

Галактический “сверхразум” и программа SETI

А.Д. ПАНОВ,

кандидат физико-математических наук

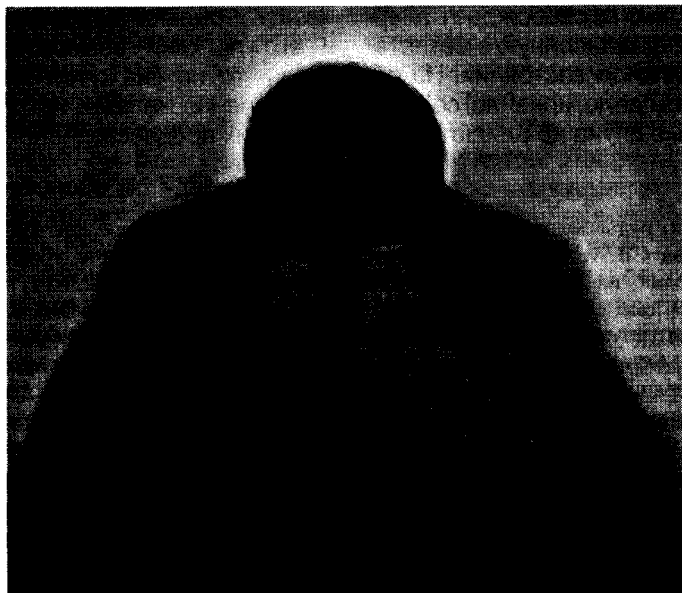
Научно-исследовательский институт ядерной физики МГУ

Разумные цивилизации, находящиеся на технологической фазе развития, могут оказаться настолько редким явлением в Галактике, что космическая связь между цивилизациями будет преимущественно одно-

сторонней. Цивилизации посылают в космос сообщения, не надеясь получить ответ, и имеют возможность принять сигналы лишь от давно исчезнувших цивилизаций. Такая, на первый взгляд, не слишком оптимистичес-

кая картина, представляется вполне вероятной. Однако даже односторонней космической связи между цивилизациями может оказаться достаточно для возникновения качественно нового и более высокого (по сравнению с разумом) уровня организации материи – Галактического информационного поля. В этом контексте программа SETI приобретает особенное значение, так как обеспечивает участие земной цивилизации в глобальном процессе самосовершенствования Вселенной и придает ее существованию космологический смысл.

Жизнь и разум известны только на Земле. Од-



“Мысль”. Художник М.К. Чюрлёнис. 1904–05 гг.

нако Солнце, видимо, ничем особенным не отличается от миллиардов других звезд Метагалактики, поэтому разумно предположить, что планеты земного типа – достаточно распространенное явление, а жизнь, как и разум, являются обычными формами структурной организации материи во Вселенной. Если это так, то открывается впечатляющая картина развития Вселенной: от состояния вакуума через ряд качественно различных ступеней ко все более высокому уровню организации материи, кончая разумом. Фазы, через которые проходит Вселенная в этом развитии, с современной точки зрения выглядят примерно так:

– сразу после Большого взрыва материя во Вселенной существует при огромной температуре в виде первичной плазмы, состоящей из свободных кварков, глюонов и других частиц, которые сейчас считаются элементарными (устойчивые структуры отсутствуют, полный хаос);

– при понижении температуры происходит первый структурный переход: кварки связываются глюонами и составные частицы – протоны, нейтроны и другие адроны – первые устойчивые структурные образования;

– при дальнейшем понижении температуры происходит первичный нуклеосинтез: протоны и нейтроны, связываясь, образуют ядра гелия, дейтерия и некоторых других легких элементов;

– первичные ядра связываются с электронами, рождая нейтральные атомы первичного газа (водород и гелий);

– в результате гравитационной неустойчивости первичного газа возникают протогалактики;

– гравитационная неустойчивость внутри протогалактик приводит к возникновению первичных звезд;

– в ходе эволюции первичных звезд нарабатываются тяжелые химические элементы – углерод, кислород и т.д.;

– благодаря наличию тяжелых элементов возникают звездные системы, имеющие планеты земного типа;

– на планетах земного типа начинается химическая эволюция;

– в ходе химической эволюции возникает жизнь;

– жизнь порождает разум.

