

# ВЕЛИКОЕ МОЛЧАНИЕ ВСЕЛЕННОЙ

Александр Санин

Важным этапом колонизации космоса являются исследования, направленные на поиск внеземных цивилизаций. Международная программа, объединяющая проекты и мероприятия по их поиску и возможному вступлению в контакт, получила название SETI (Search of Extraterrestrial Intelligence, т. е. "Поиск внеземного разума"). Целью проекта был поиск в космическом шуме неслучайных, искусственных сигналов. Работа SETI длилась более 50 лет, но так и не увенчалась успехом. Тем не менее, анализируя проделанную работу, учёные продолжают искать пути, которые позволили бы улучшить эффективность методов поиска. Это нелегко, так как до сих пор существует неопределенность в понимании ключевых вопросов: одни ли мы во Вселенной, существует ли внеземной, инопланетный разум? Именно эта неопределенность не позволяет SETI в обозримом будущем прогнозировать установление контактов с внеземными цивилизациями.

Идея SETI возникла более 50 лет назад, в 1959 году, когда Филипп Моррисон и Джузеппе Коккони, два молодых физика из Корнельского Университета, предложили начать поиск радиосигналов от внеземных цивилизаций в микроволновом диапазоне, предпочтительно на волне свободного атома водорода – 21 см. Это именно та длина, которую излучает межзвездный водород и которую можно считать космическим эталоном длин. Почти одновременно с этим (в 1960 г.) молодой астроном, Фрэнк Дрейк, не теряя времени, на радиотелескопе (Грин-2-Бэнк, Западная Вирджиния), начал систематические «прослушивания» звёзд Тау Кита и Эпсилон Эридана в надежде обнаружить искусственные радиосигналы. Необходимые навыки и оборудование заимствовались от радарной техники, оставшейся от Второй Мировой войны.

Первое время слушание космоса велось через наушники. Но вскоре стало ясно, что это непродуктивно. Сейчас ведётся прослушивание и запись одновременно на миллиарде каналов.

Основные этапы истории SETI:

- 1959 г. – Ф. Моррисон и Дж. Коккони выдвигают идею использования радиосигналов для SETI.
- 1960 г. – Фрэнк Дрейк открыл программу «Озма».
- 1960-е годы – СССР доминирует в работах по SETI: обзор больших участков неба всенаправленными антеннами.
- 1971-1973 гг. – научно-техническое обоснование проекта Cyclops [3] группой при NASA Ames Research Center (Калифорния): комплекс из 100–2500 антенн диаметром ~ 100 м. Из-за недостатка финансов проект не был реализован.
- 1970–2000 гг. - многие астрономы проводят поиск на имеющихся радиотелескопах, в том числе проект META (Планетарное Общество), программа Ohio State University, проект SERENDIP [4] (UC Berkeley) на базе телескопа Arecibo (Пуэрто-Рико) и так далее. Многие работы продолжают и поныне.
- 1985 г. - организован SETI институт [5].
- 1992 г. - формальное начало работ по SETI в Ames и Jet Propulsion Laboratory (JPL) с финансированием через NASA (около \$12 млн в год).
- 1993 г. – сенат США прекратил финансирование работ по SETI. Работы продолжены на базе частных пожертвований и грантов.
- 1995 г. – проект Phoenix [6] стартовал в обсерватории Parker (Австралия), а с 1998 г. – также в обсерватории Arecibo (Пуэрто Рико). «Прослушано» ~750 звёзд на удалении до 150 св. лет.

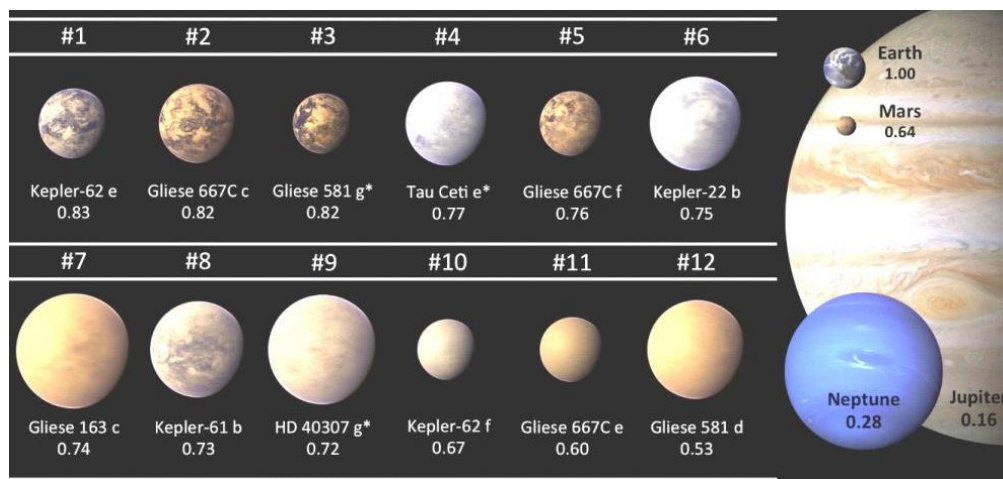
- 1997 г. – начало работ по Allen Telescope Array<sup>7</sup>. Пол Аллен (Paul Allen), предприниматель, один из первых соучредителей Microsoft, финансировал начальную стадию проекта (\$30 млн).
- 2007 г. – начало тестов и наблюдений на первой очереди комплекса (42 антенны диаметром по 6 м). Всего должно быть 360 антенн. Ожидаемый «охват» - до 1 млн звёзд в течение 20 лет. В начале 70-х годов американцы выпустили эскизный проект “Cyclops”, где заявили грандиозные планы на будущее SETI, как оно им представлялось. Несмотря на высокий научный и технический уровень, этот проект, вероятно, принёс больше вреда, чем пользы, так как заявленная стоимость проекта была слишком велика – на уровне программы «Аполлон». Возможно, это вызвало соответствующее настороженное отношение к предложениям по SETI в дальнейшем. Последующие десятилетия работы велись в различных обсерваториях и университетах США и других стран. При этом часто ими занимались параллельно с другими астрономическими наблюдениями, в качестве дополнительной нагрузки. В этом отношении характерна программа SERENDIP. Институт SETI был создан, как упоминалось выше, в 1985 году. А в 1992 году к SETI официально подключилось NASA. Но уже на следующий год конгресс закрыл финансирование.

