

The problem of SETI: development tendencies of a terrestrial civilization and a possible solution to the Fermi paradox

Aleksandr V. Bukalov

*The Centre of Physical and Space Researches,
The International Institute of Socionics,
Kiev, Ukraine*

The discovery of several thousand extrasolar planets shows that the emergence of life on some of them is predictable and expected event. It follows that with a certain probability can (and should) exist civilization, outpacing terrestrial one in its development. This further aggravates the paradox formulated by Enrico Fermi: why there are no observable manifestations of activity of supercivilizations if life is not a unique phenomenon in the Galaxy and in the Universe? It is often assumed that the absence of such manifestations caused by that supercivilization quickly cease to exist ("die by suicide"). However, this view is ungrounded. On the contrary, consideration of demographic, energy, heat, radiation and mutational genetic (adaptation) barriers to extensive development and distribution of Earth-like civilization can solve the Fermi paradox otherwise, in a constructive way. Earth-like civilization rather quickly moves on to another - intensive - development strategy, in which it displays hardly noticeable for the remote external observers.

Проблема SETI: тенденции развития земной цивилизации и возможное решение Астросоциологического парадокса Ферми

Букалов А.В.

*Центр физических и космических исследований
Международного института соционики,
Киев, Украина*

Существует ли внеземная жизнь?

Определение количества обитаемых планет на сегодняшний день является сложной задачей. Обнаружение в Галактике гигантских облаков с органическими молекулами указывает на то, что в Космосе существуют естественные резервуары для построения вещества жизни — нуклеиновых и аминокислот — в подходящих условиях на определенных планетах.

Недавние исследования метеоритов с Марса позволили высказать гипотезы о существовании некоторых форм жизни на Марсе. Этот вывод опирается на известный факт существования на Марсе русел высохших рек. Кроме того, недавние исследования позволили обнаружить замерзшую воду под поверхностью Марса.

Органические молекулы обнаружены и в веществе комет, которые также можно рассматривать как концентраторы органики и первичных реакций синтеза органических молекул, особенно при приближении к Солнцу и другим аналогичным звездам. Исследования последних 20-ти лет показали, что некоторые живые микроорганизмы чрезвычайно устойчивы к неблагоприятным условиям и способны выжить в условиях космического вакуума.

Возможное количество обитаемых миров

Совокупность всех этих фактов позволяет сделать вывод о том, что жизнь не обязательно зародилась на Земле (или даже на Марсе), а заселила Землю, как только на планете после остывания возникли подходящие условия. Таким образом, земная биосфера не является уникальной и единственной в Галактике или Вселенной. Открытие нескольких тысяч экзопланет дает все большую уверенность в существовании обитаемых миров.

Тогда возникает закономерный вопрос: **каково количество обитаемых планет?** До недавнего времени существовали только вероятностные оценки типа формулы Дрейка, которые носили преимущественно гипотетический характер [18–20].

Исходя из нового физического описания характеристик живого вещества, нами предложены определенные оценки массы живого вещества и, соответственно, количества биосфер, эквивалентных земной в радиусе Хаббла [2, 3].

$$N_{bio} \approx 3,3 \cdot 10^{18}$$

Тогда в нашей Галактике приблизительно $5 \cdot 10^7$ биосфер. Среднее расстояние между биосферами в нашей Галактике можно оценить как $R \approx 25$ св.лет.

Какое количество обитаемых планет может быть населено разумной жизнью?

