

О возможной уникальности разумной жизни во Вселенной

(Журнал «Вопросы философии», 1976, N 9, стр. 80-93.)

Едва ли не ведущей тенденцией в развитии концепции множественности обитаемых миров за последнее столетие является систематическое сокращение числа космических объектов, рассматривавшихся как возможное пристанище жизни. Ниже будет показано, что эта тенденция продолжает развиваться и в настоящее время.

Прежде всего, заметим, что подлинно научный подход к обсуждаемой проблеме стал возможен только во второй половине нашего века. Именно в это время развернулась «вторая революция» в астрономии, ознаменовавшаяся огромным количеством открытий, существенно изменивших наши представления о Вселенной. Постепенно стали вырисовываться контуры эволюционирующей, развивающейся от простого к сложному Вселенной. В частности, серьезные успехи были достигнуты в понимании происхождения звезд и их эволюции. Выдающиеся успехи радиоастрономии стимулировали идею о возможности установления межзвездной радиосвязи. Эта идея в последние годы стала, пожалуй, основной в проблеме внеземных цивилизаций. Выявилась тенденция подменять общую проблему множественности обитаемых миров проблемой связи с внеземными цивилизациями, что, конечно, принципиально неверно. Другим выдающимся достижением науки за последнюю четверть столетия, оказавшим серьезное влияние на обсуждаемую проблему, было проникновение в тайну наследственности и возникновения биологии на молекулярном уровне. Только после этого оказалось возможным корректно поставить вопрос о возникновении жизни на Земле, вопрос, который пока еще остается без ответа.

Наконец, минувшие четверть века ознаменовались началом космической эры в истории человечества и первыми шагами в освоении ближнего космического пространства. Возникла и получила бурное развитие космическая технология. Космос властно вторгся в мироощущение всех жителей нашей планеты. Тем самым проблема внеземных цивилизаций и связи с ними из области научной фантастики (которую она давно питала) стала вполне актуальной. Об этом свидетельствуют проведенные в последние годы научные симпозиумы и конференции, где проблематика разумной жизни во Вселенной подвергалась систематическому анализу. Особенно плодотворным и представительным был советско-американский симпозиум, происходивший на Бюраканской обсерватории АН Арм. ССР осенью 1971 г.

Хотя на этих симпозиумах и обсуждался весьма широкий круг вопросов, доминировала проблематика, относящаяся к связи с внеземными цивилизациями. Такое «прагматическое» отношение к проблеме, как мы уже говорили выше, вряд ли поможет существенно продвинуть ее. Куда перспективнее нам представляется общий логико-философский подход, который мы постараемся

обосновать. Пожалуй, основной формулой для всей проблемы внеземных цивилизаций является простое соотношение, получившее название «формулы Дрейка»

$$N = n P_1 P_2 P_3 P_4 (t_1/T),$$

где N – число высокоразвитых цивилизаций, существующих в Галактике одновременно с нами, n – полное число звезд в Галактике, P_1 – вероятность того, что звезда имеет планетную систему, P_2 – вероятность возникновения жизни на планете, P_3 – вероятность того, что эта жизнь в процессе эволюции станет разумной, P_4 – вероятность того, что разумная жизнь вступит в технологическую эру, t_1 – средняя продолжительность технологической эры, T – возраст Галактики.

По мере развития науки в последние годы наблюдается совершенно отчетливо выраженная тенденция к уменьшению множителей в формуле Дрейка. Сам Дрейк еще в 1961 г. пытался обнаружить искусственные радиосигналы от ближайших к нам звезд ϵ Кита и ϵ Эридана. Он это сделал сразу же после того, как Кокони и Моррисон обосновали возможность односторонней радиосвязи на межзвездные расстояния. После пионерской работы Дрейка многие исследователи делали попытки обнаружить радиосигналы искусственного происхождения. Например, начиная с 1968г., В.С. Троицкий проводил такие исследования в дециметровом диапазоне, используя антенну довольно скромных размеров. Заметное оживление в этой области наблюдалось, начиная с 1972 г., когда при таких исследованиях стали использовать значительно более крупные радиотелескопы. Чаще всего наблюдения проводились на волне 21 см. Например, в 1972 г. американские радиоастрономы Цукерман и Палмер на 91-метровом радиотелескопе Национальной радиоастрономической обсерватории «держали на прицеле» 602 довольно яркие звезды. В 1974 г. Бридл и Фелдман на волне 1,3 см, используя прецизионный радиотелескоп с диаметром зеркала 46 м, наблюдали 500 звезд. В 1977 г. Блэк и его коллеги проводили наблюдения 200 звезд на волне 18 см. Интересную попытку наблюдений искусственных радиосигналов от некоторых ближайших галактик предприняли в 1975 г. Дрейк и Саган. Всего с 1960 по 1978 г., насколько мне известно, предпринималось 13 попыток таких наблюдений, причем объектами исследований было свыше 1000 звезд и несколько галактик. Увы, все эти попытки оказались безуспешными. Следует подчеркнуть, что чувствительность современных больших телескопов достаточна для того, чтобы обнаружить сигнал искусственного происхождения с расстояния в несколько сотен световых лет.

