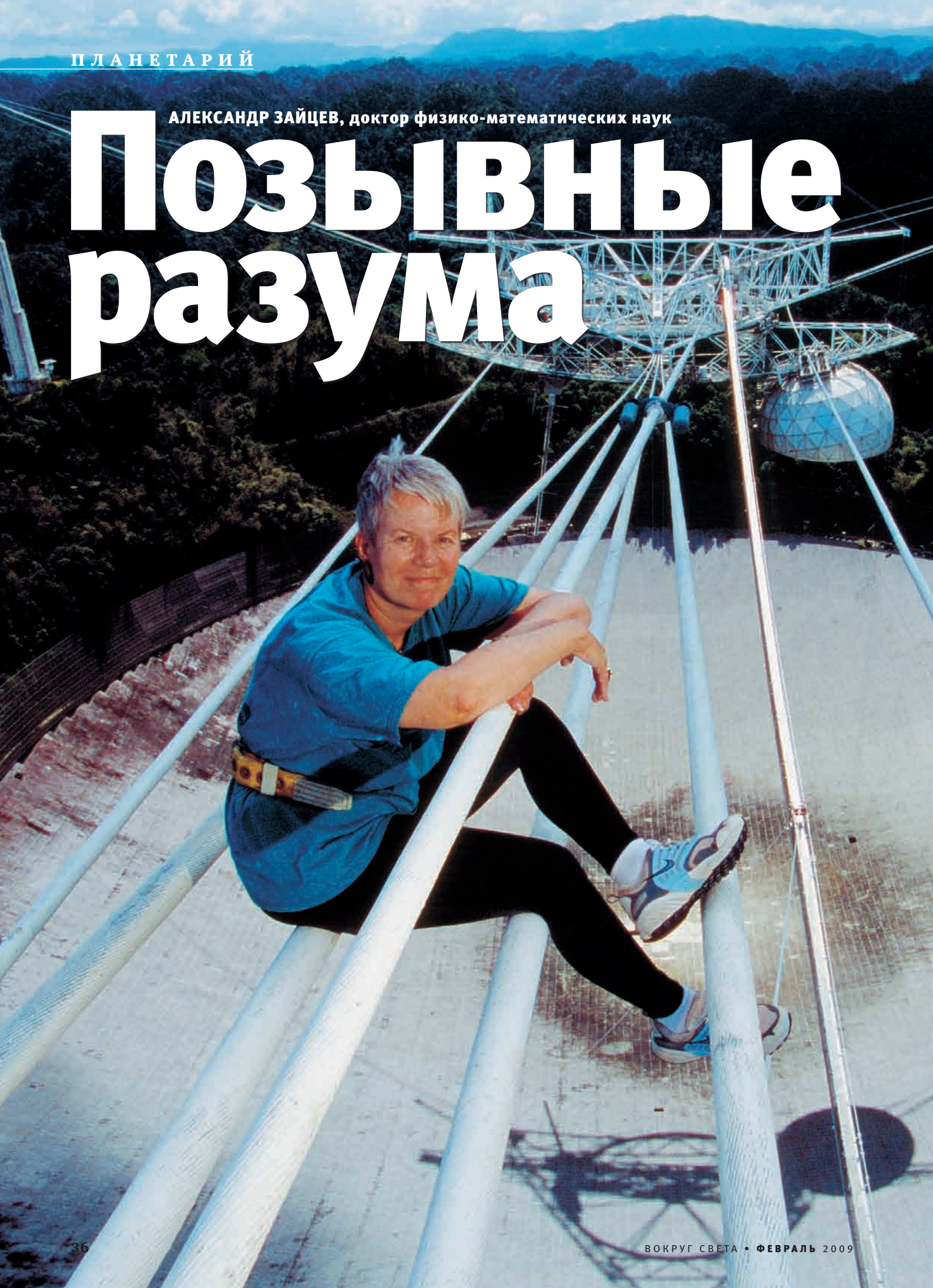


АЛЕКСАНДР ЗАЙЦЕВ, доктор физико-математических наук

Позывные разума





Радиоастроном Джилл Тартер, сотрудница Института SETI и один из лидеров работ по поиску сигналов внеземных цивилизаций, над чашей крупнейшего в мире радиолокационного телескопа Аресибо

ФОТОБАНК.COM/GETTY IMAGES

С давних времен жители Земли задавались вопросом: нет ли в глубинах космоса других разумных существ? Уникален феномен разума, или он столь же распространен, как планеты и звезды? В XX веке у человечества впервые появилась принципиальная техническая возможность для связи с гипотетическими цивилизациями у других звезд. Но пассивное ожидание сигнала от «соседей» пока не привело к успеху. Не значит ли это, что следует перейти к более активным действиям?

