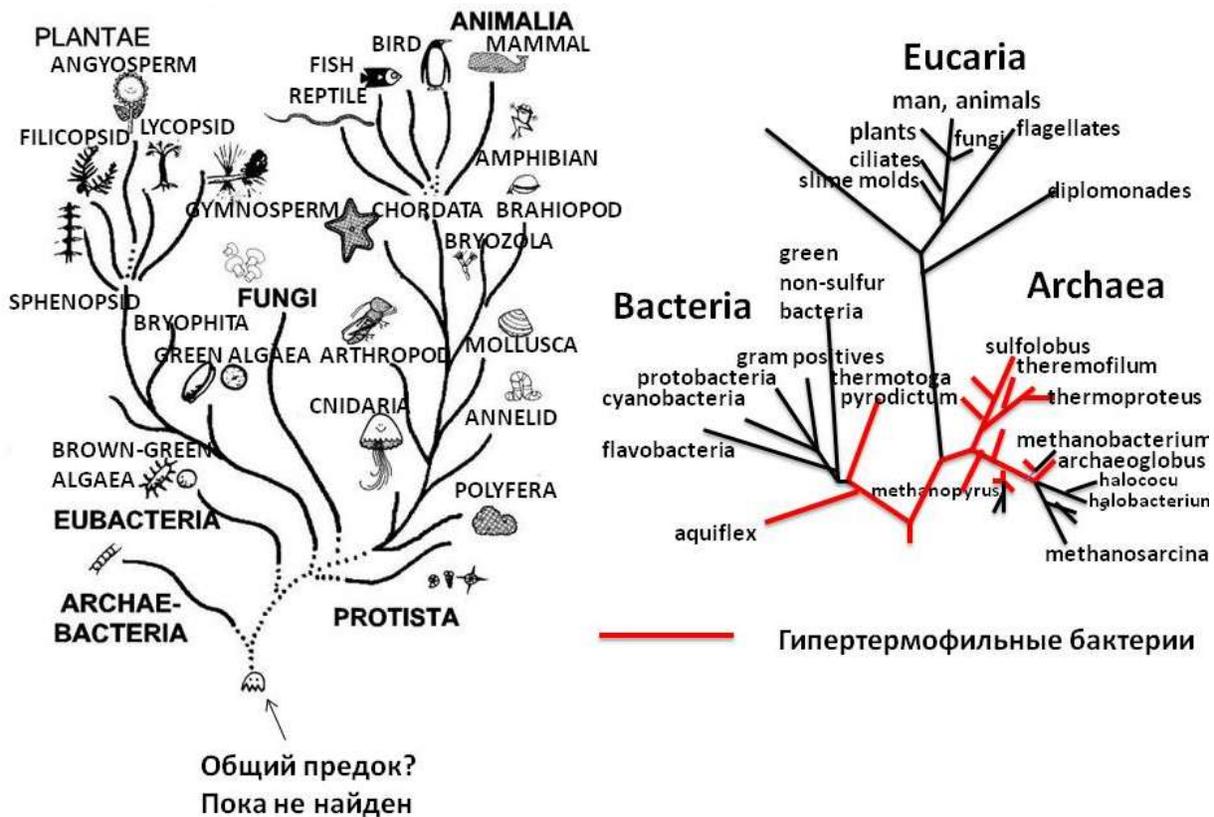


Рисунок 2. Дерево Жизни: обобщённая схема (слева) и подробный фрагмент

В основании Дерева Жизни должен находиться «общий предок» - тот первичный простейший живой организм, от которого произошли все остальные. Следы этого организма пока не найдены, и неизвестно, будут ли они когда-нибудь найдены. Однако, как показано на правом фрагменте рис. 2, большинством самых нижних, самых близких к основанию организмов были гипертермофильные бактерии. Именно они стояли у истоков жизни. Надо сказать, что бактерии являются особо успешными созданиями природы. Мы считаем себя царями природы, но бактерии могут оспаривать у нас это звание. Многие из них существуют без изменений в течение всей истории жизни на Земле. Примерно 80 процентов этой истории они были единственными представителями живого мира. Бактерии – это не обязательно одноклеточные организмы. Они размножаются делением и, по существу, бессмертны, т.к. в них не заложена программа старения и запланированной смерти. Бактерию можно убить, но от старости она не умирает. Масса всех бактерий составляет треть океанской и 80% поверхностной биомассы. Вся энергия, потребляемая человечеством, в 20 раз меньше энергии, потребляемой микробами.

Деятельность бактерий в планетарном масштабе привела к фундаментальным изменениям в составе атмосферы. Первичная атмосфера земли не содержала кислорода и на 90% состояла из углекислого газа. Поэтому первые бактерии (археобактерии) были анаэробными, их метаболизм поддерживался не фотосинтезом, а химической энергией различных реакций, например, при распаде сероводорода на серу и водород («первичное дыхание»). Эволюция, в течение 1.5 млрд лет, привела к появлению бактерий, выделяющих кислород при метаболизме. С появлением кислорода в атмосфере, создался защитный озоновый слой и стала возможной жизнь на базе фотосинтеза. Снижение концентрации углекислого газа устранило «парниковый эффект» и обеспечило поддержание теплового баланса планеты.

Бактериальная (прокариотическая) клетка имеет простейшее строение, в ней нет ядра (рис. 3).