Из полученных нами результатов следует, что в окрестностях Земли на расстоянии около 110 св. лет могут находиться от 85 (минимальная оценка) до 600-700 (максимальная оценка на основе гипотезы о «поясе жизни» в коротационном круге) биосфер. Отношение времени существования жизни на Земле ($4 \cdot 10^9$ лет) ко времени развития разумного существа ($4 \cdot 10^5$ лет) составляет: $K_1 \sim 4 \cdot 10^9 / 4 \cdot 10^5 \approx 10^4$. Ориентировочная вероятность того, что жизнь на соседних планетах находится на близкой к нам стадии развития, составляет $P \sim 10^{-4}$. Планеты, синхронные Земле по уровню развития, находятся, вероятней всего, за пределами коммуникационного барьера. Если же учитывать технологический интервал развития цивилизации ($t \sim 10^{3-4}$ лет), то $K_2 = 4 \cdot 10^9 / 10^{3-4} \approx 10^{5-6}$. Это означает, что **цивилизация, технологически аналогичная земной, — достаточно большая редкость и находится на расстояниях более нескольких тысяч световых лет от Земли.** Окружающие биосферы можно разделить на еще не имеющие разумную жизнь и имеющие ее в виде развитой цивилизации. **Вблизи Земли нет цивилизаций, использующих радиосвязь.** Это подтверждается безуспешными 40-летними попытками получения радиосигналов искусственного происхождения. Учитывая, что человечество владеет радиосвязью около 100 лет, можно утверждать, что в радиусе 100-150 световых лет нет аналогичных цивилизаций, что согласуется и с нашими расчетами.

Астросоциологический парадокс Энрико Ферми

Поймать радиосигналы уже развитой цивилизации также сложно, поскольку их трудно выделить и распознать. В условиях технологического развития цивилизации (а это только одна из возможных стратегий развития) изменения происходят с огромной скоростью. Мы не можем, например, прочитать магнитную дискету на проигрывателе для лазерных дисков. А ведь эти устройства для хранения и передачи информации созданы в рамках одной технологической цивилизации, их разделяет всего 15 лет! Таким образом, вероятность технической «стыковки» разных цивилизаций чрезвычайно мала, хотя они, безусловно, существуют.

Энрико Ферми сформулировал астросоциологический парадокс: **если существуют сверхцивилизации, то они должны были уже давно охватить своей экспансией всю Галактику. Где же следы их деятельности?** Часто высказывается предположение, что отсутствие таких проявлений вызвано тем, что сверхцивилизации быстро прекращают свое существование («кончают жизнь самоубийством»). Однако такая точка зрения ничем не обоснована.

Программы SETI и SETI создавались и развиваются в русле возможного обнаружения электромагнитных сигналов от других цивилизаций. В рамках такой исследовательской парадигмы был получен **нулевой результат**, несмотря на значительные усилия и использование самых больших радиотелескопов. Видимо парадигма межзвездной радиосвязи в своей основе неадекватна задаче. То, что в настоящее время человеческая цивилизация широко использует радиоволны, не означает, что не существует иных способов коммуникации.

Проблемы с электромагнитным излучением

Интенсивное использование радиоволн вызывает электромагнитное загрязнение пространства. В связи с массовым использованием мобильных телефонов резко возрастает электромагнитное СВЧ-облучение организма человека. Существует естественный предел электромагнитного фона, выше которого начинается деградация живых организмов, их генетической структуры. Интенсивное развитие физики и современных технологий заставляет прийти к выводу, что использование радиосвязи в ее современном виде — это достаточно кратковременный этап ($\Delta t_r \leq 150$ лет) в развитии цивилизации.

Между тем, новые открытия могут принципиально изменить положение вещей в области связи. Достаточно вспомнить интенсивно развивающееся направление квантовой коммуникации на основе квантовых корреляций. Ситуацию образно можно сравнить с той, когда племя на изолированном острове пытается вступить в контакт с соседним островом при помощи огромного барабана (в условиях густого тумана) — ясно, что иные способы им недоступны.

Развитые цивилизации, а тем более сверхцивилизации, с очень высокой степенью вероятности не используют радиосвязь. Она неэкономична, малоэффективна на больших расстояниях, и т. д. Поэтому парадокс электромагнитного молчания Космоса снимается. Как мы уже отмечали, этап интенсивного владения радиосвязью составляет около 150 лет (фактически это коммуникативный горизонт радиообщения цивилизаций), и вероятность обнаружить цивилизацию на этом этапе развития очень мала ($P \sim 10^{-4 \div 5}$).