И всё же энтузиасты SETI не сдались. Работы идут на средства спонсоров и добровольцев. В 1995 году большие работы проводились по проекту Phoenix. Сейчас все надежды на комплекс антенн Allen Telescope Array, финансируемый Полом Алленом. К сожалению, строительство антенн идёт вяло. Работы часто замораживаются из-за нехватки финансирования. Из запланированных 360 антенн за 6 лет смонтировано всего 42 антенны.

К счастью, поиск новых миров ведётся не только в русле SETI. Многие обсерватории активно ищут – и находят – всё новые и новые экзопланеты [8], т.е. планеты, обращающиеся вокруг звёзд за пределами Солнечной системы. Как известно, экзопланеты обнаруживают, в основном, двумя способами: по периодическим смещениям звезды под влиянием вращающейся вокруг неё планеты и по ослаблению светимости звезды проходящей перед ней планетой. На сегодня такие находки исчисляются тысячами. Большинство планет, найденных 1-м способом, являются так называемыми «горячими юпитерами». Они расположены близко к звезде и имеют большую массу. Но для нас наиболее интересны землеподобные экзопланеты. Индекс “землеподобия” планеты (Earth Similarity Index - ESI) включает 4 физических критерия: радиус планеты ( $x_1$ ), плотность ( $x_2$ ), скорость убегания (1-я космическая скорость) – ( $x_3$ ), средняя температура поверхности ( $x_4$ ). ESI рассчитывается по формуле:

$$ESI = \prod_{i=1}^n \left( 1 - \frac{|x_i - x_{i0}|}{x_i + x_{i0}} \right)^{\frac{w_i}{n}}$$

где  $x_{i0}$  – параметры Земли,  $w_i$  – «весовые» показатели.



На этом рисунке из сотен уже найденных экзопланет показаны те, что больше других похожи на Землю. По индексу ESI многие из них более сходны с Землёй, чем

Марс. Большинство из них открыто космическим телескопом Кеплер [9], специально предназначенным для поиска экзопланет, подобных Земле. Это первый космический аппарат, созданный с такой целью. К сожалению, в мае 2013 года Кеплер окончательно вышел из строя из-за отказа двух гиросtabilизаторов (из 4-х). Это прискорбно, хотя формально Кеплер успешно выполнил 4-годовалую программу, на которую и был рассчитан. Анализ полученных им данных займёт ещё несколько лет. На январь 2013 года подтверждено более 100 планет из числа кандидатов, открытых телескопом. Обнаружение экзопланет и другие астрономические достижения позволяют уточнить оценки ожидаемого числа высокоразвитых миров в нашей галактике, согласно знаменитой формуле Дрейка.

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

Здесь:

$N$  – 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 землеподобных планет на одну звезду;

$f_l$  – доля землеподобных планет, где жизнь действительно возникла;

$f_i$  – доля планет, где эволюция привела к возникновению разума;

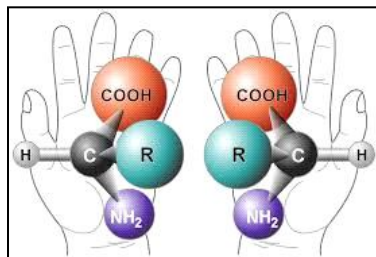
$f_c$  – доля планет с цивилизациями, способными к коммуникациям с другими цивилизациями – радио- и/или другими средствами;

$L$  – средняя длительность жизни цивилизации.

При  $R = 5$ ,  $f_p = 0.5$ ,  $n_e = 2$ ,  $f_l = 1$ ,  $f_i = 0.2$  и  $f_c = 1$  (по Дрейку):  $N = L$ .

В этой формуле наиболее критичными являлись коэффициенты  $f_p$ ,  $n_e$ ,  $f_l$  и  $f_i$ , а также параметр  $L$  – оценка средней длительности цивилизации. Мы видим, что первоначальные (весьма оптимистичные) оценки Дрейка подтвердились в части  $f_p$  и  $n_e$  – по крайней мере, по порядку величины. Это – важно! Что касается  $f_l$  и  $f_i$ , то здесь по-прежнему возможны только догадки. Следует остановиться на величине  $L$ . Сам Дрейк принимал её равной 10000 лет. Статистика по 60-ти цивилизациям в истории Земли (от Шумера и до современных государств Европы и Америки) даёт среднюю продолжительность их существования 420 лет, т. е. в 25 раз короче. Но это – на Земле, и похоже, что распространять такие расчёты на всю Галактику неправомерно: вероятно, цивилизации, достигшие высокой степени развития, смогут стабилизироваться и намного продлевать сроки своего существования, вплоть до космических масштабов, т.е. не сотни, а миллионы (если не миллиарды) лет – например, за счёт колонизации космоса или каких-то других мер.