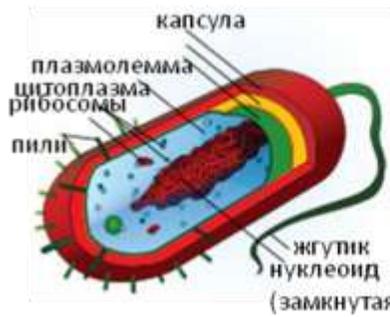


Рисунок 3. Прокариотическая клетка



Рисунок 4. Эукариотическая клетка

Процесс эволюции привёл к появлению эукариотических клеток – клеток с ядром (рис. 4). Согласно взглядам известного биолога-эволюциониста Линн Маргулис [3], появление эукариотических клеток объясняется межклеточным «каннибализмом»: одна прокариотическая клетка проглотила другую, между ними возникло взаимодействие (симбиоз), и проглоченная клетка стала ядром. Аналогично, симбиозом объясняется возникновение митохондрий и других элементов клетки (органелл). Линн Маргулис также была активным сторонником гипотезы «Гейя» [4]. Автор этой гипотезы Джеймс Лавлок считает, что вся Земля со своей биосферой в целом представляет собой живой организм, обладающий саморегулированием. В доказательство этой гипотезы приводятся следующие данные:

- за 3 млрд лет температура земной атмосферы поддерживается постоянной несмотря на то, что излучение Солнца за этот период выросло на 30%;
- за тот же период (3 млрд лет) поддерживается постоянным солевой состав океана;
- несмотря на высокую химическую активность кислорода, в атмосфере Земли поддерживается его высокая концентрация;
- имеются суточные циклы концентрации углекислого газа в атмосфере – это «дыхание атмосферы».

Эта теория перекликается со взглядами Владимира Вернадского. С появлением эукариотической клетки живой организм обретает индивидуальность, но теряет бессмертие. Дальнейшая эволюция приводит к специализации клеток. Появляются половые клетки, возникает разделение полов и сексуальный способ размножения. Основные этапы истории Земли и развития жизни на ней показаны на рис. 5.

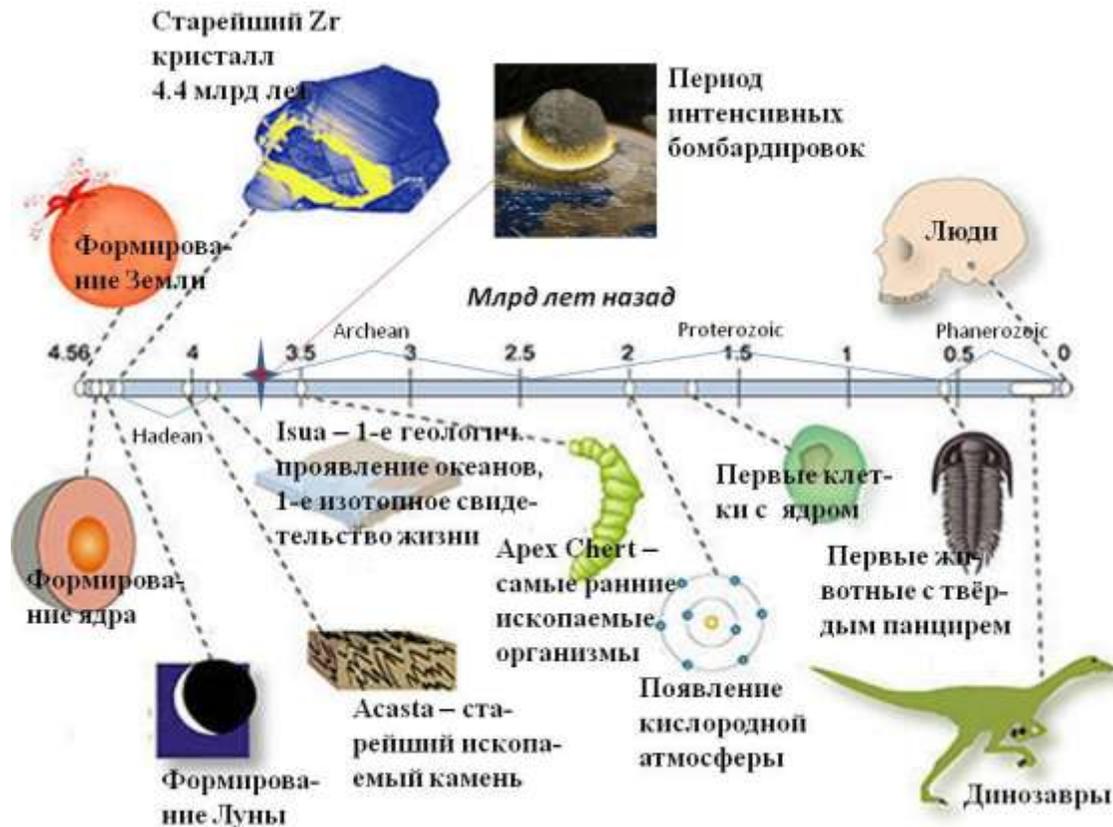


Рисунок 5. Основные этапы истории Земли

За свою историю Земля неоднократно подвергалась бомбардировкам – столкновениям с крупными метеоритами. В самом начале, в процессе образования планет, столкновения предпланетарных масс (планетезимов) были непрерывными. В этот период возникла наша Луна. Но это было ещё до возникновения жизни. Затем частота столкновений сильно снизилась. Но в период от 4.0 до 3.8 млрд лет частота столкновений снова резко возросла. Причиной этого могло быть более позднее образование Урана или Нептуна или миграция Юпитера. В окончательной конфигурации солнечной системы Юпитер и Сатурн защищают внутренние планеты, притягивая к себе крупные метеориты. Соударение с метеоритом диаметром 1 км эквивалентно взрыву 100 тысяч мегатонн ТНТ. При таком соударении океаны испаряются, большая часть поверхности Земли стерилизуется. Последнее из таких столкновений произошло 65 млн лет назад. В результате него с лица Земли исчезли динозавры и открылась возможность для появления млекопитающих и в конечном счёте – нас с вами.

Кроме столкновений, в истории Земли, возникали периоды чрезвычайно большой вулканической активности, связанные с дрейфом первичных материков. Было также несколько тяжёлых ледниковых периодов, когда ледники доходили до экватора. И всё же каждый раз жизнь возрождалась снова и в сравнительно короткие сроки снова бурно развивалась.

Пример того, какие причудливые организмы порой возникали, показан на рис. 6. Тут по найденным в Burgess Shale в Канаде сохранившимся в осадочных породах отпечаткам «мягких» организмов, реконструирован их внешний вид. Фантазия природы неистощима, она как бы пробовала различные варианты.