Барьеры на пути экстенсивного распространения цивилизации земного типа

- 1) Энергетический
- 2) Тепловой
- 3) Демографический
- 4) Радиационный
- 5) Мутационно-генетический (адаптационный)

Энергетический и тепловой барьеры

Интенсивное использование энергии и выделение тепла имеет естественный предел, связанный с тепловым перегревом планеты. Поэтому, предел добываемой и используемой энергии для нашей биосферы $\sim 3 \cdot 10^{15}$ Дж/с [23] (при современном производстве $\sim 10^{13}$ Дж/с).

В рамках SETI Н.С. Кардашевым было предложено разделение возможных цивилизаций на 3 типа по величине добываемой и используемой энергии, а также по проявлению соответствующих космических и астрофизических эффектов [11]. Цивилизации I типа используют планетарные источники энергии, мощность используемой энергии $\sim 4 \cdot 10^{12}$ Дж/с, их технологический уровень близок к современному на Земле. Цивилизации II типа овладели энергией своей звезды, уровень их энергопотребления $\sim 4 \cdot 10^{26}$ Дж/с. Цивилизации III типа владеют энергией в масштабах своей галактики, уровень их энергопотребления $\sim 4 \cdot 10^{37}$ Дж/с. Однако такое стадийное разделение цивилизаций на три типа, несмотря на его заманчивость в плане перспектив развития цивилизации земного типа, представляется нереалистичным.

Дело в том, что используемую энергию необходимо контролировать. Однако даже флуктуации таких количеств энергии, не говоря уже об авариях, значительно превышают биологический предел устойчивости живых организмов и биосферы в целом. Одна крупная авария на установке мощностью 10^{13-15} Дж/с (например, солнечная космическая электростанция) в силу концентрации энергии способна уничтожить значительную часть биосферы и цивилизации.

Для овладения и использования еще больших мощностей (цивилизации II и III типа по Кардашеву) живым существам необходимо обладать сверхпрочным материальным субстратом, ничего общего не имеющим с органическими соединениями. Гипотетически возможен, конечно, и такой вариант, но с такими существами контакт лишен всякого смысла в силу специфики их действий, которые в глобальном смысле могут приниматься нами за природные процессы и быть неотличимыми от действия законов природы в современном понимании.

Таким образом, экстенсивный путь развития цивилизации в сверхцивилизацию в силу имеющихся барьеров биологической прочности является тупиковым.

Демографический барьер

Использование современных технологий генетической инженерии и клонирования приведет к неизбежному продлению человеческой жизни, к стабилизации роста населения в связи с улучшением условий жизни и прекращением экспансивного развития всей цивилизации. С.П. Капица показал, что существует предел роста населения Земли, он составляет около 12 млрд.чел. [10].