На другую возможность обнаружения технологически развитой цивилизации земного типа автор этой статьи обратил внимание 20 лет назад. Дело в том, что благодаря гигантскому развитию радиопередающих устройств (особенно телевидения) Земля стала мощнейшим радиоисточником в Солнечной системе. Недавно выполненные тщательные расчеты Салливана позволяют сделать вывод, что при современных радиотехнических средствах искусственное радиоизлучение Земли можно уловить с расстояния в сотни световых лет! Такого радиоизлучения от ближайших звезд пока не обнаружено. Правда,

Познаваемая нами картина объективно существующей, подчиняющейся своим закономерностям Вселенной исключает наличие в ней некоторой разумной деятельности космического масштаба. Ибо не может разум так преобразовать космические объекты, чтобы его деятельность «не была видна» нам. Существенно, что уровень техники современной наблюдательной астрономии вполне достаточен для обнаружения такой деятельности.

Итак, как нам представляется, вывод о том, что мы одиноки, если не во всей Вселенной, то, во всяком случае, в нашей Галактике или даже в местной системе галактик, в настоящее время обосновывается не хуже, а значительно лучше, чем традиционная концепция множественности обитаемых миров. Мы полагаем, что этот вывод (или даже возможность такого вывода!) имеет исключительно большое значение для философии. Кстати заметим, что даже по распространенным сейчас «оптимистическим» представлениям, согласно которым ближайшие внеземные цивилизации удалены от нас на 200-300 парсек, мы должны считать себя практически одинокими. Ибо в области Галактики с радиусом в 300 парсек находится около 10 миллионов звезд, что наглядно демонстрирует редкость феномена разумной жизни во Вселенной.

Нам представляется, что вывод о нашем одиночестве во Вселенной (если не абсолютном, то практическом) имеет большое морально-этическое значение для человечества. Неизмеримо вырастает ценность наших технологических и особенно гуманистических достижений. Знание того, что мы есть как бы «авангард» материи если не во всей, то в огромной части Вселенной, должно быть могучим стимулом для творческой деятельности каждого индивидуума и всего человечества. В огромной степени вырастает ответственность человечества перед исключительностью стоящих перед ним задач. Предельно ясной становится недопустимость атавистических социальных институтов, бессмысленных и варварских войн, самоубийственного разрушения окружающей среды.

Твердое сознание того, что никто нам не будет давать «ценных указаний» как овладевать Космосом и какой стратегии должна придерживаться наша уникальная цивилизация, должно воспитывать чувство ответственности за поступки отдельных личностей и всего человечества. Выбор должны делать только мы сами. Не подлежит сомнению, что диалектический возврат к весьма своеобразному варианту геоцентрической (вернее, антропоцентрической) концепции по-новому ставит старую проблему о месте человека во Вселенной.

ко в нашей Галактике, но и во всей местной системе галактик (в частности, в туманности Андромеды). Так как некоторая часть более примитивных цивилизаций земного типа, преодолев многочисленные кризисные ситуации, должна стать на путь неограниченной экспансии, то мы с логической неизбежностью должны сделать вывод, что число цивилизаций «земного» типа в местной системе либо незначительно, либо скорее всего равно нулю. Более определенный ответ можно было бы дать, если бы было известно, какая часть примитивных цивилизаций, преодолев «трудности роста», становится на путь неограниченной космической экспансии. Хотя пока никакой количественной оценки сделать нельзя, вряд ли эта часть должна быть очень маленькой величиной. Противоположное утверждение означало бы либо признание фатальной неизбежности гибели почти каждой цивилизации на своей планете еще до выхода ее в Космос, либо принятие всеми цивилизациями «равновесной» стратегии «золотого века» с полной потерей интереса к Космосу. Но последняя возможность практически эквивалентна нашему одиночеству в Космосе. Точнее, разум во Вселенной представлял бы собой как бы «многосвязное многообразие», т.е. был бы совокупностью отдельных, изолированных очагов.

Серьезным возражением против развитых выше соображений о большой вероятности нашего одиночества в значительной части Вселенной является, возможно, недопустимая экстраполяция наших современных представлений о цивилизации, науке, технологии, стратегии и пр. на такие неизмеримо более сложные системы, какими являются сверхцивилизации. Насколько опасны такие экстраполяции, можно проиллюстрировать на следующем любопытном примере. Один из величайших физиков XVII в., Гюйгенс, как сын (хотя и передовой) своего века, верил в астрологию. Комбинируя астрономический факт наличия у Юпитера четырех (галилеевских) спутников (лун) и астрологический предрассудок, что Луна является покровительницей моряков, великий голландский физик пришел к «выводу», что поверхность Юпитера должна быть засеяна... коноплей, из которой делается пенька, столь необходимая для тогдашней технологии парусного флота.

Существует, однако, принципиальная разница между временами Гюйгенса и концом XX века. Тогда наука, познание окружающего мира только начинали свой триумфальный путь. Ныне фундаментальные законы природы, регулирующие поведение материи на «микроскопическом», атомарном и в значительной степени ядерном уровнях, представляются достаточно хорошо известными. В этой связи не лишено интереса заметить, что познание фундаментальных законов природы отнюдь не следует экспоненциальному закону. Экспоненциально же растут «только» параметры практической деятельности цивилизации и сложность изучаемых и осваиваемых ею систем.

XIX век дал науке никак не меньше, чем наш XX век. И, конечно, каждый серьезный физик знает, что первая треть XX века изобиловала значительно большим числом фундаментальных открытий, чем последующие сорок лет. Мы полагаем, что это отнюдь не случайность, а выражение познаваемости конечного числа объективно существующих фундаментальных законов природы.

серьезные попытки в этом направлении, насколько нам известно, не предпринимались.