В ходе обсуждения вероятности возникновения Жизни и Разума на других планетах выражались две диаметрально противоположных точки зрения: пессимистическая и оптимистическая.



Сторонником первой был известный биохимик, Нобелевский лауреат Жак Моно (Jacques Monod, 1910–1976 гг.). Его точка зрения: “Вселенная не была чревата Жизнью, а биосфера – человеком... Человек знает, наконец, что он одинок в бесчувственной бесконечности Вселенной, из которой он возник лишь благодаря случайности” [10]. Таких же взглядов придерживались и другие известные учёные, в том числе Фрэнсис Крик, один из двух открывателей ДНК, тоже Нобелевский лауреат. Другим примером пессимистического прогноза и его (довольно убедительного) обоснования может служить книга английского писателя, астрофизика Джона Гриббина "Одни во Вселенной" [11].

Оптимистическую точку зрения выражал известный бельгийский биолог Кристиан де Дюв (Christian de Duve, 1917–2013 гг.), также Нобелевский лауреат. Он считал, что Жизнь – это космический императив. В своей книге “Животворная Пыль. Жизнь как космический императив” [12] он писал: “Жизнь – либо воспроизводящееся, почти повседневное проявление материи, либо - чудо. Слишком много ступеней включено, чтобы считать это чем-то другим...” И далее: «Вселенная и есть Жизнь с необходимой инфраструктурой вокруг неё; она состоит из триллионов биосфер, порождаемых и поддерживаемых остальной Вселенной». Таким же неизбежным он считал и возникновение разума.

Таким образом, по числу голосов преобладала пессимистическая точка зрения: мы одиноки во Вселенной. Так было в начале эры SETI, в 60-е годы, и несколько позже. К счастью, в науке истина определяется не по большинству голосов. В последние десятилетия баланс сдвинулся в пользу оптимистической точки зрения. Этому способствовали новые научные результаты в области биологии, биохимии и астрономии. Среди них основные: открытие экстремальных бактерий, открытие множества экзопланет, в том числе – землеподобных, и создание синтетической хромосомы. Как известно, общепризнанного полного определения Жизни до сих пор не существует, есть только многочисленные частные определения. Нет теории жизни. Для создания такой теории и доказательства возможности её возникновения в других частях Вселенной, необходимо найти хотя бы один пример другой Жизни, отличной от нашей. Поиски её в космосе пока не дали результата. Нет также ясного представления о том, было ли возникновение Жизни на Земле (генезис) единичным актом, или оно повторялось многократно после полной стерилизации земли в результате «тяжелой» метеоритной бомбардировки в начальной эпохе. Если жизнь на Земле началась более одного раза, можно быть уверенным, что жизнь имеется всюду во Вселенной.

В связи с этим возникла новая идея: в дополнение к SETI, искать другую, «странную» жизнь [13] не только и не столько в космосе, а здесь, на Земле. Логика этой идеи такова: в результате «тяжёлых бомбардировок» в космос улетали обломки Земли с микроорганизмами. Через миллионы лет эти обломки могли вернуться на Землю. Но за это время на Земле могла возникнуть новая, необычная форма Жизни, и эти две формы были вынуждены сосуществовать и/или конкурировать. Рядом с нами, нами не замечаемая, может существовать целая «тенева микробиосфера». Трудность в том, что существующие методики поиска и анализа микроорганизмов приспособлены для исследования обычных форм. Искать «другую» жизнь на Земле гораздо проще и намного дешевле, чем в Космосе. Но как искать и где? Предлагаются следующие основные направления [14]:

- во всех обычных организмах ориентация (хиральность) биомолекул всегда одинакова: правая – для сахаров, левая – для аминокислот. Представляется, что такой выбор хиральности в процессе «генезиса» был случайным с вероятностью 50/50. Поэтому обнаружение организма с другой хиральностью означало бы, что найдена «другая» жизнь;
- обычные организмы всегда содержат определённый набор из 21 аминокислоты, отклонение от этого правила свидетельствовало бы о том, что найден образец «странной» жизни;
- поиск биомолекул с отличным от обычного набором химических элементов. Например, кремний вместо углерода или мышьяк вместо фосфора. Второй вариант (As вместо P) был как будто найден в соляном озере в Калифорнии, но в дальнейшем это не подтвердилось;
- поиск форм жизни с другими биосредами (например, аммиак вместо воды) или биоциклами. Такие варианты возможны на внешних планетах и лунах солнечной системы: жидкий метан  $\text{CH}_4$  – для Титана (спутник Сатурна); жидкий азот  $\text{N}_2$  – для

Тритона (спутник Нептуна); серная кислота  $H_2SO_4$  – для тропосферы, т. е. нижнего атмосферного слоя Венеры и др.

Другим очень важным направлением являются работы по созданию синтетической жизни непосредственно, как говорят американцы “from scratch” (с нуля, из ничего), т. е. от исходных элементов. Результаты впечатляют: В 2010 году, после 15-ти лет работы, в институте Крэйга Вентера (J. Craig Venter Institute, Калифорния), американского генетика, биолога, была создана синтетическая бактериальная хромосома, состоящая из 582970 базовых пар, и трансплантирована в дрожжевую бактерию, где заменила исходную ДНК. Управляемая этим синтетическим геномом микробная клетка начала реплицироваться (когда в ходе последующего деления материнской клетки каждая дочерняя клетка получала по одной копии молекулы ДНК, которая была идентичной ДНК исходной материнской клетки) и создавать новые протеиновые комплексы. Там же Вентером реконструируется генетический материал маленькой бактерии с целью создать простейшую автономную клетку.