Еще Блез Паскаль в далеком XVII веке делился своими переживаниями: «Вечное молчание этих бесконечных пространств ужасает меня». В середине прошлого века знаменитый писатель-фантаст Айзек Азимов предельно лаконично сформулировал вопрос о внеземных цивилизациях: Are We Alone? («Одни ли мы?»). И вскоре американский научный журналист Уолтер Салливан ответил на него, выпустив в 1964 году книгу под названием We Are Not Alone («Мы не одни»). Но, к сожалению, этот заголовок выражал лишь надежду, а не научно установленный факт.

Наука пока не может дать никакого определенного ответа на этот вопрос. Ничто принципиально не запрещает саму возможность возникновения у других звезд жизни и разума, однако статистически эту вероятность оценить пока невозможно — ведь мы даже не знаем в деталях, как они появились на Земле, не говоря о том, что не располагаем пока ни единым примером инопланетной жизни. Советский астрофизик Иосиф Шкловский, первоначально большой энтузиаст поиска внеземного разума, в конце жизни не исключал, что человечество вполне может быть единственной цивилизацией в нашей Галактике, если не во всей Вселенной.

Из-за столь высокой неопределенности ответа сам вопрос часто считают ненаучным. Формированию такого отношения в немалой степени способствовали фантасты и особенно уфологи, которые во многом дискредитировали в глазах общественности саму идею поиска внеземного разума. В результате ни одно государство в последние десятилетия не финансирует поиски внеземных цивилизаций. Но колебания общественного мнения не снимают сам фундаментальный вопрос: одиноки ли мы во Вселенной? А к ответу на него нельзя приблизиться, не попытавшись обнаружить инопланетный разум.

Данные космических исследований практически исключают возможность найти инопланетян в Солнечной системе. Поэтому в их поисках

необходимо ориентироваться на другие звезды. Физически мы пока не можем до них добраться, и поэтому единственная реальная возможность установления контакта — это обмен электромагнитными сигналами, которые распространяются в космосе со скоростью света.

Решая эту задачу, можно придерживаться двух стратегий: либо только искать сигналы других цивилизаций, либо наряду с поисками самим передавать сообщения в надежде, что кто-то их примет, расшифрует, а потом пришлет нам ответ. Эти два подхода стали известны под названиями SETI и METI от английских выражений *Search for and Messaging to Extra-Terrestrial Intelligence*, означающих соответственно поиск и отправку сообщений внеземным цивилизациям.

ЧЕТЫРЕ МЕЖЗВЕЗДНЫХ ПИСЬМА

Земная история поисков и передачи разумных сигналов сравнительно молода. Все началось с двух пионерских работ американских ученых. В сентябре 1959 года Дж. Коккони и Ф. Мориссон опубликовали в научном журнале *Nature* статью *Searching for Interstellar Communications* («В поисках межзвездной связи»), в которой с точки зрения радиоастрономии и теории информации проанализировали техническую возможность межзвездной коммуникации. А в 1960 году Фрэнк Дрейк в американской радиоастрономической обсерватории «Грин Бэнк» провел эксперимент *Ozma* — первую попытку обнаружения искусственных сигналов из космоса.

К сожалению, с тех пор поиски так и не принесли результатов. Причин множество, но главная, пожалуй, заключается в том, что объем предпринятых поисков пока совершенно ничтожен, если сопоставлять его с тем, что на самом деле надлежало бы обследовать. Это отчасти можно объяснить так: для нужд программы SETI до последнего времени не было создано ни одного специализированного инструмента — все поиски проводились урывками на обычных радио- и оптических телескопах. Сейчас большие надежды ►

Инструменты, способные отправлять межзвездные послания



Радиолокационный телескоп Аресибо Пуэрто-Рико	
Диаметр, м	305
Мощность, кВт	1000
Длина волны, см	12,5
Скорость передачи*, бит/с	1000



Планетный радиолокатор в Голдстоуне Калифорния	
Диаметр, м	70
Мощность, кВт	480
Длина волны, см	3,5
Скорость передачи*, бит/с	550



Планетный радиолокатор под Евпаторией Крым	
Диаметр, м	70
Мощность, кВт	150
Длина волны, см	6,0
Скорость передачи*, бит/с	60

* Скорость рассчитана из условия приема сигналов на расстоянии 70 световых лет телескопом с площадью собирающей поверхности 1 км².