Значит ли это, что при всех катастрофах где-то в глубине Земли сохранялись очаги жизни или, может быть, жизнь на Земле возникала неоднократно? Если так, то это даёт

очень сильный аргумент в пользу того, что появление жизни – не результат случайности, а некая закономерность.



Рисунок 6. Земная фауна 530 млн лет назад

Перейдём теперь к вопросу о **жизни вне Земли**. Этим занимается новая наука – астробиология, оформившаяся несколько десятилетий назад. В астробиологических исследованиях, кроме США, активно участвуют Европа, Япония и Австралия.

На рис. 7 показана логическая блок-схема («дорожная карта») основных направлений и логических этапов работ по проблемам астробиологии. Эта диаграмма аналогична диаграмме, изображённой на рис. 1. Она также разработана в NASA.



Рисунок 7. Логическая блок-схема исследований в астробиологии

Сначала о возможности жизни в нашей солнечной системе. Есть ли в ней жизнь где-либо ещё, кроме Земли? Этот вопрос занимал все умы в течение многих веков. На рис. 8 показано семейство планет солнечной системы.



Рисунок 8. Семейство планет солнечной системы

Венеры начались в начале 60-х гг. – с началом космической эры. Особенно активно и

У всех планет есть спутники (общим числом до 170), из них крупнейшие – спутники Юпитера (Ио, Европа, Ганимед, Каллисто), спутники Сатурна (Титан, Энцелад), спутник Нептуна – Тритон и наша Луна. На каких из них можно найти жизнь? До сих пор основным правилом было: искать жизнь там, где есть вода в жидкой фазе. Какие из планет подходят по этому критерию?

Орбита Меркурия слишком близка к Солнцу, там слишком горячо. Интенсивные исследования

последовательно занимался исследованием Венеры Советский Союз. Первый космический зонд Венера-1 был запущен в 1961 году, однако полёт был неудачным – так же, как 10 последующих. Достичь атмосферу Венеры впервые удалось только в 1967 г. Всего до 1983 года было сделано 23 пуска к Венере, из которых только 10 были успешными – полностью или частично. В 90-х гг. наиболее подробные исследования Венеры проведены американским космическим зондом Магеллан. Было проведено картографирование, изучены особенности вулканической активности на Венере. С 2006 г. на орбите вокруг Венеры находится спутник Экспресс. Ведутся наблюдения за атмосферой, вулканической деятельностью и т.д.

Условия на поверхности Венеры таковы. Температура +475 С, при которой плавятся некоторые металлы. Атмосфера практически целиком состоит из углекислого газа, азота в ней не более 3%, кислорода практически нет. Давление у поверхности 92 атмосферы, что является аналогом давления на почти километровой глубине океана. Венера покрыта сплошным слоем облаков, состоящих из серной кислоты. Ясно, что искать сейчас жизнь на поверхности Венеры не имеет смысла, хотя в прошлые эпохи она могла существовать, и какие-то следы могли бы быть найдены.

К **Марсу** очень много интересных и важных вопросов. Всего, начиная с 1965 года, к Марсу было пущено около 20 автоматических аппаратов. Большинство пусков были успешными. Наиболее результативными и впечатляющими были аппараты Викинг-1 и 2 с посадкой их на поверхность планеты (1975) и посадка в 2004 г. марсоходов Spirit и Opportunity, показавших исключительно высокую надёжность и длительность работы. Один из них работает до сих пор. Измерения привели к важному выводу о наличии на поверхности Марса пород, аналогичных по своей структуре тем, которые присутствуют на океаническом ложе Земли.

Сейчас в исследованиях этой планеты наблюдается настоящий бум. На ней сосредоточены усилия и финансовые затраты основных космических агентств мира: NASA, ESA, подключаются Япония, Китай, Индия. Недавно запущен и летит сейчас к Марсу новый, более тяжёлый и значительно лучше оборудованный для работы на поверхности самоходный аппарат Curiosity (рис. 9).