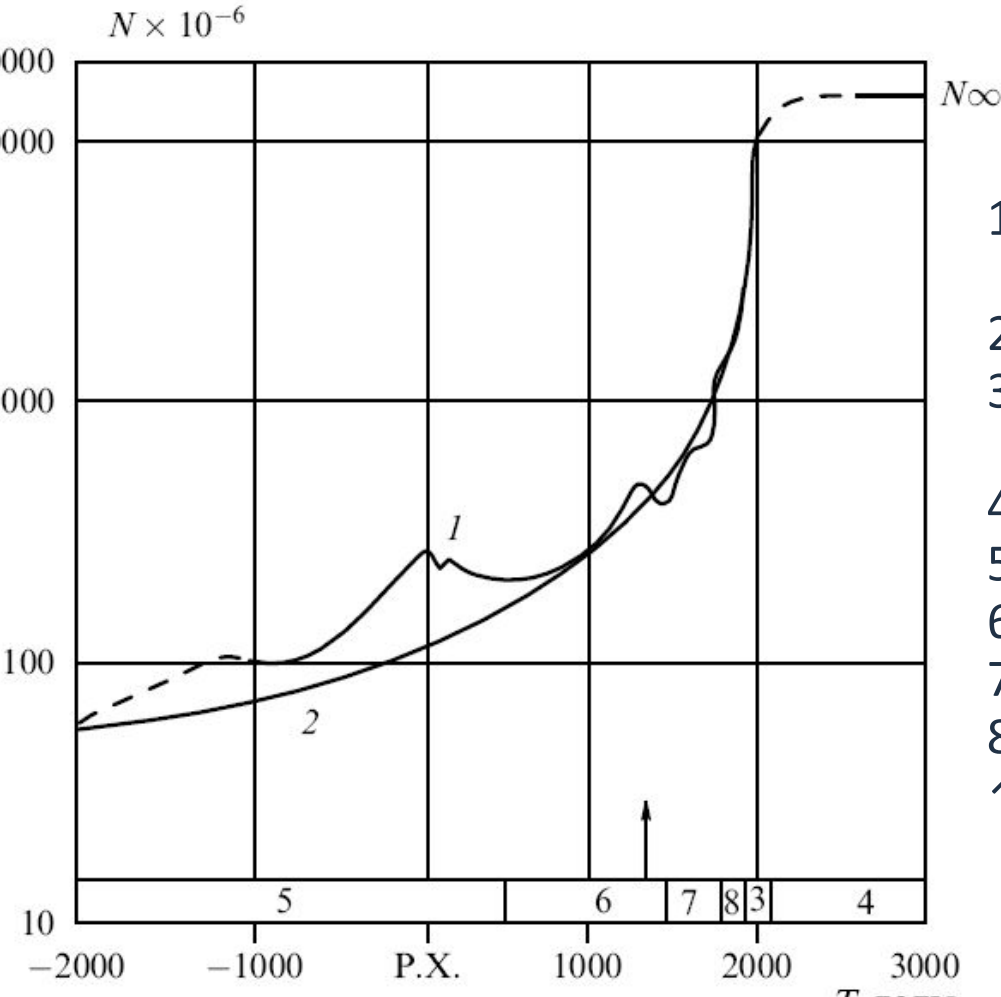


Рис. 1. Рост населения Земли по С.П. Капице [8].

- 1 — население мира от 2000 г. до Р.Х.,
- 2 — режим с обострением,
- 3 — демографический переход,
- 4 — стабилизация населения,
- 5 — древний мир,
- 6 — средние века,
- 7 — новая и
- 8 — новейшая история,
- ↑ — чума.

Радиационный и мутационно-генетический (адаптационный) барьеры

Выход в Космос как проявления экспансивности цивилизации принципиально ограничен условиями для живого организма. Даже полет на Марс смертельно опасен для человека из-за высокого радиационного фона в космосе. А в неземных условиях могут стабильно жить только генетически измененные формы живого со всеми вытекающими отсюда последствиями и ограничениями для безопасности землян.

Рассмотренные барьеры оставляют главным только интенсивный путь развития, в сферу сверхнизких энергий, полевых, квантовых и психоинформационных технологий, но не ядерных, связанных с дальнейшим проникновением вглубь материи, для чего необходимы гигантские энергии и сверхконцентрация материальных ресурсов.