Сейчас, однако, ясно, что попытки обнаружить искусственные радиосигналы от звезд были просто наивны. Вероятность существования планетных систем вокруг звезд, которая большинству участников Бюраканского симпозиума представлялась достаточно высокой ($\sim 0,1-0,01$), скорее всего значительно меньше. Нашумевшее открытие американским астрономом ван де Кампом планетной системы вокруг одной из самых близких к Солнцу звезд – знаменитой «летающей звезды Барнарда» оказалось, по всей видимости, чисто инструментальным эффектом, довольно обычным при измерениях, находящихся на пределе точности. Тем самым важнейший аргумент в пользу чрезвычайно большой распространенности планетных систем оказался скомпрометированным.

Другой аргумент, связанный со скачкообразным уменьшением скорости осевого вращения у звезд спектрального класса F, также оказался несостоятельным. Почти наверняка это изменение вызвано потерей вещества с поверхности звезды, на которой имеется значительное количество активных областей (типа тех, которые наблюдаются на поверхности Солнца), а также явлением кратности звезд. Сравнительно недавно, например, выяснилось, что практически все звезды типа нашего Солнца входят в состав двойных (или кратных) систем. В таких системах, если не рассматривать исключительно маловероятные случаи, жизнь развиться не может, так как температура поверхностей находящихся там гипотетических планет должна меняться в недопустимо широких пределах. Похоже на то, что наше Солнце, эта странная одиночная звезда, окруженная семьей планет, скорее всего является редким исключением в мире звезд. Тем самым множитель P_1 в формуле Дрейка может уменьшиться в сотню раз.

Чем больше мы проникаем в тайны жизни, тем удивительнее и непонятнее становится основной вопрос: как же возникла жизнь на Земле? До возникновения биологии на молекулярном уровне внимание исследователей, работавших в этой области, концентрировалось на проблеме возникновения на Земле первичных органических соединений (сахаров, аминокислот, нуклеиновых кислот), из которых построено все живое. Теперь это уже не является проблемой – ведь даже в холодных, плотных облаках межзвездной среды методами современной радиоастрономии обнаружены многоатомные молекулярные соединения – например, этиловый и метиловый спирты. Астрономы не будут удивлены, если вот-вот будут открыты еще более сложные соединения, например, сахара и аминокислоты. Тем меньше проблем с наличием «блоков строительных материалов», из которых строится все живое, следует ожидать на первобытной земле. Но сейчас уже все понимают, что наличие таких «блоков» – это одно, а возникновение жизни – это совсем другое!

Истоки возникновения жизни, рассматриваемой как качественный скачок в развитии материи, следует искать на самом примитивном доклеточном уровне. Но как произошел этот важнейший скачок, сейчас совершенно не ясно. Можно только полагать, что для такого «чуда» необходимо редчайшее совпадение исключительно благоприятных обстоятельств. Если это так, то

априорная (а не «субъективная») вероятность такого события должна быть чрезвычайно мала. Недаром один из основоположников современной молекулярной биологии – Ф.Крик несколько лет назад вообще отказался от попыток понять происхождение жизни на Земле и предпочел ей отнюдь не новый вариант панспермии. Резюмируя, мы можем сказать, что априорная вероятность возникновения жизни на какой-нибудь подходящей планете в Галактике **P3** может быть сколь угодно малой. Столь же неопределенно малой является вероятность эволюции каким-то образом возникшей на некоей планете жизни в разумную и тем более технологически развитую. Следует, однако, подчеркнуть, что оценка этой вероятности практически ни на чем не основана, а множитель **P4** скорее всего должен быть неопределенно мал.

В итоге, если во времена Бюраканского симпозиума по субъективной оценке большинства экспертов расстояние до ближайших внеземных цивилизаций (существующих одновременно с нами!) оценивалось в 100-300 парсек, то сейчас, спустя 10 лет, это расстояние следует считать по крайней мере на порядок большим. Но если это так, то число высокоразвитых цивилизаций в нашей звездной системе вряд ли превышает тысячу, причем оно может быть значительно меньшим.

Подойдем теперь к оценке числа цивилизаций в Галактике с совершенно другой, не астрономической точки зрения. В основу рассмотрения мы положим гуманитарно-футурологический аспект проблемы. Важнейшей особенностью развития разумной жизни является ее тенденция к неограниченной экспансии, (экспоненциальный рост всех показателей). Уже сейчас мы начинаем осознавать возможность серьезных кризисных ситуаций, с которыми может столкнуться дальнейшее развитие человечества, так как размеры и невозполнимые ресурсы земного шара конечны.

Как же можно представить дальнейшее развитие человечества в такой ситуации? Несомненно, что анархическому развитию производительных сил, бесконтрольному росту народонаселения, уничтожению экологической среды и варварскому отношению к природным ресурсам должен быть положен конец. Эта важнейшая задача, стоящая перед человечеством, может быть решена только при полном торжестве на Земле построенного на научной основе коммунистического общества. Само собою разумеется, что все возможное следует попытаться сделать и в наше время, пока наша планета разделена на государства с различным общественным строем. Нас, однако, в этой статье интересуют более далекие перспективы развития человечества. Эти перспективы, конечно, сейчас представляются не такими актуальными, как проблемы сохранения окружающей среды, демографического взрыва и пр. Тем не менее их анализ имеет принципиальное мировоззренческое значение.