возлагают на Антенную решетку Пола Аллена — первый специализированный инструмент SETI, который строится в Калифорнии на средства, выделенные одним из учредителей корпорации Microsoft. В середине 2008 года заработали первые 40 из 350 шестиметровых параболических антенн этой системы.

Отправка первых межзвездных посланий также связана с именем Дрейка. В 1972 году он совместно с Карлом Саганом создал «Пластину Пионера», а в 1977-м — «Золотой диск Вояджера». Эти металлические носители с информацией о человечестве отправились в межзвездное пространство на борту космических аппаратов «Пионер» и «Вояджер», которым предстояло после пролета мимо планет-гигантов преодолеть солнечное тяготение и навсегда покинуть нашу планетную систему.

Первое же электромагнитное межзвездное послание было отправлено 16 ноября 1974 года с помощью радиолокационного телескопа обсерватории Аресибо с антенной диаметром 305 метров

и передатчиком мощностью 500 киловатт. Длительность сообщения составила всего 3 минуты. За это время было передано 1679 бит информации. Это число, будучи произведением двух простых множителей, указывает на то, что в послании закодирована двумерная картинка 23 на 73 пикселя. Чтобы шансы послания найти получателя были выше, его направили в сторону огромного шарового скопления М13 в созвездии Геркулеса, которое содержит сотни тысяч звезд. Однако радиоволнам потребуется 24 000 лет, чтобы дойти до него и еще столько же, чтобы вернуться назад с ответом. Так что на продуктивный диалог с возможными обитателями М13 рассчитывать не приходится. Вот почему остальные попытки межзвездной связи ориентировались на звезды в пределах 70 световых лет.

На настоящий момент с Земли отправлено еще три радиопослания. «Космический зов—1», ушедший в 1999 году к четырем солнцеподобным звездам, содержал несколько информационных страниц, «Детское послание

внеземным цивилизациям» 2001 года впервые несло аналого-цифровую информацию, а «Космический зов — 2» (2003) стал первым международным межзвездным сообщением. Все они передавались с помощью Евпаторийского планетного радиолокатора диаметром 70 метров, который ранее входил в советскую систему дальней космической связи. Мощность его передатчика составляет около 150 киловатт, но зато длительность этих посланий была в десятки раз больше и они по несколько раз повторялись в направлении разных звезд. По общей энергии переданных сигналов эти послания в сотни раз превосходят первое.

ПРИНИМАТЬ ИЛИ ОТПРАВЛЯТЬ?

Таким образом, за всю историю земной цивилизации было разработано и доведено до практической реализации лишь четыре проекта передачи межзвездных радиопосланий. И тем не менее в некотором смысле METI находится в лучшем положении, нежели SETI. Ведь, подготовив и отправив межзвездное послание, мы уже можем говорить о результате, поскольку сделали все возможное в деле наведения радиомоста между земной и предполагаемой внеземной цивилизациями. И теперь только от неизвестных адресатов зависит, будет ли обнаружено наше «письмо» и предприняты попытки установления контакта.

Цивилизация, которая занимается лишь поиском, находится в заметно менее выгодном положении, чем та, которая наряду с поиском ведет и передачу сигналов. Чтобы понять, что контакт установлен, передающей цивилизации достаточно получить ответ на одно из своих посланий. А вот «слушающей» при успехе поисков предстоит самой послать ответный сигнал, дожидаясь подтверждения его приема,

МЕТИ-SETI-ФОБИЯ

В 1974 году, сразу после отправки из Аресибо первого межзвездного радиопослания, нобелевский лауреат радиостроном Мартин Райл выступил в печати с требованием запрета любых попыток радиопередач с Земли в адрес предполагаемых внеземных цивилизаций. Другие цивилизации, если они действительно существуют, скорее всего, более развиты, чем наша, которая только приступила к активному освоению космического пространства. Для человечества может быть опасным привлекать внимание этих могущественных сил, полагал Мартин Райл.