Вернёмся непосредственно к работам по SETI. Каковы всё же перспективы этих работ и на что можно рассчитывать? Немного математики. Первые земные радиостанции начали работать около 100 лет назад. Эти радиосигналы распространились на расстояние только 100 световых лет - очень недалеко в масштабах Галактики, размер которой – 100,000 световых лет. Если инопланетяне, живущие за 1000 световых лет, смотрят сейчас на нас, то они видят Землю 1013 года. Ещё не начались крестовые походы, до открытия Америки ещё почти полтысячелетия, а до первых радиотелескопов – больше 900 лет. Наши первые радиосигналы придут к ним только через 900 лет, а ответ мы получим (если получим) не раньше 3913 года. В общем, не самая оперативная система космической связи и поисков ET. Понятно, что мы вызовем у них мало интереса. Почему же мы её выбрали как единственно возможную и держимся в этой колее уже более 50 лет? Этому причина – антропоцентризм, т. е. стремление экстраполировать наш земной опыт и наши представления на другие миры. Следовательно, надо, не оставляя попыток установления радиоконтактов, искать другие способы, расширять сферы поиска [14].

Как в хороших детективных романах, мы должны приступить к поискам признаков и следов активной деятельности внеземных цивилизаций в нашей Галактике. Возможны следующие направления:

Поиск древних захоронений ядерных отходов (как возможных последствий «их» энергетической деятельности) – аналогично, например, тому, как были найдены и расшифрованы остатки ископаемых следов «работы» единственного известного на Земле древнего натурального ядерного реактора в Габоне (Зап. Африка) [16]. Реактор образовался в слоях урановой руды примерно 2 млрд лет назад и в течение нескольких сотен тысяч лет «работал» в прерывистом режиме с периодичностью примерно 3 часа с перерывами по 2,5 часа – по мере накопления грунтовой воды как замедлителя нейтронов и достижения критического состояния. Это – пример успешной «следовательской» работы современных атомных экспертов и геологов.

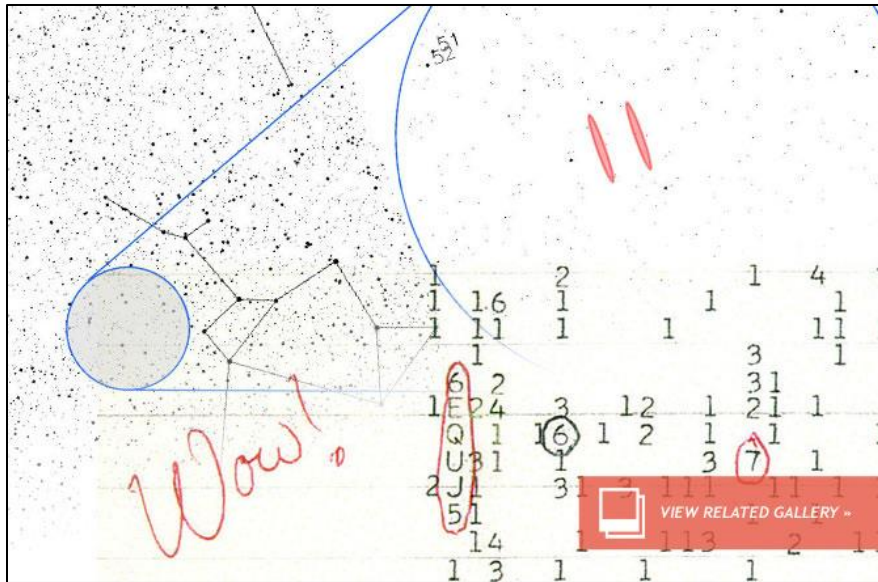
Поиск заброшенных карьеров и/или шахт необычных форм и размеров и др. следов разработок на поверхности Земли, на планетах, лунах, астероидах и т.п. В настоящее время особенно актуальными и «модными» стали проекты полёта к астероидам. Это – ближайшее будущее в планах NASA.

Поиск образцов пород с повышенным содержанием плутония – тоже обязательный признак энергетической деятельности в прошлом.

Анализ необычных (ненатуральных) звёздных спектров (в том числе с повышенным содержанием плутония Pu). Это возможный результат сброса промышленных и энергетических отходов на звезду.

Поиск следов синтетической биотехнологии.

Следующее направление поиска – Космический Маяк. Можно предположить, что инопланетяне могут установить космические радиомаяки, сигнализирующие о готовности вступить в контакт. Сигнал может содержать и какую-то дополнительную информацию. Из соображений экономии энергии (если таковые существенны для инопланетян), сигналы маяка, рассчитанного на галактические расстояния, должны быть прерывистыми, в диапазоне частот около 10 GHz. В частично построенном Антенном Комплексе Аллена предусмотрена специальная система «Глаз Мухи» (Fly's Eye) для наблюдения за импульсными сигналами. Наиболее вероятное место расположения маяков – центр Галактики. Известен случай фиксации сигнала длительностью 72 секунды в обсерватории штата Огайо в 1977 году. Это так называемый “WOW!” сигнал [17]. Он был воспринят не