Уже сейчас ясно, что количественный экспоненциальный рост производительных сил в перспективе ближайшего столетия может сделать нашу планету непригодной для жизни (перегрев поверхности Земли, разрушение озоносферы, сверхперенаселение, катастрофическое загрязнение воздуха и воды и пр.). По этой причине отдельные авторы на Западе все чаще высказываются за необходимость остановки роста производительных сил и их дальнейшего строгого регулирования (концепция «равновесного состояния» цивилизации).

зи для нее было бы «держат» всю нашу Галактику в радиолуче с явными характеристиками искусственности. В этом случае сигнал сразу же посылался бы сотне миллиардов звезд, и можно рассчитывать, что все цивилизации нашей Галактики могли бы его зарегистрировать.

Рассмотрим теперь вариант, когда такая цивилизация находится в пределах нашей Галактики. В таком случае она могла бы оповестить о своем существовании всех галактических «братьев по разуму», создав «искусственный пульсар» – радиомаяк с «ножевой» диаграммой, луч которого вращается по какому-нибудь «неестественному» закону вокруг оси, перпендикулярной к галактической плоскости. Из того факта, что таких «искусственных пульсаров» насколько можно судить, не наблюдается, следует сделать вывод, что их мощность по крайней мере в десятки миллионов раз меньше полной мощности солнечного излучения.

Разумеется, эти аргументы не являются строгим доказательством отсутствия «сверхцивилизаций». Ведь последние могут использовав для межзвездной связи и меньшие мощности или вообще придерживаться другой стратегии поисков цивилизаций и установления контактов с ними. Все же наши расчеты должны насторожить энтузиастов-прагматиков. Резюмируя, мы должны сказать, что эмпирический факт отсутствия «космических чудес» говорит об отсутствии в нашей Галактике и соседних звездных системах каких бы то ни было сверхцивилизаций, «космическая активность» которых была бы неизбежно нами замечена. Поиски в этом направлении должны продолжаться.

За последние годы не было недостатка в разного рода спекулятивных гипотезах о посещении Земли инопланетянами как в прошлом, так и в настоящее время («летающие тарелочки»). Никаких научных оснований эти гипотезы, однако, не имеют. Следует еще подчеркнуть, что если бы Земля оказалась за фронтом распространяющейся по Галактике «ударной волны» разума, она должна была бы быть им радикально преобразованной. Если на первых порах инопланетяне ограничивались бы только спорадическими посещениями, то длительный процесс преобразования материи, которое производила бы за фронтом волны развивающейся цивилизация, не мог бы не коснуться, и притом самым серьезным образом, нашей планеты. На это обстоятельство указал недавно американский исследователь Харт.

Конечно, могут найтись такие «радикально мыслящие» умы, которые само возникновение жизни на Земле и как итог ее эволюции – появление разумной жизни на ней попытаются объяснить сознательным вмешательством внеземных разумных факторов. Развивая подобные «идеи» дальше, нетрудно вообще «объяснить» всю наблюдаемую картину мира действием «сверхразумного» космического фактора. Конкретным научным возражением против такой чисто религиозной концепции является хотя бы вся 3-миллиарднолетняя история эволюции жизни на Земле, обусловленная имманентными причинами, которые познаны наукой (дарвиновский естественный отбор и мутации). Как и раньше, религиозные представления в наши дни вступают в непримиримое противоречие с наукой.

Таким образом, анализ приведенных фактов с большой вероятностью исключает возможность существования сверхцивилизаций не толь-

галактические ядра – это гигантские «черные дыры» с массами от тысяч до многих миллиардов солнечных масс, образовавшиеся в центральных частях различных галактик в процессе их эволюции вполне естественным и закономерным образом. Существуют и другие гипотезы, пытающиеся по-другому, но вполне естественным образом, объяснить это явление. Однако при желании можно, хотя, конечно, без всяких на то серьезных оснований, считать, что галактические ядра – это как раз и есть долгожданное «космическое чудо».

Много надежд энтузиасты «космических чудес» возлагали и возлагают на быстро развивающуюся в течение последних лет инфракрасную астрономию. Следует заметить, что для этого имеются серьезные логические основания. В самом деле, цивилизация II типа, построившая вокруг своей центральной звезды искусственную биосферу, неизбежно будет излучать инфракрасную радиацию, соответствующую ее температуре, которая должна быть близка к средней температуре поверхности Земли, т.е. 300 К. Поэтому такая цивилизация должна наблюдаться астрономами как точечный источник инфракрасного излучения. Если «сфера Дайсона» не замкнута или имеет значительную «скважность» (а это наиболее вероятная ситуация), то с таким источником должна быть связана более или менее сходная с нашим Солнцем звезда.

Хотя в настоящее время обнаружено довольно много инфракрасных источников, все они, несомненно, имеют самое что ни на есть естественное происхождение. Можно, конечно, предположить, что с увеличением чувствительности инфракрасных приемников количество наблюдаемых источников значительно возрастет и – кто знает – среди них могут быть искусственные. Автор этой статьи, однако, полагает, что из простого факта наличия избыточного инфракрасного излучения у какой-нибудь на первый взгляд более или менее нормальной звезды решительно ничего нельзя сказать о возможном наличии «искусственного» феномена. Окончательным критерием истины в астрономии является практика астрономических наблюдений и прежде всего – возможность на основе правильной теории предсказать новые наблюдательные результаты, подчас совершенно неожиданные. Только такая практика гарантирует нормальное развитие нашей науки и оберегает ее от всякого рода заблуждений, в которые неизбежно впадает далеко не совершенное человеческое мышление. Именно наблюдениями, например, была доказана «естественная» природа пульсаров, оказавшихся намагниченными, быстровращающимися нейтронными звездами. Автор этой статьи не сомневается, что то же самое рано или поздно произойдет и с галактическими ядрами или какими-нибудь другими космическими «квази-чудесами». «Презумпция естественности» любого космического сигнала, предложенная автором этой статьи на Бюраканском симпозиуме, должна выполняться неукоснительно.