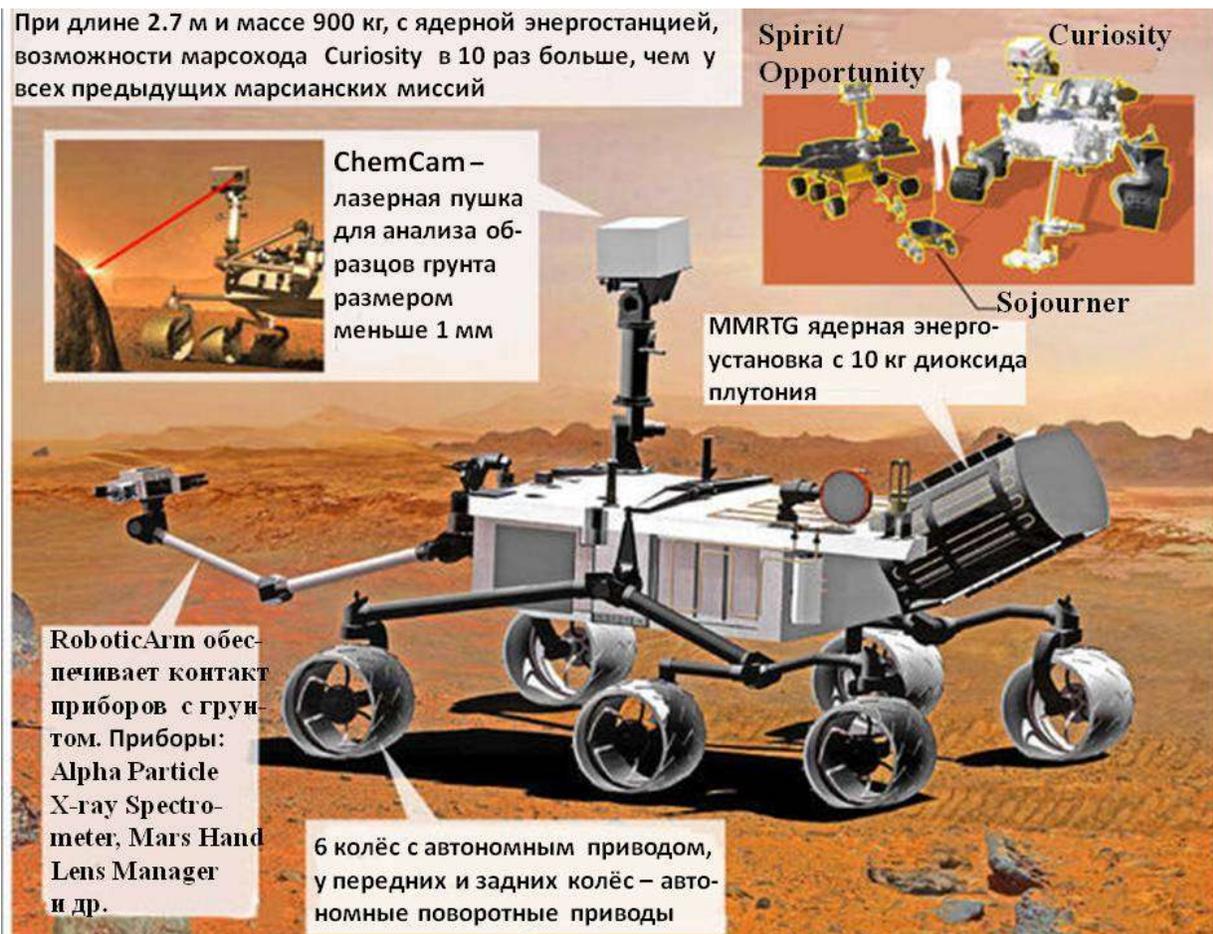


Рисунок 9. Марсианская научная лаборатория Curiosity

Несмотря на очень большие расстояния между планетами – сотни млн км, – на Земле иногда находят метеориты, явно прилетевшие с Марса. Объясняется это так: при ударе в Марс крупного метеорита, с поверхности может вылететь осколок со скоростью, превышающей скорость убегания. В дальнейшем этот осколок может попасть в зону тяготения Земли и упасть на Землю уже в качестве метеорита.

С одним из таких метеоритов связана интересная история. Он был найден в 1984 г. в Антарктиде, но тогда не поняли, что он - с Марса. В 1994 г. его рассмотрели, поняли его происхождение и на нём обнаружили, как показалось, следы микробов – то есть ЖИЗНЬ НА МАРСЕ! Началась великая сенсация, так как руководство NASA надеялось получить под это дополнительное финансирование. Но потом специалисты разобрались и решили, что нет убедительных доказательств того, что это микробы.

Вот что известно сейчас об условиях на Марсе [5]. Поверхность Марса – безжизненная, холодная пустыня. Давление атмосферы у поверхности в 150 раз меньше чем на Земле. Средняя температура у поверхности «минус» 50°C, с суточно-сезонными вариациями до «минус» 150°C на полюсах зимой.

Стоит отметить, что в ближайших окрестностях Земли существуют как бы две природные лаборатории, которые прошли различные предельные циклы эволюции. С одной стороны, Венера с её чрезвычайно плотной атмосферой, испытавшая необратимый парниковый эффект, разогрелась до высокой температуры и, в результате потеряла воду. С другой стороны, холодный Марс с его очень разреженной атмосферой. Наклон оси вращения Марса к плоскости эклиптики в современную эпоху примерно такой же, как у

Земли (24,5 градуса), благодаря чему на нём, в отличие от Венеры, происходят сильные сезонные изменения.

С поисками возможных следов марсианской жизни напрямую связан вопрос о том, что произошло с климатом Марса. Есть очень чёткие свидетельства того, что Марс не всегда был таким, каким мы его знаем сегодня, что примерно от 4 до 3,5 млрд лет назад он обладал более или менее благоприятным климатом, на нём были резервуары жидкой воды, текли реки, перемещались ледники. Видимо, в истории Марса было какое-то катастрофическое событие, в результате чего произошел коллапс атмосферы, с поверхности исчезла вода, принципиально изменился климат. В настоящих условиях, при разреженной атмосфере, вода на поверхности удерживаться не может. По имеющимся оценкам, Марс изначально имел сопоставимое с Землёй количество воды. Геологи пришли к выводу, что возможные запасы воды на Марсе эквивалентны равномерно разлитому по поверхности слою толщиной примерно в 0,5 км. Где же эта вода в современную эпоху?

Результаты исследований последних лет привели к выводу, что вода на Марсе действительно сохранилась, хотя пока до конца не известно, где и в каком количестве. На Марсе существует большое количество образований, связанных с водной эрозией. На поверхности планеты наблюдаются явные следы эрозии, обусловленные просачиванием подповерхностной воды, что происходит даже в современную эпоху.

Новые данные о воде на Марсе получены в результате так называемого нейтронного мониторинга, которые показали, что в приповерхностном слое планеты на глубине 1-1,5 м находится много воды. Измерения свидетельствуют о том, что приповерхностная вода находится главным образом в полярных и приполярных областях Марса и подвержена сезонным вариациям. Наконец, недавно (2008-2010) вода была найдена в марсианских породах и непосредственно измерена на американском КА «Феникс» в месте его посадки.

Таким образом, не исключается, что в далёкую эпоху на Марсе могла возникнуть жизнь. А значит микробы с Марса могли попасть на Землю (и наоборот). То есть, не исключено что все мы – марсиане!

Для выяснения всех этих вопросов очень желательно получить образцы марсианского грунта. Такой проект разработан ESA совместно с NASA. Он предусматривает трёхступенчатую экспедицию с пуском трёх аппаратов. Сначала, в 2019 на Марс садится аппарат для сбора и упаковки образцов в контейнер. Он работает в течение двух лет. Затем на Марс садится аппарат, забирающий этот контейнер и доставляющий его на орбиту. Здесь контейнер передаётся в третий аппарат, который доставляет груз на Землю.

Перейдём к **другим объектам в солнечной системе**, где также стоит искать следы жизни. Ранее упоминалось, что четыре гигантские планеты (Юпитер, Сатурн, Уран, Нептун) имеют много спутников. Некоторые из них представляют интерес как возможные носители жизни [5].