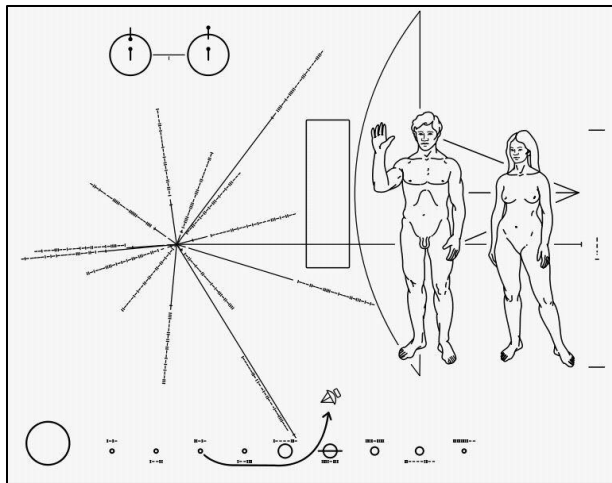


непосредственно, а при последующем анализе записей. Установлено, что сигнал пришёл не из нашей галактики, а извне. Вероятно, это был не искусственный сигнал, а естественный, скорее всего, результат взрыва «Чёрной Дыры».

Известны мощные естественные источники импульсных сигналов – пульсары, вращающиеся нейтронные звёзды. Предполагают, что развитые внеземные

цивилизации могут использовать пульсары путём модуляции их сигналов.

Ещё одно возможное направление – «Письмо в бутылке» (Message In A Bottle).



Примером такого сигнала является знаменитая плата на аппаратах Пионер-10 и -11, а также послание с радиотелескопа Аресибо. Эти послания брошены в космический океан без определённого адреса, с очень ограниченным объёмом информации и очень слабой надеждой, что кто-нибудь когда-нибудь их прочтёт. Однако с развитием нанотехники и генной инженерии становится возможным использовать такие надёжные и эффективные средства информации как генетические коды, записанные в ДНК или РНК вирусов. Крэйг Вентер, например,

записал свой e-мэйл адрес в созданный им синтетический геном. Такого рода информация, записанная на множестве микроскопических носителей, может многократно репродуцироваться. Её можно без особых проблем забросить в космос, разогнать до громадных скоростей (скажем, 0.01 % от скорости света) и распылить, например, в хвосте кометы. Далее, если планета проходит через это облако, эти гены с записанной в них информацией попадут на планету. Не исключено, что в нашем ДНК записана (кем-то) специальная информация – ведь в геноме человека найдены большие участки, назначение

которых не известно. Попытки расшифровки и прочтения генома в этом плане не проводились.

Известный американский учёный Рональд Брэйсвелл высказал предположение, что может существовать Галактический Клуб высокоразвитых внеземных цивилизаций [18]. Он посвятил этому свою книгу «Разумная Жизнь во Внешнем Космосе». Члены клуба могут иметь радиосвязь и/или создать галактический интернет. Такие формы значительно проще и дешевле, чем поездки «в гости» друг к другу. Нам, землянам, чтобы войти в Клуб, надо постараться перехватить какие-либо контакты между его членами. Для этого надо оказаться на линии, соединяющей двух членов Клуба. Вероятность этого ничтожно мала. Пока что в Канаде создан веб-сайт <http://www.ieti.org>, открытый для любых внеземных цивилизаций.

Высказывались ещё более оригинальные и масштабные идеи о том, что следует искать в космосе. В 1960-х годах советский академик Н. Кардашёв [19] предложил такую классификацию космических энергетических мегасистем по уровню потребляемой ими энергии:

- Тип 1 – потребление всей энергии, получаемой планетой от звезды.
- Тип 2 – потребление всей энергии, излучаемой звездой.
- Тип 3 – потребление энергии в масштабах галактики.

Наша цивилизация может достигнуть стадии 1-го типа через 1–2 столетия. Но возможно где-то существуют уже цивилизации 2-го уровня. Известный физик-теоретик Фримен Дэйсон предсказывал [20], что их энергетические проблемы будут решаться созданием так называемых Сфер Дэйсона – звезда будет окружена грандиозным экраном, охватывающим планету-энергопотребитель и улавливающим всю излучаемую ею энергию. Материалом для такого экрана будут служить астероиды, кометы и, возможно другие планеты. Внешняя поверхность сферы Дэйсона будет интенсивно излучать в инфракрасном диапазоне. Следовательно, надо искать такие инфракрасные источники излучения.

Существуют также идеи получения энергии от вращающихся чёрных дыр. Они представляются более эффективными, но как их распознавать, пока неясно.

Опыт человечества показывает, что цивилизация стремится к неукротимой экспансии и колонизации всего доступного пространства. Вопрос о колонизации Марса уже стоит в практическом плане. Идёт запись добровольцев. Вероятно, этот импульс к экспансии присущ и другим цивилизациям и сверхцивилизациям в космосе. Колонизация пространства, вероятно, будет совершаться силами многих поколений.

Её моделируют процессом перколяции (от лат. *percōlāre*, просачиваться, протекать), прохождения кофе через фильтр. Такие модели показывают, что колонизация галактики будет происходить волнообразно, с «войдами» - пустотами.