Смена стратегии развития цивилизации: интенсивный путь

Рассмотрим теперь вариант, при котором наличие импульса развития приводит не к экстенсивному, а к интенсивному развитию ресурсо- и энергосберегающих технологий. Происходят микроминиатюризация электронной техники и повсеместный переход от процессов труда физического к труду умственному с преобладанием управления процессами. Этот феномен находит свое отражение в создании **информационного** общества, где преимущественно производится получение, выделение и обработка информации. Разрабатываются и внедряются не только информационные, но и психоинформационные технологии [5], позволяющие сжимать и обрабатывать большие потоки информации. Интенсивно разрабатываются нанотехнологии, призванные заменить ряд затратных, вредных, энергоемких производств, появляются молекулярные роботы, в том числе способные исправлять нарушения в организме. Такие технологии практически снимают проблему быстрого истощения невозобновляемых ресурсов и полезных ископаемых. Поэтому цивилизация при достижении энергетического, теплового, деструкционного барьера начинает развиваться **интенсивно**, расходуя все меньше и меньше энергии на единицу производимой и потребляемой продукции. Такая цивилизация будет становиться все менее и менее энергозатратной, а, следовательно, все менее и менее заметной. С учетом же более чем вероятного перехода к использованию иных средств связи, в том числе основанных на других полях и взаимодействиях, **будет вообще практически не обнаружима в электромагнитном диапазоне.**

Таким образом, технологические цивилизации чрезвычайно редки. Срок их существования около 200 лет и далее они «исчезают», но не совсем, как думал И.С. Шкловский [24], находясь в рамках современной научно-технической парадигмы, а превращаются в нечто иное, как гусеница превращается в куколку и затем в бабочку. Интенсивный способ развития цивилизации изменяет ее культурные характеристики и стратегии. В перспективе это может привести к направленному изменению генетического кода и появлению нового вида *Homo sapiens sapiens*, обладающего «сверхвозможностями» по отношению к современному человеку [4].

Необходимо подчеркнуть, что информационный рост цивилизации не означает энергетического роста. Такая эволюция также не направлена и на создание искусственного автоэволюционирующего «мира Станислава Лема» [25, 17]. Это путь развития, наряду с возможным экспансивным и автоэволюционным, третий, интенсивный, наиболее вероятный. В этом случае будут развиваться квантовые технологии, в том числе телепортация, с выходом на квантовые характеристики метрики в квантовой Вселенной [6], связанные с пространственно-временными переходами, несовершенным прообразом которых является теория «кротовых нор» Эйнштейна-Розена-Уилера-Торна [14]. Очевидно, что механизмы, приборы и устройства перемещения в пространстве при таких технологиях становятся «незаметными» при существенно высокой потенциальной мощности, проникающей способности, высоких скоростях перемещения.

Тогда такая «сверхцивилизация» может иметь доступ ко всей Галактике или Вселенной в целом, но к экстенсивному распространению это не приводит — у нее другие цели. Кроме того, исходя из плотности биосфер в Космосе, можно заключить, что подходящие планеты уже заселены чуждой формой жизни, а жизнь на малопригодных планетах требует значительных затрат ресурсов. При этом не исключается использование некоторых планет для добычи каких-либо полезных ископаемых при помощи автоматов или роботов.

Если рано или поздно внеземная жизнь будет найдена, неизбежно возникнет прагматический вопрос: что делать с чуждой и, вероятнее всего, агрессивной по отношению к земной формой жизни, кроме ее изучения? Предпочтительнее, на наш взгляд, стратегия заселения и преобразования ближайших планет, например Венеры, земной формой жизни, как это предлагалось еще в 60-х годах XX века. С другой стороны, преодоление коммуникационного барьера, скорее всего, будет соответствовать вхождению земной цивилизации в новую фазу развития. Это, в свою очередь, может привести к контакту с развитыми внеземными цивилизациями на принципиально ином уровне и к вступлению в их «сообщество», которое может быть построено на принципах, весьма отличных от принятых сейчас в рамках земных культур.

Выводы

1. Существует целый ряд физических, биологических и социальных барьеров на пути космической экспансии цивилизации.
2. Неизбежная смена стратегии развития с экстенсивной на интенсивную резко снижает обнаружимость цивилизации, поскольку она перестает интенсивно излучать энергетические сигналы, снижается ее «контактность».
3. Развитая цивилизация, владеющая мощными технологиями, скорее может быть обнаружена по аномальным проявлениям своей деятельности, маловероятным событиям в космосе (феномен «космического чуда») или экзотическим сигналам, чем в результате прямого контакта.