Фрэнк Дрейк, один из авторов Аресибского радиопослания, возражал: «Уже поздно беспокоиться о том, что нас могут обнаружить со стороны. Дело сделано. И продолжается изо дня в день, с каждой телепередачей, каждым зондирующим сигналом военного радара, каждой командой, выданной на борт космического аппарата... Я полагаю, враждебные воинственные племена, будь то земные или инопланетные, уничтожат сами себя своим же собственным оружием задолго до того, как смогут получить хоть какое-то представление о межпланетных путешествиях».

Те же инструменты, которые использовались для программы METI, наработали в экспериментах по радиолокации планет в сумме более двух лет, тогда как общая продолжительность сеансов METI на сегодня составляет всего 37 часов. При этом площадь небосвода, охваченная в экспериментах METI, в тысячи раз меньше, чем засвеченная в ходе космической радиолокации. Поэтому разговоры об опасности METI из-за возможности нашего обнаружения именно по причине передачи межзвездных радиопосланий выглядят не слишком убедительно.



и только после этого можно будет говорить о контакте. Впрочем, у проблемы есть и другая сторона: если инопланетные сигналы будут обнаружены, сразу станет ясно, куда следует направлять собственные послания, а до того остается только рассылать «космический спам», выбирая направления на основе общефизических аргументов.

Этот выбор значительно упростился после того, как в 1995 году швейцарский астроном Мишель Майор и его аспирант Дидье Квелотц обнаружили вблизи звезды 51 Пегаса первую планету вне Солнечной системы. Вскоре выявление таких объектов было поставлено на поток, и стало ясно, что планеты — такие же распространенные небесные объекты, как и звезды. В нашей Галактике порядка 100 миллиардов звезд, и около 1% из них похожи на Солнце. Вот среди этого примечательного миллиарда и следует отбирать звезды для поиска и передачи межзвездных радиопосланий. Конечно, вовсе не обязательно, что потенциальные адресаты обитают только у таких звезд, но все же, учитывая наш собственный опыт, стоит пока сконцентрировать свои изыскания именно на них.

Перечень требований к звездам — кандидатам на включение в программу SETI/METI весьма обширен. Прежде всего они должны принадлежать к так называемой главной последовательности, то есть находиться на середине своего жизненного пути. На этом этапе светимость звезды длительное время остается примерно постоянной, что, видимо, является важным условием для развития сложных форм жизни. Возраст звезды должен быть в интервале 4—7 миллиардов лет. Если звезда моложе, эволюции может не хватить времени для порождения разумных существ,



Антенная решетка Пола Аллена для поиска сигналов внеземного разума

а если старше, то на планетах будет мало необходимых для жизни тяжелых элементов, которые нарабатываются предыдущими поколениями звезд. Следует выбирать одиночные светила, поскольку в двойных системах ниже вероятность существования планет со стабильными орбитами и климатическими условиями. По той же причине среди звезд с уже обнаруженными планетами предпочтительны те, у которых форма планетных орбит близка к круговой. Желательно также, чтобы со звезды, на которую отправляется радиопослание, Солнце было видно на фоне какого-либо достопримечательного астрономического объекта — пульсара, квазара, центра Галактики. В этом случае шансы на обнаружение нашего сигнала возрастают, поскольку он может быть замечен в ходе обычных астрономических наблюдений. Наконец, следует выбирать звезды внутри «пояса жизни» нашей Галактики — той «тепличной» области, где скорость орбитального

движения вокруг галактического центра близка к скорости вращения спиральных рукавов. В этой зоне (в которую входит и Солнце) звезды реже пересекают рукава Галактики, где протекают бурные процессы звездообразования, сопровождающиеся мощными вспышками сверхновых, способные помешать развитию жизни.

РАНДЕВУ ВСЛЕПУЮ

Вопрос о выборе обстоятельств для межзвездной связи далеко не исчерпывается отбором звезд, то есть пространственных направлений для отправки сигналов. Есть еще целый ряд параметров, которые могут меняться в широких пределах. Это время передачи, требуемая мощность сигнала, длина волны, несущей сообщение, ее поляризация, способ модуляции и, наконец, структура передаваемой информации.