Спутники гигантских планет

Большую роль в их изучении сыграли пролёты около всех планет-гигантов на достаточно близком расстоянии двух американских аппаратов «Вояджер», запущенных в середине 1970-х годов и до сих пор передающих научную информацию, находясь на границе гелиосферы.

С 2004 г. очень большой объём информации был получен от автоматической космической системы Кассини-Гюйгенс (рис. 10), сделавшей пролёт по маршруту: Венера-Луна-Земля Юпитер-луны Сатурна.

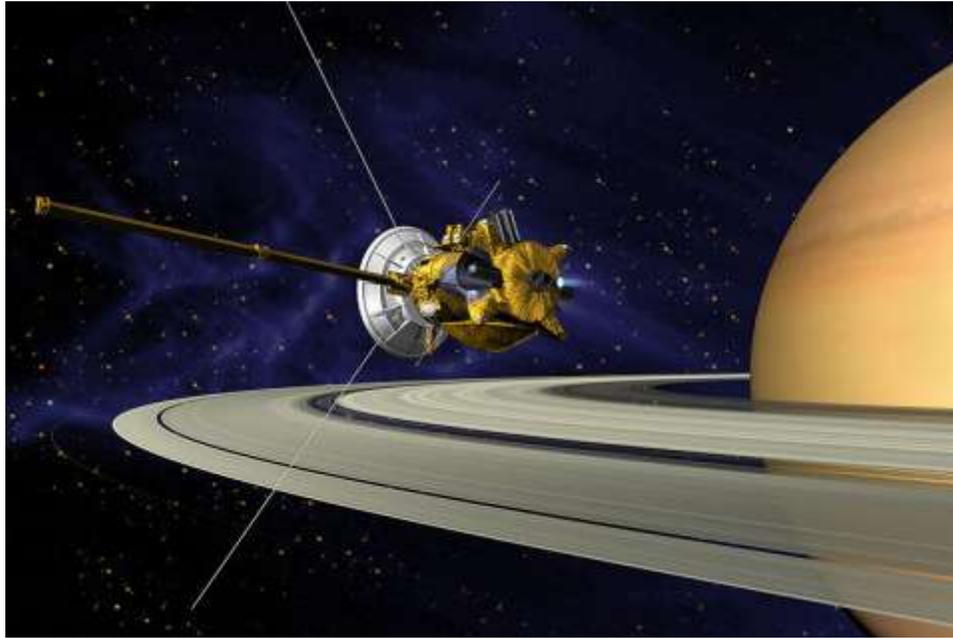


Рисунок 10. Космический зонд Кассини – Гюйгенс

При этом Кассини стал спутником Сатурна, а Гюйгенс совершил посадку на спутник Сатурна Титан.

Наибольший интерес представляет спутник Юпитера **Европа** (рис. 11).



Рисунок 11. Спутник Юпитера Европа

Источником тепла на Европе является приливной разогрев – результат гравитационного взаимодействия с самим Юпитером. Европа – очень выглаженное тело, перепады высот на ней не превышают нескольких сотен метров. На её ледяной поверхности видны многочисленные образования в виде невысоких протяженных гряд, ложбин, трещин. Это указывает на то, что лёд постоянно ломается и перемещается, при этом образуются трещины, заполняемые свежим льдом (шугой). Такие структуры могут создаваться только при наличии жидкой субстанции – воды – под ледяным панцирем Европы. Согласно разработанным моделям, под ледяной корой Европы толщиной 10-15 км находится океан, глубина которого оценивается в 50-100 км. Это означает, что объём воды в нём может быть больше, чем в океанах Земли! Причём из-за периодического разогрева недр, сохраняющего воду в жидком состоянии, сам океан может быть достаточно тёплым. А поскольку на Европе был обнаружен углерод, на ней могла зародиться жизнь. Таким образом, Европа является вторым после Марса потенциальным объектом для поисков примитивной жизни в Солнечной системе.

Заслуживает внимания также **Ио** – спутник Юпитера, на котором была обнаружена мощная вулканическая деятельность. Источником тепла для разогрева недр на Ио (как и на спутнике Европа) является периодическая диссипация приливной энергии. На Ио почти постоянно одновременно действуют 4-6 вулканов, которые теперь астрономы наблюдают с Земли.

Особого внимания заслуживает спутник Сатурна **Энцелад**, ставший одной из сенсаций последнего времени. На Энцеладе размером всего 500 км обнаружены мощные водяные или, возможно, водно-аммиачные гейзеры. Из-за столь маленького размера небесного тела ни о каком радиогенном разогреве речи быть не может. Наиболее правдоподобная модель, которая способна объяснить такого рода активность, – это опять же приливный разогрев недр.

Во многом уникальным является спутник Сатурна **Титан**, который по своим размерам соизмерим с Меркурием. Ещё до начала космических экспериментов на нём была неожиданно обнаружена очень плотная атмосфера. Большой прогресс в изучении Титана был достигнут благодаря посадке аппарата Гюйгенс, который опустился на парашюте на его поверхность, передал её изображения и произвел ряд научных измерений. На поверхности Титана существуют озёра из жидкого метана. Важно подчеркнуть, что температура поверхности как раз соответствует фазовому переходу метана. По существу, на Титане осуществляется круговорот метана аналогично круговороту воды на Земле. Можно предположить, что на поверхности Титана происходят комплексные химические реакции с образованием органических соединений, подобные тем, которые могли быть на ранней Земле.

Жизнь за пределами Солнечной системы

В нашей Галактике, **за пределами Солнечной системы**, находится порядка 400 млрд звёзд, многие из которых могут иметь свои планеты - **экзопланеты**. Среди них могут быть и такие, на которых возможна жизнь. Экзопланеты могут существовать и в других галактиках, число которых в пределах видимой части Вселенной меряется сотнями миллиардов.