Литература:

1. Блюменфельд Л. А. Проблемы биологической физики. — М.: Наука, 1977. — 336 с.
2. Букалов А. В. Количество информации в живых организмах и энергия вакуума // Физика сознания и жизни, космология и астрофизика. — 2002. — № 2.
3. Букалов А. В. О количестве информации в живых организмах и степени их упорядоченности // Физика сознания и жизни, космология и астрофизика. — 2002. — № 4. — С. 5-8.
4. Букалов А. В. О начале нового этапа биологической эволюции человека как вида *Homo sapiens sapiens* // Соционика, ментология и психология личности. — 2000. — № 4. — С. 70-71.
5. Букалов А. В. Соционика: гуманитарные, социальные, политические и информационные интеллектуальные технологии XXI века // Соционика, ментология и психология личности. — 2000. — № 1. — С. 5-16.
6. Букалов А. В. Точное значение постоянной Хаббла и режимы эволюции квантовой Вселенной. // Физика сознания и жизни, космология и астрофизика. — 2002. — № 1.
7. Вернадский В. И. Живое вещество и биосфера. — М.: Наука, 1994. — 672 с.
8. Внеземные цивилизации. — Ереван: Изд-во АН Армянской ССР, 1965. — 152 с.
9. Внеземные цивилизации. Проблемы межзвездной связи. — М.: Наука, 1969. — 440 с.
10. Капица С.П. Общая теория роста населения Земли. — М.: Наука, 1999.
11. Кардашев Н. С. Передача информации внеземными цивилизациями // Внеземные цивилизации. — Ереван: Изд-во АН Армянской ССР, 1965. — С. 37-53.
12. Колчин Г. К. Феномен НЛО. Взгляд из России. — СПб, 1994. — 384 с.
13. Марочник Л.С., Мухин Л.М. Галактический «пояс жизни» // Проблема поиска жизни во Вселенной. — М.: Наука. — 1986. — С. 41-46.
14. Мизнер Ч., Торн К., Уилер Д. Гравитация. Т. 1–3. — М., Мир. — 1977.
15. Населенный космос. — М.: Наука, 1972. — 370 с.
16. Олейник В. П. Сверхсветовые сигналы, физические свойства времени и принцип самоорганизации // Физика сознания и жизни, космология и астрофизика. — 2001. — № 1. — С. 68-76.
17. Пановкин Б. Н. Некоторые общие вопросы проблемы внеземных цивилизаций // Внеземные цивилизации. Проблемы межзвездной связи. — М.: Наука, 1969. — С. 391-437.
18. Проблема СЕТІ (связь с внеземными цивилизациями). — М.: Мир, 1975. — 352 с.
19. Проблема поиска внеземных цивилизаций. — М.: Наука, 1981. — 264 с.
20. Проблема поиска жизни во Вселенной. — М.: Наука. — 1986. — 256 с.
21. Реймерс Н. Ф. Популярный биологический словарь. — М.: Наука, 1990. — 544 с.
22. Троицкий В.С. Развитие внеземных цивилизаций и физические закономерности // Проблема поиска внеземных цивилизаций. — М.: Наука, 1981. — С. 5-29.
23. Шкловский И.С. Множественность обитаемых миров и проблема установления контактов между ними // Населенный космос. — М.: Наука, 1972. — С. 270-279.
24. Шкловский И.С. Существуют ли внеземные цивилизации // Земля и Вселенная. — 1985. — № 3. — С. 76-80.
25. Lem S. *Summa technologiae*, Wyd. Lit. Kraków, 1964. Русский перевод: Мир, 1968.

Спасибо за внимание!