Существенно повышается эффективность колонизации при использовании автоматических самовоспроизводящихся межзвёздных зондов, предложенных известным теоретиком (американским математиком, физиком) Джоном фон Нейманом. Такой зонд может перелетать от одной звездной системы к другой, на месте реплицировать себя, а далее "родитель" и "ребёнок" каждый отправляется к своей цели. Сценарии показали, что при использовании зондов Джона фон Неймана вместо обычных, время, требуемое на обследование Галактики, сокращается на несколько порядков. Если эти зонды будут двигаться со скоростью 10% от скорости света, они смогут посетить каждую звезду в Галактике всего за 10 миллионов лет. Это очень малый промежуток времени, если учесть, что возраст Земли насчитывает 4,5 миллиарда лет.

В 1950 г. выдающийся физик, один из "отцов" первой атомной бомбы, Энрико Ферми, озадачил научный мир своим известным парадоксом: *Where are they?* (Где они?). Этот вопрос далеко не тривиален. Если иной разум возник не только здесь, но и на других планетах у других солнц, то почему они нас не колонизировали, почему их до сих пор здесь нет? Парадокс сводится к несовместимости трёх утверждений:

1. Жизнь во Вселенной возникает постоянно и повсеместно, достигая стадии высокоразвитого разума.
2. Любой высокоразвитый разум создаёт Ударную Волну расселения, заполнив собой всю Галактику, а потом и Вселенную.
3. Солнечная система, да и Галактика вокруг нас пуста. “Их” нет!

Все три утверждения не могут быть истинными одновременно. Чтобы не впасть в противоречие, приходится жертвовать одним из них. Эта проблема вызвала широкую дискуссию в научных (и не только научных) кругах. Предложено множество решений, в том числе немало экзотических. Вышла даже книга, где рассматривается пятьдесят вариантов решения парадокса Ферми. Вот некоторые примеры предлагаемых объяснений:

Они были здесь, и остались свидетельства этого: НЛО и тому подобное.

Они здесь, но мы их не видим.

Они – это мы (*мы – их наследники*).

“Зоо”– гипотеза: за нами скрытно наблюдают.

Они не существуют, т. к. мы – первые в Галактике.

Они погибли в результате космической катастрофы.

Они существуют, но...

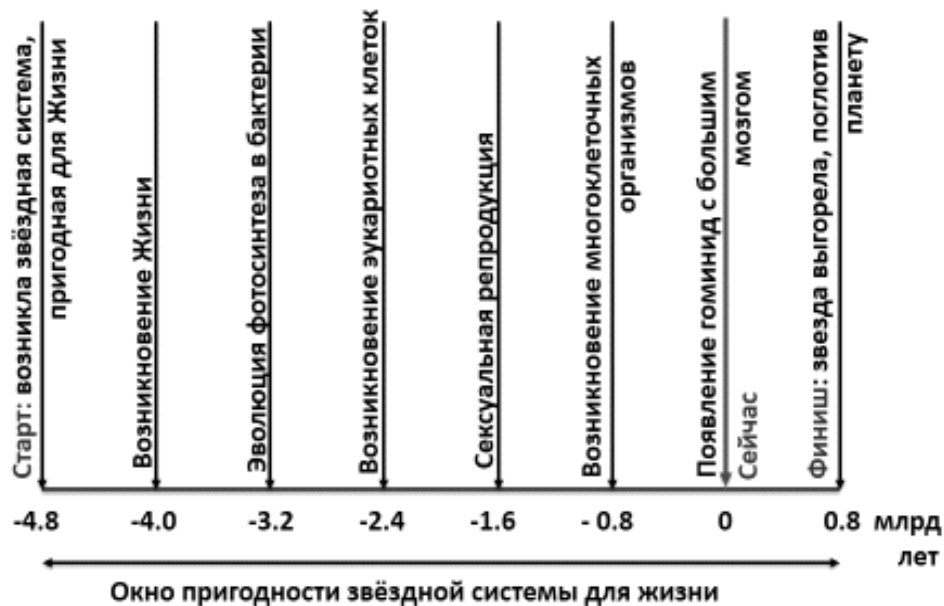
- у них не было достаточно времени, чтобы прилететь к нам;
- они посылают сигналы, но мы не знаем, как слушать;
- у них нет желания контактировать с нами;
- мы живём в виртуальном, симулированном "ими" мире (этот сюжет использован в серии американских фильмов "Матрица").

Парадокс Ферми решится только тогда, когда будет решена проблема SETI. С попытками объяснений Парадокса Ферми связано понятие Большого Фильтра, введённое известным физиком-теоретиком Брэндоном Картером (Brandon Carter, написал работу под названием «Доказательства Судного дня») и развитое Хэнсоном (Robin Dale Hanson, экономист, физик, философ).

Для появления разумной цивилизации, способной к колонизации, жизнь должна пройти несколько чрезвычайно трудных этапов, каждый из которых может занять всё время существования звезды и планеты. При этом каждой звёздной системе отпущен определённый срок – окно существования.