В предположении об универсальности жизни и разума устойчивое повышение максимального уровня организации материи во Вселенной является экспериментальным фактом. Следует отметить, что в разных случаях механизмы перехода к новой структурной ступени были совершенно разными, поэтому наблюдаемая картина самоорганизации поражает воображение. Каждый раз, когда Вселенная достигала очередного структурного уровня, “чудесным” образом находилась механизм, позволяющий перейти к уровню с еще более сложной организацией. Простая экстраполяция

этой закономерности наводит на мысль о том, что за разумом может последовать некоторая структура, в чем-то качественно отличная от него, подобно тому, как разум отличается от неразумной жизни или жизнь отличается от неживой материи. Однако законна ли такая экстраполяция? Нет никаких логических оснований утверждать, что это так. Однако противоположное утверждение, согласно которому всякий разум является высшей возможной формой организации материи, по сути является одной из форм антропоцентризма, который во многих случаях показал свою ограниченность. Поэтому интересно взглянуть на феномен разума как на возможное промежуточное, но не завершающее звено в процессе самоорганизации Вселенной.

Прежде всего следует отметить, что в понятие разума необходимо включить и социальный аспект. Полностью оторванный от социума индивид не ведет себя как разумное существо, что хорошо известно на примере многочисленных “маугли”. Вот почему единственным проявлением разума будем считать разумную цивилизацию. Понятия “разумная цивилизация” и “разум” ниже будут использоваться как синонимы.

Обозначим гипотетическую ступень структурной организации материи, следующую за разумом, через Z_0 , подразумевая, что за Z_0 может последовать Z_1 , Z_2 и так далее. Термин

“сверхразум” для обозначения Z_0 кажется столь же неподходящим, как “сверхжизнь” – для обозначения разума, тем более что требуются свои термины и для $Z_1, Z_2 \dots$. Необходимо выработать критерии, по которым можно было бы судить, что Z_0 действительно является качественно новым состоянием материи по сравнению с разумом, и которые указывали бы, какими общими свойствами должна обладать Z_0 . В поиске таких критериев имеет смысл исходить из следующего принципа: искомые критерии должны быть основаны на обобщении и экстраполяции только тех закономерностей, которые можно вывести из взаимосвязи уже известных уровней организации материи. Это требование является выражением известного принципа “бритвы Оккама” – не умножать сущности сверх необходимого – и существенно ограничивает произвол в трактовке Z_0 .

Существует много интересных наблюдений, касающихся того, чем отличается разумная жизнь от жизни вообще. Выделим лишь: ни одно животное не способно адекватно отразить в своем сознании суть некоторых действий человека, таких как, например, доказательство математической теоремы или получение процента по вкладу в банке. Экстраполируя, в качестве первого критерия Z_0 потребуем выполнения следующего условия: **ни одна единичная цивилизация принципиально не может по-**

нять некоторые процессы, происходящие в Z_0 . На это условие будем ссылаться как на **непредставимость**.

Из приведенной выше “лестницы” самоорганизации материи видно, что каждая последующая структурная ступень строится на основе предыдущей и в дальнейшем опирается на нее. Поэтому второй критерий такой: **Z_0 возникает в результате развития разума и нуждается в разуме для своего существования.** Это условие мы будем называть **преемственностью**.