Поэтому поиск экзопланет и определение их характеристик является одной из важнейших задач. В этой области в последнее время происходит большой подъём, настоящий бум. Первая экзопланета была обнаружена в 1995 г. в созвездии Пегаса (51 Pegasi), и с тех пор открытия растут лавинообразно. На ноябрь 2011 зарегистрировано 704 экзопланеты. Также орбитальным телескопом Кеплер найдено ещё 1200 «кандидатов», которые ждут подтверждения с помощью наземных телескопов. Всего в нашей галактике

может существовать до 50 млрд экзопланет, из которых до 2 млрд – «землеподобных», или пригодных для жизни. Критерием этого принято считать возможность наличия жидкой воды на поверхности планеты, т.е. температура должна быть от нуля до 100 градусов. В радиусе 100 световых лет может существовать до 50 экзопланет, пригодных для жизни.

Чувствительность современных телескопов недостаточна для прямых наблюдений экзопланет, но есть несколько косвенных методов, из которых главные:

- метод Доплера (измерение радиальной скорости звезды, обусловленной воздействием экзопланеты)
- транзитный метод - по «затемнению» звезды планетой (рис. 12); этот метод в некоторых случаях допускает получение спектра атмосферы экзопланеты
- гравитационное микролинзирование – по фокусировке света от отдалённой звезды за счёт гравитационного воздействия планеты.

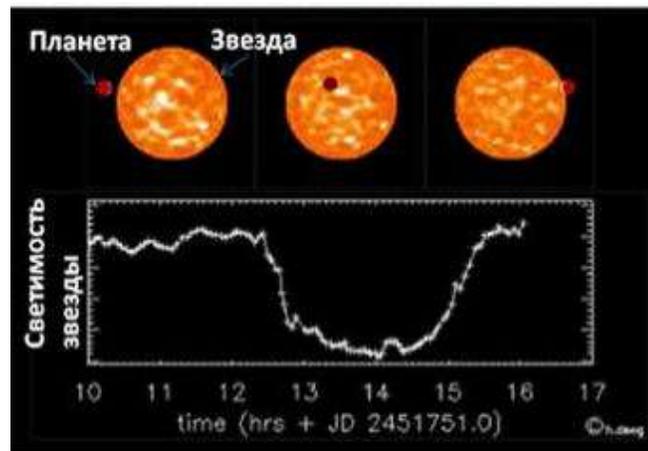


Рисунок 12. Транзитный метод обнаружения экзопланеты

Орбитальный телескоп Кеплер (рис. 13) – это на сегодня основной инструмент для поиска экзопланет.

Запущен – март 2009
Орбита –
гелиоцентрическая,
близкая к орбите Земли

Длительность миссии 3.5 года
Диаметр зеркала 1.4 м
Поле зрения – 105 (град)х(град)
Масса 1052 кг



Рисунок 13. Космический телескоп Кеплер

Он имеет широкое поле зрения и может отслеживать до 150 тысяч звёзд одновременно. Поэтому открытия объявляются чуть ли не каждую неделю. До сих пор находили только крупные планеты, вращающиеся на близких орбитах вокруг своих звёзд – так называемые «горячие Юпитеры». Однако в декабре 2011 г. найдена землеподобная планета Kepler 22b размером всего 2.4 радиуса Земли, вращающаяся вокруг солнцеподобной звезды. Расстояние до неё «всего» 600 св. лет, а также открыты сразу две планеты (Kepler 20f и Kepler 20e), размерами очень близкие к земным, на расстоянии 950 св. лет.

Телескоп Кеплер не проектировался специально для поиска и изучения дальних планет, поэтому возможности его довольно ограничены. Для более детальных исследований были запланированы две специальные космические системы, обеспечивающие прямое наблюдение экзопланет: TPF-коронोगраф и TPF-интерферометр. TPF означает Terrestrial Planet Finder, «искатель землеподобных планет». Первый из них – это космический телескоп с зеркалом в 3-4 раза больше и разрешением в 100 раз выше, чем у телескопа Хаббл. Он снабжён устройством, затемняющим в миллиард раз светимость основной звезды, что позволяет рассмотреть планету в отражённом свете. Запуск планировался на 2014 г.

TPF-интерферометр проектировался как система из нескольких малых телескопов, позволяющая улавливать очень слабое отражённое излучение от планеты. Запуск планировался на 2020 г.

К сожалению, обе системы не финансируются конгрессом США их реализация маловероятна.

Эта тенденция – к сокращению финансирования космических программ наблюдается в США уже давно. Началась она сразу после завершения Лунной программы. Отсюда уже

довольно давно возникло желание приватизировать ракетно-космическую деятельность. В 1984 г. конгрессом США был принят Commercial Space Launch Act. В 2008 NASA заключила первые контракты с частными фирмами. Всего на это было ассигновано \$500 млн.

Космический туризм для богатых возник уже 10 лет назад. За это время на МКС побывало 7 человек, один из них – дважды. Они платили по \$20-30 млн за полёт.

Сейчас в США зарегистрировано 18 компаний, работающих над созданием взлётных систем низкой стоимости. Можно ожидать, что в ближайшее время состоятся первые запуски таких систем.

Вернёмся к вопросу о поиске жизни и разума **вне Солнечной системы**.

В том, что разумная жизнь существует ещё где-то во Вселенной, нас убеждает принцип посредственности (Mediocrity Principle), сформулированный ещё Коперником: мы, земляне, ни в чём не должны претендовать на исключительность, на единственность! Значит, мы не одни такие умные, а во Вселенной существует много других цивилизаций. А каков уровень нашей цивилизации по сравнению с другими? И здесь, по тому же принципу, мы должны быть где-то в середине: не самые отстающие, но и не самые передовые.

Правда, высказываются и такие соображения: Наша галактика существует 10 млрд лет, а Солнечная система (вместе с Землёй) - всего 4.5 млрд, значит другие цивилизации имели больше времени и могли уйти гораздо дальше в своём развитии.