Особый интерес представляет возможность обнаружения радиосигналов от технически развитых цивилизаций, скажем, цивилизаций II типа. Ведь многие авторы, как мы уже упоминали в начале этой статьи, и сводят общую проблему внеземных цивилизаций к проблеме радиосвязи с ними (СЕР). В свое время мы уже обращали внимание на то, что если, например, такая цивилизация находится в туманности Андромеды (одной из ближайших галактик, во многих отношениях сходной с нашей), то самой естественной стратегией свя-

Однако можно ли себе представить чисто качественное развитие какой-либо цивилизации (в частности, земной) без количественного роста, т. е. без непрерывной экспансии? Думается, что нет. Как можно, например, такой цивилизации запретить освоение космического пространства и использование его практически неограниченных материальных и энергетических ресурсов? Как можно запретить постепенный вынос в космическое пространство технологии, вредно действующей на окружающую среду и даже разрушающую ее? Закономерно начатый на определенном этапе развития цивилизации логически неизбежный процесс освоения Космоса должен стать неодолимым, подобно освоению новых земель и Мирового океана в эпоху великих географических открытий.

Мы, конечно, ясно понимаем, что освоение Космоса – это самый сложный противоречивый процесс. Сейчас, например, нельзя определенно ответить на вопрос: спасет ли Космос нашу цивилизацию от надвигающейся кризисной ситуации? Дело в том, что все глобальные процессы (рост производства и народонаселения, загрязнение окружающей среды) имеют инерцию («задержки»). Время торможения неконтролируемых параметров развития сейчас подходит к тому критическому пределу, когда оно сравнивается со сроками наступления кризисной ситуации. А это означает, что если предоставить «земные дела» самотеку, то времени для реального освоения космического пространства скорее всего не хватит. Соответствующие оценки будут сделаны ниже. Отсюда следует основной вывод: чтобы эффективно осваивать Космос, надо «навести порядок в собственном доме», т.е. у нас на Земле. А это есть проблема прежде всего социальная.

Существенное развитие идей, касающихся анализа глобальных динамических моделей, было выполнено двумя группами советских авторов. Прежде всего они математически доказали, что предлагаемое Д. Медоузом с соавторами «глобальное равновесие» отнюдь не может предотвратить кризис, оно только отодвигает его на сотню – другую лет. И вообще модели, рассматривавшиеся американскими авторами, не допускают «нетривиальных» стационарных решений. А «тривиальное» решение, если говорить не на математическом языке, означает смерть (точнее, равенство нулю всех параметров глобальной модели как-то: уровня производства, населения, загрязнения среды и пр.). В качестве альтернативы советские авторы выдвинули и рассчитали модель, в которой «коллапс» – катастрофа – устраняется не остановкой роста, а разумным управлением инвестициями капитала. Для этого, однако, существенную их часть (>50%) надо направлять на восстановление ресурсов и на борьбу с загрязнением среды и эрозией обрабатываемой земли. По существу эта модель, допускающая «нетривиальные» стационарные состояния, означает установление на нашей планете режима космического корабля, отправляемого с космонавтами в неопределенно длительный рейс: каждый грамм вещества на учете и все должно регенерироваться.

Заметим кстати, что в последние годы при анализе далеких перспектив развития цивилизации в связи с проблемой множественности обитаемых миров все чаще на Западе раздаются голоса о критических ситуациях такого развития, ведущих к коренным изменениям «стратегии». Вместо неограниченной

экспансии (сперва в пределах «своей» планеты, а потом в Космосе) может наступить эпоха «потери интереса» и своеобразной «внутренней Полинезии» (некоего неразвивающегося «локального рая»). Представляется довольно бессмысленным полемизировать с такими концепциями, тем более, что автор считает для отдельных цивилизаций на некоторых этапах их развития такую ситуацию, вообще говоря, возможной. Но ведь дело не в этом! Главным, на наш взгляд, являются два обстоятельства.

Во-первых, никоим образом нельзя считать, что такой путь развития неизбежен для всех цивилизаций.

Во-вторых, никак нельзя считать, что «стратегия поведения» цивилизации является неизменной. То, что это так, видно на примере нашей земной цивилизации. До сих пор ее стратегия заключалась в неограниченной экспансии. Предположим, что в будущем она сменится «равновесной» стратегией. Но где, спрашивается, гарантия, что через века опять не восторжествует стратегия неограниченной экспансии?

Мы можем, следовательно, сделать основной вывод, что по крайней мере для некоторой части внеземных цивилизаций – наших «современников» – стратегия неограниченного роста («экспансия») является нормой поведения. А неограниченная экспансия – это прежде всего выход в Космос и освоение сперва ближней, а потом и более отдаленной его части. Именно такую ситуацию предвидел еще в начале нашего века К.Э. Циолковский.