Как можно видеть из той же “лестницы” эволюции, каждая ее ступень устроена таким образом, что представляет возможность перехода к следующей. Третьим критерием является условие **открытости: Z_0 обеспечивает принципиальную возможность перехода к следующим структурным ступеням развития материи.**

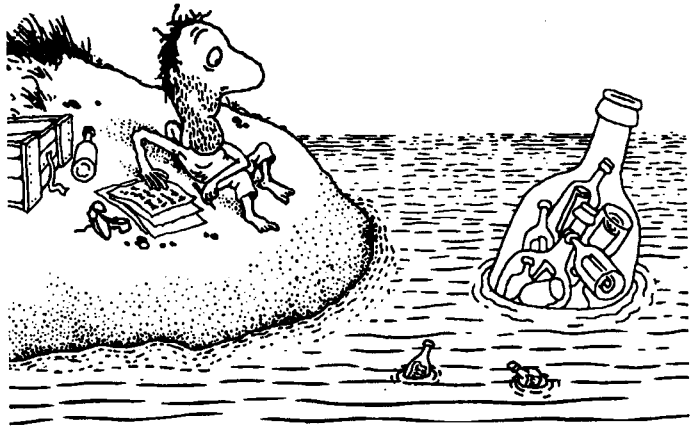
Интересно, что с помощью критериев непредставимости, преемственности и открытости легко можно получить некоторые результаты негативного свойства. Например, автономно существующая цивилизация роботов не подходит на роль Z_0 , т.к. не удовлетворяет критерию преемственности. Можно привести и другие, менее тривиальные примеры¹.

В поиске сценария, удовлетворяющего всем трем критериям, следует

принять во внимание **астросоциологический парадокс**. Он состоит в следующем. Если типичная продолжительность технологической фазы развития разумных цивилизаций велика (10^6 лет и более), то разумная жизнь на чрезвычайно высокой ступени развития должна быть очень широко распространена в Галактике и не может оставаться незамеченной. Между тем пока не удалось обнаружить никаких достоверных проявлений внеземной разумной жизни. Почему? Простым разрешением астросоциологического парадокса является предположение, что типичная продолжительность технологической фазы развития цивилизаций в действительности мала в космологической шкале времени: $\sim 10^4$ лет или меньше. В этом случае расстояния между цивилизациями оказываются большими ($\sim 10^4$ св. лет), двусторонние связи между цивилизациями маловероятны, межзвездные перелеты также вряд ли могут играть заметную роль в жизни цивилизаций, а для обнаружения разумной жизни должны быть затрачены огромные усилия. Однако одностронние контакты между цивилизациями не исключены, и именно такой способ коммуникации является основным. По-видимому, это не единственная возможность разрешения астросоциологического парадокса. Однако мы ограничимся рамками только такого “минимального” сценария и постара-

¹ А.Д. Панов. Вестник SETI, 2002, № 2 (19), с. 53.

Типичная цивилизация, приняв информацию от другой, обрабатывает ее и ретранслирует в каждом собственном послании... Когда в галактике накопится очень много информации, обработать все содержание межзвездного послания будет невозможно. Рисунок И.Л. Максимова.



емся показать, что даже в этом случае имеются определенные основания для оптимизма. Полученные выводы с небольшими изменениями можно будет применить и к другим (в том числе и к более оптимистическим) сценариям.

Предположим, что технологические цивилизации некоторой большой галактики (вроде нашей или галактики в Андромеде) склонны передавать информацию о себе в космос. Предположим, вероятность того, что хотя бы одно послание типичной цивилизации будет когда-нибудь принято и дешифровано хотя бы одной-другой цивилизацией, близка к единице. Расчеты показывают, что такая возможность не противоречит принятому минимальному сценарию. Далее предположим, что типичная цивилизация, приняв информацию от другой, обрабатывает ее и ретранслирует в каждом собственном послании наряду с информацией о себе самой. Разумно также предположить, что межзвездные послания содержат, как правило, всю существенную информацию о пославших их цивилиза-

циях². Тогда, по крайней мере, часть культурного наследия, созданного цивилизацией, не пропадет после исчезновения этой цивилизации, но будет неопределенно долго циркулировать в объеме данной галактики, передаваясь от одной цивилизации к другой. Со временем количество накопленной и перерабатываемой в галактике информации будет неуклонно расти. Вряд ли такой процесс накопления может быть пассивным. Возникнет чрезвычайно сложная нелинейная система с обратными связями, в которой должны начаться процессы самоорганизации; система начнет эво-