### ВЕЛИКИЙ ФИЛЬТР (Б. Картер и Р. Хэнсон)

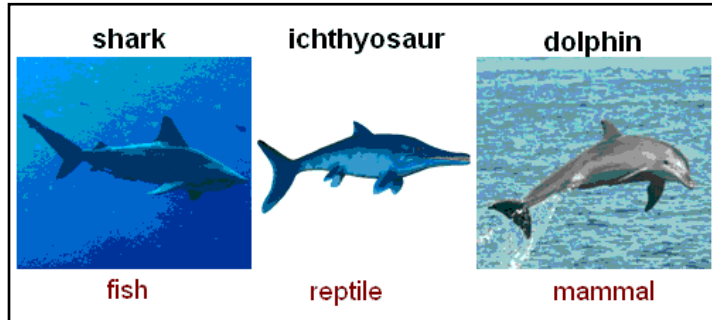
#### Трудные ступени на пути к разуму





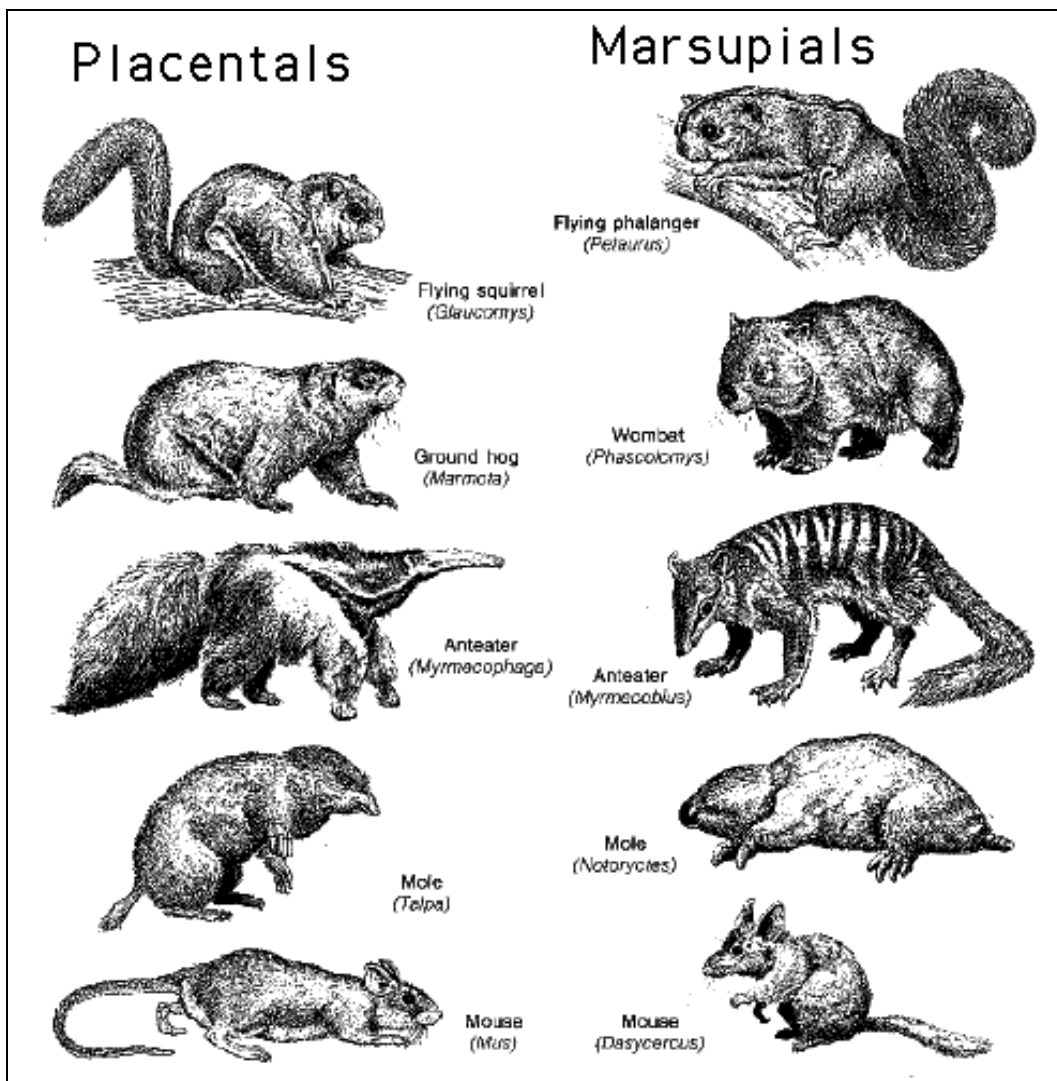
Здесь показаны 6 этапов, пройденных жизнью на Земле. Нам удалось их пройти, но удастся ли использовать последний оставшийся этап (около 1 млрд лет, хотя есть более оптимистичные прогнозы – до 4-5 млрд), чтобы стать космической цивилизацией, неизвестно. Удастся ли это другим?

С появлением Жизни на Земле вступил в игру Дарвиновский естественный отбор. Большую роль в нём играет принцип Конвергентной Эволюции: определённый признак, полезный для выживания в определённой среде, повторяется в ходе эволюции совершенно различных видов. Например, торпедообразное строение тела - у рыб, птиц и у китовых:



Крыло появлялось многократно – у насекомых, птиц, летучих мышей, млекопитающих и даже рыб. Глаз изобретался природой много раз. Например, фасеточные глаза у насекомых. Или глаза четырехглазой рыбы анаблепс из рек Южной Америки, которая одинаково хорошо видит и в воде, и в воздухе. А вот ещё яркий пример конвергентной

эволюции у совершенно различных ветвей животного мира, развивавшихся совершенно независимо, - плацентарные и сумчатые:



Интересный пример не реализованной, но в принципе возможной в прошлом такой эволюции показан здесь [22].