Следует обратить внимание на то, что, несмотря на огромные трудности, процесс овладения Космосом происходит очень быстро. Это хорошо видно на примере нашей земной цивилизации. Космическая эра на Земле не насчитывает еще и 25 лет. Однако за это время решено гигантское количество научно-технических задач. Автоматические межпланетные станции много раз побывали в окрестностях всех внутренних планет Солнечной системы. Выведены на орбиты искусственные спутники Марса и Венеры. Начато исследование удаленных внешних планет Солнечной системы – Юпитера и Сатурна. Сверхилось то, что еще недавно казалось фантастикой: космонавты побывали на Луне. Наконец, автоматические станции совершили мягкие посадки на поверхности Луны, Венеры и Марса. Космос стал работать на человека. Революционные перемены произошли в системах мировой связи и телевидения. Большое развитие получает изучение ресурсов нашей планеты из Космоса. Коренным преобразованиям подверглась международная метеорологическая служба.

Но это только начало. На очереди проекты, неизмеримо более грандиозные. Остановимся в качестве примера на проекте Принстонской группы физиков и инженеров, работающих под руководством О'Неила. Эта группа детальнейшим образом, на уровне технического проектирования, разработала план сооружения огромных космических колоний. Первая очередь проекта предусматривает сооружение в области так называемой «либрационной точки» системы Земля – Луна (т.е. одной из двух точек, находящихся на лунной орбите и равноудаленных от центров Земли и Луны) космической станции диаметром 1,5 километра. Вращение этой станции обеспечит на ней искусственную силу тяжести, равную земной. Внутри ее будут выращиваться овощи и фрукты,

Галактическая цивилизация «III типа» с ее ресурсами вещества порядка 10^{43} г и соответствующими «астрономическими» ресурсами энергии может приступить к планомерному освоению и преобразованию Метагалактики. Здесь мы впервые сталкиваемся с новой ситуацией: характерное время такого освоения должно быть, во всяком случае, не меньше возраста Метагалактики, которую мы здесь отождествляем с расширяющейся Вселенной.

Итак, имеются логические основания считать, что по крайней мере некоторая часть цивилизаций в процессе их сперва экспоненциального, а затем степенного развития должна стать фактором космического характера, охватив своей преобразующей деятельностью отдельные планетные системы, галактики и даже Метагалактику. Но в таком случае следовало бы ожидать наблюдаемые проявления этой разумной космической деятельности. В свое время (1962 г.) мы такой феномен назвали «космическим чудом». Сформулируем теперь два основных эмпирических факта, имеющих решающее значение для обсуждаемой проблемы:

1. Вся совокупность современных астрономических наблюдений, насколько можно сейчас судить, по-видимому, исключает существование где бы то ни было во Вселенной «космического чуда».

2. Имеющиеся данные совокупности наук о Земле (включая биологические и гуманитарные) исключают возможность посещения или колонизации нашей планеты представителями каких бы то ни было внеземных цивилизаций.

Перейдем теперь к более подробному анализу этих фактов. Само собой разумеется, что всегда найдутся люди и среди них немало ученых (ведь ученые тоже люди...), которые то или иное пока еще не понятое явление в Космосе склонны считать «космическим чудом». Пожалуй, исторически первым примером интерпретации естественного явления природы как «космического чуда» является гипотеза выдающегося английского ученого Холдэйна, согласно которой взрывы «новых» звезд суть ядерные катастрофы, «ставящие точку» над развитием неких цивилизаций в Галактике. Примечательно, что в то время, когда была высказана эта гипотеза (1924 г.), не существовало даже намека на возможность получения ядерной энергии (например, не был еще открыт нейтрон). Развитие астрономии неопровержимо доказало естественный характер явления вспышек «новых» звезд. И все же достойна восхищения прозорливость замечательного английского ученого, с самого начала предвидевшего огромную потенциальную угрозу разбухших разумом сил природы. Другим примером иллюзии «космического чуда» является начальный этап истории открытых в 1967 г. пульсаров.

Приведем еще один пример. Едва ли не самой сложной в современной астрономии является проблема галактических ядер и их удивительной активности. Несмотря на большое количество наблюдательных данных, охватывающих весь диапазон электромагнитных волн от радио – до гамма-области, мы пока еще далеки от понимания этих удивительных объектов. Эта проблема возникла всего два десятилетия назад и является очень трудной, особенно если учесть огромную удаленность галактических ядер и их малые размеры. Автор этой статьи так же, как и некоторые другие специалисты, полагает, что

априорная (а не «субъективная») вероятность такого события должна быть чрезвычайно мала. Недаром один из основоположников современной молекулярной биологии – Ф.Крик несколько лет назад вообще отказался от попыток понять происхождение жизни на Земле и предпочел ей отнюдь не новый вариант панспермии. Резюмируя, мы можем сказать, что априорная вероятность возникновения жизни на какой-нибудь подходящей планете в Галактике **P3** может быть сколь угодно малой. Столь же неопределенно малой является вероятность эволюции каким-то образом возникшей на некоей планете жизни в разумную и тем более технологически развитую. Следует, однако, подчеркнуть, что оценка этой вероятности практически ни на чем не основана, а множитель **P4** скорее всего должен быть неопределенно мал.

В итоге, если во времена Бюраканского симпозиума по субъективной оценке большинства экспертов расстояние до ближайших внеземных цивилизаций (существующих одновременно с нами!) оценивалось в 100-300 парсек, то сейчас, спустя 10 лет, это расстояние следует считать по крайней мере на порядок большим. Но если это так, то число высокоразвитых цивилизаций в нашей звездной системе вряд ли превышает тысячу, причем оно может быть значительно меньшим.