люционировать как целое. В галактике будут протекать коллективные информационные процессы. Можно представить себе и некоторые из возможных механизмов такой коллективной эволюции. Когда в галактике накопится очень много информации, межзвездные послания окажутся переполненными в том смысле, что обработать все их содержание будет невозможно. Действительно, представим себе, что в принятом на Земле сигнале из космоса обнаруживается поток информации объемом в несколько сотен крупнейших современных библиотек, содержащий сведения о нескольких сотнях цивилизаций. С технической точки зрения нет ничего невозможного в передаче и приеме такого объема информации, но вот реально осмыслить его трудно. Для активной обработки и освоения ее цивилизации вынуждены будут отбирать только самое ценное, причем критерии ценности могут оказаться совершенно различными у разных цивилиза-

² Уже отправленные в космос послания Земли пока не обладают этим свойством. Однако, как представляется автору, земную цивилизацию пока нельзя считать зрелой технологической, т.к. она располагает весьма ограниченными энергетическими ресурсами. Поэтому современные космические послания дороги и находятся, по сути, лишь на стадии разработки методики. Уже в ближайшее столетие, видимо, будет создана промышленная термоядерная энергетика, после чего ситуация может сильно измениться.

лизаций. Так может возникнуть своеобразный естественный отбор информации. Облик самих цивилизаций должен существенно меняться под воздействием все возрастающего информационного потока. Цивилизации отдаленного будущего могут отличаться от цивилизаций поры становления информационной галактической среды так же сильно, как клетки многоклеточного организма отличаются от автономных одноклеточных существ. Поэтому со временем будет меняться и сам характер переработки информации.

Таким образом, возникает глобальное галактическое информационное поле, продолжительность жизни которого многократно превышает время жизни носителей этого поля – отдельных разумных цивилизаций, развивающихся по собственным законам. Проверим выполнение критериев Z_0 для такой системы. Начнем с критерия непредставимости.

Для того чтобы судить о коллективных процессах, протекающих в галактическом информационном поле, цивилизация должна иметь информацию о состоянии этого поля во всем объеме галактики, т.к. галактика может быть информационно неоднородна. Можно провести такую аналогию: по состоянию нескольких соседних нейронов невозможно определить, какой работой занят мозг в целом. Однако, в силу конечности скорости света и большего размера галактики (~ 10^5 св. лет),

цивилизация принципиально не может получить сведения о состоянии поля во всем ее объеме, относящиеся к текущему моменту времени. Данные, на основании которых можно было бы делать выводы о содержании текущих коллективных информационных процессов в галактическом поле, оказываются недоступными для любой единичной цивилизации, т.е. для разума вообще в силу ограничений, накладываемых фундаментальными законами физики. Критерий непредставимости выполняется в том смысле, что ни одна цивилизация в принципе не может понятным для нее образом взаимодействовать с коллективными процессами в галактическом информационном поле, т.к. текущее состояние поля ей неизвестно. Следует отметить, что цивилизация теоретически может получить полную информацию о состоянии поля, относящуюся к отдаленному прошлому, и понять суть происходящих тогда процессов. Таким образом, критерий непредставимости выполняется в несколько ослабленной форме. Ниже будет видно, что возможна ситуация, когда критерий непредставимости выполняется буквально.