Однако на это можно возразить, что формирование планет и зарождение жизни могло начаться только после накопления в галактике достаточной концентрации тяжёлых элементов: углерода, азота, фосфора, железа и т.п., а эти элементы выбрасываются в результате взрывов сверхновых, по истечении срока жизни звёзд первых поколений. Поэтому получается, что этот срок – 10 млрд лет после рождения галактики – как раз и является необходимым. Таким образом (уже в нарушение принципа посредственности), можно ожидать, что наша цивилизация идёт в первых рядах.

Эти соображения могут быть обоснованы теоретически с использованием так называемого «инспекционного парадокса», известного в теории вероятности [7].

Как оценить возможное количество планет с разумной жизнью в нашей галактике? Ответ на этот вопрос обычно ищут с помощью знаменитого **уравнения Фрэнка Дрейка**, предложенного им ещё в 50-х гг. прошлого века:

$$N=R_* \times f_p \times n_e \times f_l \times f_i \times f_c \times L,$$

где:

N - число цивилизаций в нашей галактике готовых сейчас к коммуникациям с другими галактиками;

R_* [звёзд/год] - скорость возникновения в галактике солнцеподобных (живущих достаточно долго) звёзд;

f_p - доля звёзд, имеющих планеты, в общем числе звёзд;

n_e - среднее число планет (на одну звезду) с условиями пригодными для возникновения жизни (землеподобные планеты);

f_l - доля землеподобных планет, где жизнь действительно возникла;

f_i - доля планет, где эволюция привела к возникновению разума;

f_c - доля планет с цивилизациями, способными к коммуникациям с другими цивилизациями – радио и/или др. средствами;

L - средняя длительность жизни цивилизации.

Среди этих коэффициентов, наименее определёнными являются f_i и f_c . Сам Дрейк принимает их равными 0.2 и 1.0, соответственно [5]. Остальные величины на сегодня известны довольно точно и могут быть приняты такими:

$$R^*=5, \quad f_p=0.5, \quad n_e=2, \quad f_l=1.$$

В результате подстановки этих величин, получается, что $N=L$, т.е. число обитаемых планет с разумной жизнью на них совпадает со средней длительностью существования цивилизаций (в годах). Сама величина L оценивается по-разному, с очень большой неопределённостью. Известно что средняя продолжительность существования вида для млекопитающих – около 3 млн лет [3]. Но по длительности **разумной** жизни опытных данных, понятно, нет. Считается, что это число может быть от одной тысячи до ста миллионов. Это, конечно, оценки оптимистов. В числе таких оптимистов были знаменитый американский астроном Карл Саган, тот же Фрэнк Дрейк, биохимик Мелвин Калвин, физик Филипп Моррисон и другие. Они и были инициаторами работ по поиску внеземных цивилизаций – программа **Search for Extraterrestrial Intelligence – SETI**. Эти работы начались в 1961 году.

Существует два подхода к поискам внеземного разума:

a) искать сигналы внеземных цивилизаций, рассчитывая на то, что собратья по разуму также будут искать контакт и

b) посылать так называемый «сигнал готовности», рассчитывая на то, что кто-то будет искать этот сигнал.

Поиск внеземных радиосигналов ведётся в диапазоне, охватывающем частоту радиолинии водорода 21 см. Пионеры SETI использовали имеющиеся радиотелескопы, например, в обсерватории Грин Бэнк, West Virginia, обсерватория в штате Огайо и др. До сих пор наиболее мощным являлся радиотелескоп Аресибо в Пуэрто Рико диаметром 330 м. Этот телескоп построен на базе естественного углубления в карстовых породах (рис. 14).



**Радиотелескоп в Аресибо,
Пуэрто Рико, диаметр 330 м**



**Комплекс радиотелескопов
Allen Telescope Array
Hat Creek Radio Observatory
Калифорния**

Рисунок 14. Телескопы, используемые в программе SETI

В 2004 году в работы по SETI включился комплекс радиоантенн Аллена, миллиардера, со-основателя компании Microsoft. Он внёс на это \$30 млн, поэтому комплекс

назван его именем: Allen Telescope Array (ATA). В окончательном виде этот комплекс будет состоять из 350 антенн радиусом 6 м каждая. За 50 лет поиска SETI результаты пока нулевые. Значит ли это, что мы живём, как писал Иосиф Бродский, «в глухонемой Вселенной»? Для конгрессменов США, видимо, значило, и это привело к прекращению в 1993 г. финансирования конгрессом США. Но энтузиасты SETI не сложили оружия. Они организовали **SETI League** – консорциум астрономов-волонтеров, которые ведут непрерывное прослушивание космоса, используя обычные ТВ «тарелки» и персональные компьютеры с программами для анализа сигналов, которые загружаются с интернета. Этот консорциум включает более 6 миллионов участников из 225 стран!

Как и когда появился разум

В заключение, остановимся кратко на вопросе о том, **как и когда появился разум**. Согласно современным воззрениям, вся жизнь на земле возникла из одной живой клетки: все живые существа имеют одинаковое строение – гены, ферменты и клеточную структуру. Элементы сознания проявляются уже на уровне одноклеточных организмов. Микробы двигаются, чувствуют, делают выбор, имеют память, обучаются, приспосабливаются к внешним воздействиям. Некоторые микробы даже чувствуют магнитное поле. В коллективах (колониях) бактерии часто действуют согласованно, подобно, например, поведению пчёл в улье. Следовательно можно говорить о том, что уже на клеточном уровне организм проявляет элементы разума. Сущность разума – способность распознавать окружающую среду, обучаться и предвидеть. Всё это есть у одноклеточных. Бактерии – не просто машины без ощущений и сознания. В самом деле, у одноклеточной бактерии, не имеющей ни мозга, ни органов чувств, есть внутри молекула ДНК, а ведь это – микроскопический компьютер! Он оснащён программным кодом (**software**), а функции **hardware** выполняют молекулы протеина [9]. И этот компьютер работает – обеспечивает репродуктивные функции. В древнейших организмах, когда жизнь только зародилась, роль ДНК выполняла, вероятно, РНК, более простая молекула, но это также компьютер.