Подойдем теперь к оценке числа цивилизаций в Галактике с совершенно другой, не астрономической точки зрения. В основу рассмотрения мы положим гуманитарно-футурологический аспект проблемы. Важнейшей особенностью развития разумной жизни является ее тенденция к неограниченной экспансии, (экспоненциальный рост всех показателей). Уже сейчас мы начинаем осознавать возможность серьезных кризисных ситуаций, с которыми может столкнуться дальнейшее развитие человечества, так как размеры и невозполнимые ресурсы земного шара конечны.

Как же можно представить дальнейшее развитие человечества в такой ситуации? Несомненно, что анархическому развитию производительных сил, бесконтрольному росту народонаселения, уничтожению экологической среды и варварскому отношению к природным ресурсам должен быть положен конец. Эта важнейшая задача, стоящая перед человечеством, может быть решена только при полном торжестве на Земле построенного на научной основе коммунистического общества. Само собою разумеется, что все возможное следует попытаться сделать и в наше время, пока наша планета разделена на государства с различным общественным строем. Нас, однако, в этой статье интересуют более далекие перспективы развития человечества. Эти перспективы, конечно, сейчас представляются не такими актуальными, как проблемы сохранения окружающей среды, демографического взрыва и пр. Тем не менее их анализ имеет принципиальное мировоззренческое значение.

Уже сейчас ясно, что количественный экспоненциальный рост производительных сил в перспективе ближайшего столетия может сделать нашу планету непригодной для жизни (перегрев поверхности Земли, разрушение озоносферы, сверхперенаселение, катастрофическое загрязнение воздуха и воды и пр.). По этой причине отдельные авторы на Западе все чаще высказываются за необходимость остановки роста производительных сил и их дальнейшего строгого регулирования (концепция «равновесного состояния» цивилизации).

будет даже развитое животноводство. Там же будут размещены Промышленные предприятия. Когда сооружение станции будет закончено, она будет самообеспечивающейся системой. На ней можно будет разместить до 10 тысяч человек персонала, для которых будет создан уровень комфорта более высокий, чем на Земле. Выбор места сооружения (точки либрации) диктуется соображениями небесной механики: любое материальное тело около таких точек может там находиться неопределенно долго, двигаясь вокруг Земли по лунной орбите.

Следует подчеркнуть, что этот проект является первым шагом по пути реализации «эфирных городов», о которых когда-то мечтал К.Э. Циолковский. Однако проект, как уже подчеркивалось, доведен до строгого инженерного расчета, опирающегося только на уровень современной технологии. В частности, существенным моментом в этом проекте является широкое использование при сооружении станции так называемых «челноков», т. е. космических кораблей многократного использования, что значительно удешевляет космическое строительство. Примечательно, что большую часть строительных материалов для сооружения этой космической колонии «челноки» будут брать с Луны – обстоятельство, которое прозорливо предвидел К.Э. Циолковский.

Стоимость сооружения такой колонии оценивается в 100 миллиардов долларов, срок сооружения – 15-20 лет. Для сравнения укажем, что американский проект «Аполлон», успешно решивший задачу высадки человека на Луне, обошелся почти в 30 миллиардов долларов, а годовой военный бюджет США превышает 100 миллиардов долларов. К этому добавим, что позорная вьетнамская война за 8 лет обошлась американскому народу в 130 миллиардов долларов.

Между тем сооружение описанной выше космической колонии сулит огромные выгоды. Не говоря уже об уникальных возможностях исследований в области фундаментальных наук о природе, результаты которых просто невозможно оценить, такая станция станет существенным источником энергоснабжения Земли. Перехваченная системой зеркал, окружающих космическую станцию, солнечная энергия будет преобразована в микроволновое радиоизлучение и через посредство специальных рефлекторов передана на Землю. Оказывается, что коэффициент полезного действия такой системы чрезвычайно высок: 70%. Подсчитано, что мощность передаваемого по такому каналу потока энергии будет превосходить мощность от потока нефти через проектируемый гигантский нефтепровод Аляска – США. При нынешних ценах на топливо ежегодная стоимость этой энергии будет составлять не меньше 10 миллиардов долларов. Это означает, что сооружение окупится меньше, чем через 10 лет!

На базе описанной выше станции, как показывают расчеты, можно будет приступить к строительству значительно более грандиозных сооружений в Космосе. Речь идет об объектах, на каждом из которых можно разместить в комфортабельных условиях 40-50 миллионов человек. Сооружение таких объектов потребует многих десятков лет.

Таким образом, мы являемся свидетелями возникновения новой важнейшей области техники – космической инженерии. Уже сейчас вырисовываются

контуры и будущей космической архитектуры – может быть, важнейшего из искусств грядущих столетий.

Пока нельзя сказать, примет ли конгресс США решение приступить к этому грандиозному строительству в ближайшие годы (разумеется, речь может идти только пока о первой очереди проекта Принстонской группы). Известно только, что НАСА внимательно изучает этот проект. Однако безотнositельно к решениям о конкретных сроках начала строительства первой космической колонии этот проект имеет, как мы увидим ниже, принципиальное значение для обсуждаемой проблемы, ибо он обосновывает абсолютную реальность выхода не отдельных героев-космонавтов, а человечества за пределы Земли для активной созидательной работы, которая в перспективе позволит избежать надвигающихся кризисных ситуаций. Заметим, что уровень технической проработки этого проекта сейчас неизмеримо выше, чем, скажем, проекта многоступенчатой ракеты Циолковского в начале нашего века. Сочетание этого обстоятельства с очевидной общественной потребностью есть гарантия того, что описанный выше проект начнет реализовываться если не в ближайшие годы, то, во всяком случае, в ближайшие 2-3 десятилетия.