Выполнение критерия преемственности очевидно, т.к. разумные цивилизации являются носителями галактического информационного поля. Если галактическое информационное поле однажды возникнет, то, скорее всего, будет существовать прак-

тически вечно – по крайней мере до тех пор, пока не завершится процесс звездообразования и не погаснут последние звезды. Так как шкала времени галактического поля очень велика, рано или поздно информационные поля ближайших галактик могут быть объединены и тогда возникнет информационная сеть, покрывающая всю Вселенную. Первоначально такая сеть должна состоять из отдельных областей. Однако в очень отдаленном будущем любые две ее точки окажутся причинно связаны, поэтому она должна рассматриваться как единое целое. Очень трудно представить себе, какими будут коллективные информационные процессы в такой, практически бесконечной, суперсети, но трудно понять, что она будет обладать чертами Z_1 , качественно превосходя в организации как любую отдельную цивилизацию, так и информационное поле отдельной галактики. Для такого космологического информационного поля критерий непредставимости выполняется точно, т.к. полную информацию о состоянии поля получить принципиально невозможно в силу его бесконечных размеров. Возникновение информационных полей в галактиках создает предпосылки для перехода к следующей, еще более высокой ступени структурной организации материи, так что критерий открытости для информационного поля галактики удовлетворяется. Таким образом,

информационное поле галактики обладает всеми необходимыми свойствами Z_0 .

Специально отметим, что для вывода о возможности возникновения "сверхразума" Z_0 оказалось достаточно лишь естественных предположений об осуществимости хотя бы односторонней межзвездной связи и о наличии некоторой доли альтруизма в поведении цивилизаций. Возможно, информационное поле уже сложилось в нашей Галактике. Это не противоречит тому, что проявления внеземной разумной жизни до сих пор не обнаружены. Если продолжительность технологической фазы развития цивилизаций мала, как мы допустили, то для "подключения" к Галактической информационной сети могут потребоваться очень высокий технологический потенциал и огромные затраты труда на поиски сигналов из космоса.

Затронем вопрос о возможном характере взаимодействия цивилизаций с галактическим информационным полем. Ввиду громадного количества информации, содержащейся в поле (а также просто из-за конечности скорости света), каждая цивилизация за свою жизнь сможет собрать и усвоить лишь небольшую ее долю. Однако с использованием этих знаний и своего собственного уникального опыта

она будет способна обогатить поле новыми интеллектуальными ценностями. Так, математик, доказывающий новую теорему, не обязан быть также и музыковедом. Поле порождается цивилизациями, находящимися на разных стадиях технологического и культурного прогресса, поэтому в любой момент времени оно будет содержать информацию разной степени доступности и сложности. Это не должно создавать проблем для цивилизаций, только подключающихся к галактическому информационному процессу и находящихся на относительно низком уровне развития. Такие цивилизации могут активно работать только с той информацией, которая им понятна, доступна и кажется полезной. Это напоминает то, как ребенок входит в мир взрослых без "культурного шока".

Представление, согласно которому разум является предпосылкой перехода к более высоким ступеням структурной организации материи, имеет отношение к следующему вопросу. Если продолжительность жизни любой разумной цивилизации конечна и ограничена весьма коротким в космологической шкале отрезком времени, то в чем смысл ее существования? Постановка вопроса весьма напоминает сакраментальный вопрос о смысле жизни.

В рамках развитых выше представлений этот вопрос получает определенное "функциональное" решение: разум имеет смысл как предпосылка и потенциальный носитель более высокой формы структурной организации материи, т.е. как необходимое звено на пути самосовершенствования Вселенной. В рамках рассмотренного сценария возникновения Z_0 следует также космологический императив: всякая цивилизация должна посылать информацию о себе в космос и пытаться зарегистрировать сигналы от других цивилизаций; приняв такой сигнал, она должна обработать его и ретранслировать. Космологический императив показывает, что реализуемая в настоящее время программа SETI (Земля и Вселенная, 2000, № № 5, 6; 2002, № 4) может иметь значение, выходящее далеко за пределы научного любопытства и даже за пределы любых практических интересов земной цивилизации. Контакт между цивилизациями может быть тем механизмом, который позволит Вселенной в очередной раз с помощью разума создать еще более высокий уровень структурной организации материи. В этом смысле реализация программы SETI придает существованию земной цивилизации глобальный космологический смысл.