Более 200 млн лет на Земле царствовали динозавры. Могли ли они в ходе эволюции приобрести разум? Некоторые биологи считают, что могли. В качестве примера приводится динозавр Троодон. Он имел трёхпалую руку с одним отставленным пальцем, сравнительно большой мозг, объёмное зрение, был близок по размерам к человеку (длина 2,4 м, вес около 40 кг). И, как считают некоторые палеонтологи, мог бы эволюционировать

до разумного существа. Но ему, как и всем Динозаврам, не повезло: 65 млн лет назад все они погибли при падении огромного метеорита. Но с другой стороны, у него было 12 млн лет, чтобы эволюционировать, и все-таки этого не случилось. Человеку же, чтобы обрести разум, потребовалось гораздо меньше времени. Значит, были ещё какие-то факторы, тормозившие эволюцию динозавров.

Что ожидает нас в будущем и чего можно ожидать от сверхцивилизаций, далеко опередивших нас? Вероятно, дальнейшая эволюция станет постбиологической и будет определяться прогрессом в создании искусственного интеллекта (АИ). Работы по АИ ведутся интенсивно и обещают создание компьютера, полностью моделирующего работу человеческого мозга, к середине этого века.



Такой виртуальный мозг разрабатывается по проекту Blue Brain, возглавляемому нейробиологом Генри Маркхамом (Henry Markram) в Швейцарии. Это приведёт к созданию «мыслящих» роботов-помощников человека, способных к самовоспроизводству и собственной контролируемой эволюции. Высказываются опасения (Стивен Хокинг), что они могут стать его соперником,

но это, скорее всего, фантазии. В дальнейшем могут возникнуть глобальные сети АИ, обладающие громадной интеллектуальной мощью. Следует ожидать «сращивания»

человека с машиной, т. е. перехода к постбиологической стадии, когда дарвинианская эволюция сменится ускоренной - ламаркианской.

Дальнейший прогресс кибернетики обычно связывают с надеждой на создание квантового компьютера (QC) [23]. Идея такого компьютера возникает как следствие тенденции к миниатюризации и повышения быстродействия электронных процессоров, используемых в обычных компьютерах. Переход к QC обещает громадное, экспоненциальное увеличение скорости и объёма вычислений. По своим характеристикам, QC превосходит обычный ПС так же, как ПС превосходит обычные бухгалтерские счёты!

В качестве процессоров в QC используется небольшое количество отдельных атомов. Теоретически достаточно трёхсот атомов, чтобы вести расчёты процессов в масштабах целой галактики. Ведутся интенсивные проектно-исследовательские работы по реализации QC, пока – с ограниченными параметрами (с числом атомов порядка 10-ти).

Следует ожидать, что намного опередившие нас сверхцивилизации, которые мы ищем, уже полностью освоили QC и, возможно, не имеют стимула для контактов с другими, менее развитыми цивилизациями. Это может явиться одним из возможных объяснений парадокса Ферми.

В заключение, можно спросить себя, в чём же цель этих поисков, чего можно от них ожидать? Оправдаются ли усилия и средства, затраченные на SETI? Вероятно, наиболее убедительно ответил на этот вопрос пионер SETI Фрэнк Дрейк: «*SETI – это, во многом, поиск самих себя – кто мы есть и как мы вписываемся во Вселенную*».

### Источники

1. <http://en.wikipedia.org/wiki/PhilipMorrison>
2. <http://en.wikipedia.org/wiki/ProjectOzma>
3. <http://en.wikipedia.org/wiki/ProjectCyclops>
4. <http://en.wikipedia.org/wiki/SERENDIP>
5. Shostak, Seth. Confessions of an Alien Hunter: A Scientist's Search for Extraterrestrial Intelligence. National Geographic, 2009.
6. <http://www.seti.org/seti-institute/project/details/project-phoenix>
7. <http://www.seti.org/ata>
8. <http://exoplanet.eu/catalog/>
9. <http://kepler.nasa.gov/>
10. [http://en.wikipedia.org/wiki/Jacques\\_Monod](http://en.wikipedia.org/wiki/Jacques_Monod)
11. Gribbin, John. Alone in the Universe. Why our Planet is Unique. John Wiley & Sons, Inc. 2011.
12. De Duve, Christian. Vital Dust. Life as a Cosmic Imperative. Basic Books, 1995
13. Toomey, David. Weird Life. The Search for Life that is Very, Very Different from Our Own. W. W. Norton & Company, 2013.
14. Davies, Paul. The Eerie Silence. Renewing our Search for Alien Intelligence. Houghton Muffin Harcourt, 2010.
15. J. Craig Venter Institute. First Self-Replicating Synthetic Bacterial Cell. <http://www.jcvi.org/cms/research/projects/first-self-replicating-synthetic-bacterial-cell/overview/>
16. Wikipedia. Oklo. <http://en.wikipedia.org/wiki/Oklo>
17. Wikipedia. Wow! Signal. [http://en.wikipedia.org/wiki/Wow!\\_signal](http://en.wikipedia.org/wiki/Wow!_signal)
18. Bracewell, Ronald. The Galactic Club: Intelligent Life in Outer Space. W. H. Freeman&Co Ltd, 1975.
19. Кардашев Н. С. Передача информации внеземными цивилизациями. Астрон. Журн. 1964. Т. 416 с. 282-287.
20. [http://en.wikipedia.org/wiki/Dyson\\_sphere](http://en.wikipedia.org/wiki/Dyson_sphere)
21. Hanson, Robin. The Great Filter - Are We Almost Past It? 1998. <http://hanson.gmu.edu/greatfilter.html>
22. 10 Facts about Troodon. <http://dinosaurs.about.com/od/typesofdinosaurs/a/Troodon-Facts.htm>
23. The Blue Brain Project. Henry Markram. <http://bluebrain.epfl.ch/page-58949-en.html>