Хотя это ещё не разум, но это необходимый его элемент. Это то, из чего разум появляется и разовьётся в ходе дальнейшей эволюции. Из этого можно сделать вывод: **Жизнь и разум появляются одновременно, разум – неотъемлемая часть жизни.**

По мере эволюции одноклеточных, появляются многоклеточные организмы, а с ними – специализация клеток. На всех уровнях развития вырабатываются свои формы разума: хищник учится преследовать жертву, жертва обучается избегать хищника. На определённом этапе появляется особый вид клеток – нервные клетки. Эти клетки имеют дендритовые разветвления – аксоны, которые передают информацию на соседние клетки в виде электрического потенциала. Суммарное воздействие вырабатывает сигнал, посылаемый двигательной системе (мускулам). Эволюция нервных клеток приводит к появлению органов чувств – глаз, ушей, носа. У животных дальнейшая эволюция приводит к появлению мозга с центральной нервной системой. Исследования показали, что абсолютный размер мозга не столь важен, как отношение этого размера к общему размеру тела в степени $2/3$. С эволюцией, этот критерий повышался у всех видов животных. Он наибольший - у приматов, а среди них – у человека. Получается, что различия в разуме между человеком и остальными животными носят не качественный, а количественный характер – определяются относительным размером мозга. Такого мнения придерживался Дарвин.

Существует общая тенденция повышения интеллекта в ходе эволюции. Этому Дарвин не признавал, что вызывало определённую критику в научных кругах ещё при его жизни.

С тех пор как наши древние предки на дереве эволюции отделились от шимпанзе около 4 млн лет назад, человеческий мозг увеличился почти вдвое. Мутация одного гена 2.7 млн лет вызвала быстрый рост мозга человека. Другой ген строго контролировал этот рост. С появлением *Homo sapiens* 150,00 лет назад, рост замедлился. С наступлением ледникового периода (между 100 и 50 тыс. лет) численность людей резко упала – до примерно 10,000 человек – это был критический период, своего рода горловина. Многие антропологи даже предполагают, что появление признаков, характерных для человека современного вида, могло произойти в одной женской особи, жившей 200–100 тыс. лет назад в Восточной Африке, и все мы являемся ее потомками. Эта гипотеза получила имя «генетической, или митохондриальной, Евы». Этим можно объяснить, почему генетические различия между человеческими расами столь невелики. Новые варианты гена быстрого роста возникали 37 тыс. лет назад [6], когда появились музыка, искусство и зачатки религии, и около 12 тыс. лет назад, когда произошёл переход от собирательства и охоты к земледелию и возникли первые государства и организованная религия [8].

Работа мозга имеет много общего с работой компьютера, поэтому имеются попытки уравнивать разум с вычислительной машиной. Успехи в разработке программ искусственного интеллекта (например, поражение Каспарова в матче с компьютером), как-будто придают какой-то вес этой идее. Можно даже «научить» робот имитировать поведение человека, его реакции.

Однако работы известного математика Роджера Пенроуза [10] показали, что никакая самая сложная и изощрённая программа не может создать у компьютера самосознания. Поэтому компьютер никогда не сравняется по «разуму» с человеком, да и с другими животными. Иначе говоря, можно подойти к любому, самому сложному компьютеру и выключить, т.е. «убить» его. Никакого сопротивления он не окажет – в отличие от человека или животного.

Заключение

Итак, **Жизнь и Разум** появляются одновременно, **Разум – неотъемлемая часть Жизни. Сейчас вершиной творения является человек - *Homo sapiens*.** Вероятно, в будущем *Homo sapiens* преобразуется в два разных вида, так же отличающихся от нас, как мы сейчас отличаемся от шимпанзе. Этот процесс может быть ускорен сращением человека с его приборами – возникнет «гибрид» человека с машиной. Это резко повысит возможности человека и приведёт к дальнейшему прогрессу. В дальнейшем следует ожидать появления суперчеловека. Глобализация, появление всё новых средств связи, компьютерных сетей, нанотехнологии, рост городов и подобные процессы уже сейчас привели к возникновению на Земле сферы разума - единой ноосферы, как называл это Владимир Вернадский. Человечество трансформируется из просто общества – в планетарный организм. Наш разум становится частью планетарной жизни как целого.

Этот доклад хотелось бы закончить словами российского астрофизика Андрея Финкельштейна, бывшего директора Института прикладной астрономии РАН (умер в сентябре 2011 г.):

«Возникновение жизни так же неизбежно, как образование атомов. На других планетах есть жизнь, мы найдём её в ближайшие 20 лет.» [11]

Источники

1. Иосиф Вайсман. О Проблеме Происхождения Жизни.
http://www.russianscientist.org/files/archive/Nauka/2009_VAISMAN_21.pdf
2. Борис Фукс. Как Происходит Эволюция.
http://www.russianscientist.org/files/archive/Medicina/2009_FUX-22.pdf

3. Lynn Margulis, Dorion Sagan. What is Life? Simon & Shuster, New York
4. James Lovelock. The Ages of Gaia. A Biography of Our Living Earth, Bantam Books, New York, Toronto, London, Sydney, Auckland
5. Вселенная далёкая и близкая: Структура. Происхождение. Эволюция. М.Я. Маров. Доклад на НТС РКК “Энергия” 11 марта 2010. Online: http://www.energia.ru/ru/news/news-2010/public_03-11.pdf
6. Chris Impey. The Living Cosmos. Our Search for Life In the Universe. Random House, New York
7. Amir D. Aczel. Probability 1. Why There Must Be Intelligent Life in the Universe?
8. Charles Mann. The Birth of Religion. National Geographic Magazine. June 2011
9. Paul Davies. The Fifth Miracle. The Search for the Origin and Meaning of Life. Simon & Shuster, New York
10. Roger Penrose. The Emperor’s New Mind. Concerning Computers, Minds, and the Laws of Physics. Oxford University Press, Oxford, New York, Melbourne 1989
11. Цитируется по: Jennifer Abbasi. The Search is On: *New missions and discoveries, within our solar system and beyond, are bringing us closer to finding alien life on other planet.* Popular science, Oct. 2011, p. 38