Какие же ресурсы вещества и энергии могут быть использованы нашей земной цивилизацией при ее экспансии в Солнечную систему? Если не говорить о ресурсах, заключенных в веществе Солнца (часть этого вещества в принципе также может быть использована), то в Солнечной системе имеется в планетах по крайней мере 10^{28} г тяжелых элементов. Разумеется, нелегко сейчас представить, как будет перерабатываться вещество недр больших планет в строительные блоки космической инженерии. Следует, однако, заметить, что принципиальных (т.е. определяемых законами природы) трудностей здесь не предвидится. Заметим, что вещества астероидов (вопреки предположению Циолковского) явно недостаточно для будущего преобразования человечеством Солнечной системы. Суммарная масса всех астероидов не превышает 10^{26} г. Полагая, что для создания комфортабельной искусственной биосферы поверхность плотность должна быть не меньше, чем несколько десятков килограммов над квадратным сантиметром, можно сделать вывод, что общая поверхность космических колоний, построенных из вещества астероидов, превысит обитаемую поверхность земного шара не больше, чем в 1000 раз. Эта величина, конечно, очень велика, но освоение вещества астероидов будет только первым этапом на пути полного преобразования Солнечной системы.

Если в процессе такого преобразования будут использованы ресурсы вещества больших планет, поверхность искусственной биосферы в Солнечной системе может в сотни тысяч раз превышать поверхность земного шара. Заметим, что при этом будет перехватываться и преобразовываться около 10^{-3} солнечной энергии, т.е. величина порядка $3 \cdot 10^{30}$ эрг/с, что в сотни миллиардов раз больше, чем современное потребление энергии на Земле. В принципе поверхность искусственной биосферы вокруг Солнца может быть в сотни раз больше, если учесть, что ядра легких элементов водорода и гелия (составляющих основную часть массы больших планет и Солнца) могут быть использованы для синтеза тяжелых ядер («строительного материала» биосферы) с выделением огромного количества пригодной для утилизации термоядерной энергии.

Таким образом, можно говорить о создании искусственной биосферы вокруг Солнца, поверхность которой будет в сотни миллионов раз превышать поверхность естественной земной биосферы, причем ресурсы энергии будут сравнимы с мощностью солнечного излучения (так называемая «сфера Дайсона», названная по имени американского физика, предложившего аналогичный проект в 1969 г.).

Очень важно теперь оценить временную шкалу такого развития, которое, как легко понять, обязано быть экспоненциальным. Полагая «инкремент» экспоненты (характеризуемый временем удвоения численного значения параметров) 15 лет, что равно характерному времени реализации Принстонского проекта, можно считать, что для сооружения в Космосе колоний с населением 10 миллиардов человек потребуется около 250 лет. Подчеркнем еще раз, что этот срок по крайней мере в два раза превосходит время, отделяющее нас от наступления кризисной ситуации, как его определяют некоторые авторы.

Время освоения всех материальных ресурсов Солнечной системы при таком экспоненциальном росте около 500 лет. Даже если учесть возможные задержки в развитии, связанные с освоением новой технологии и принять очень «медленную» характеристику роста – 1 % в год, то все равно характерное время освоения нашей цивилизацией Солнечной системы будет 2500 лет. Такова уж особенность экспоненциального роста!

Сейчас, конечно, нельзя да и не нужно говорить об условиях жизни на такой «супербиосфере». Представляется, однако, очевидным, что цивилизация такого рода будет качественно отличаться от нашей современной. Важно отметить, что примерно через 1000 лет развития перед такой «цивилизацией II типа» станет, в сущности говоря, та же проблема, что в наши дни стоит перед земной цивилизацией «I типа»: ограниченность ресурсов конечной системы при экспоненциальном росте параметров ее развития. Преодоление этого противоречия с неизбежностью толкнет цивилизацию II типа с ее огромным технологическим потенциалом на освоение ресурсов сперва ближайших областей Галактики, а потом и всей нашей звездной системы. Наступит процесс «диффузии» цивилизации II типа в Галактику, сопровождаемый преобразованием на разумной основе звезд и особенно межзвездной среды. Впрочем, этот процесс было бы более правильно назвать не «диффузией», а распространением «сильной ударной волны» разума по неживой материи.

Хорошей моделью такого процесса является известное построение Гюйгенса, описывающее распространение сферической световой волны. Каждая точка пространства, до которой дошло возмущение, становится центром вторичных сферических волн. В нашем случае роль такой «точки» играет подходящая звезда, вокруг которой с помощью местных ресурсов прилетевшие колонисты построят искусственную биосферу – сферу Дайсона. Скорость распространения возмущения будет порядка $v = (R/t_2)$, где t_2 примерно равно 1000 лет – характерное время сооружения сферы Дайсона, а R примерно равно 10 световых лет – среднее расстояние до подходящих звезд (например, звезд спектрального класса G). Отсюда следует, что v примерно равно 3000 км/с, т.е. 1 % от скорости света c . В таком случае, учитывая максимальные размеры Галактики (около 100 тысяч световых лет), время колонизации и пре-