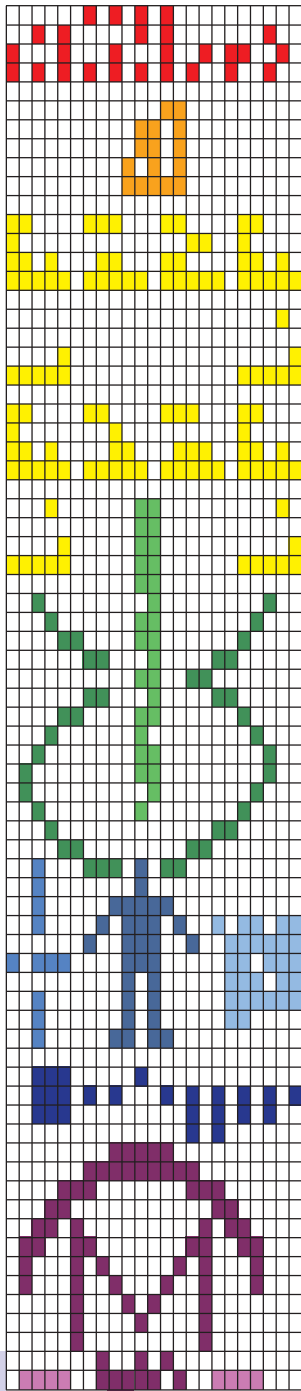
Синхронизация. Казалось бы, не договорившись заранее, нельзя наметить оптимальное время для сеанса межзвездной связи. Но в действительности ►

Наряду с METI-фобией существует и SETI-фобия, которая, как это ни парадоксально, имеет под собой более серьезные основания. Даже если не предполагать какого-то особо злонамеренного характера отправителей межзвездного послания, сам факт приема на Земле достаточно большого массива инопланетной информации таит в себе скрытую угрозу. Конкуренция стран и корпораций может резко обостриться, если от полученной информации будут ожидать радикальных стратегических преимуществ для того, кто первым

ее расшифрует. А отсюда уже один шаг до серьезного военного конфликта. Есть и еще более изощренный сценарий, согласно которому конкуренция приведет к снижению норм безопасности при воплощении идей послания. А содержаться в нем может инструкция по созданию компьютера с мощным самообучающимся искусственным интеллектом. Этот интеллект, с одной стороны, может помочь человечеству в решении разных проблем, входя тем самым в доверие, а с другой — обыграет это человечество, словно гроссмейстер новичка,

возьмет под свой контроль все ресурсы и направит их на дальнейшую рассылку по Вселенной все того же вирусного сообщения. И, что самое неприятное, если такой сценарий в самом деле реален, то большая часть потенциальных SETI-посланий должна нести именно вирусы. Трудно что-то противопоставить подобным научно-фантастическим сценариям, поскольку в них слишком много предположений, которые специально подобраны, чтобы создать самый неблагоприятный для человечества расклад. Пожалуй, стоит только

заметить, что быстрее или медленнее, но программа SETI все равно будет воплощаться, просто потому, что на свете достаточно людей, которым это интересно и которые желают войти в контакт с внеземными цивилизациями. Носители SETI-фобии вряд ли смогут их повсеместно остановить. И если хоть кто-то передает в космос свои послания, значит рано или поздно они будут приняты. Так что даже если с ними и связаны какие-то угрозы, то лучше спокойно готовиться к ним, чем пытаться затаиться от страха в своем галактическом углу.



это не так. Во Вселенной происходит немало событий, которые доступны для наблюдения всем развитым цивилизациям. Таковы, например, вспышки новых и сверхновых звезд. Например, в момент, когда на Землю из другой галактики приходит излучение сверхновой, нужно начать транслировать послание в направлении звезд, расположенных далее по направлению движения ее света. Как показал ленинградский ученый Петр Маковецкий еще в 1979 году, подобная синхронизация может в десятки раз увеличить вероятность установления радиоконтакта. Ведь наш сигнал не только придет к адресатам в выделенный момент времени — сразу после вспышки сверхновой, но и будет исходить из области неподалеку от нее, что еще больше увеличивает шансы на его регистрацию.

Мощность. Скорость передачи информации в межзвездных посланиях не может быть очень большой. Каждый символ, в простейшем случае каждый бит информации, должен транслироваться достаточно долго, чтобы его можно было уверенно выделить на фоне шумов. Максимальная скорость зависит от мощности передатчика, диаметра его антенны, длины волны, а также инструмента, который используется для приема, и расстояния до него. Чем больше диаметр передающей антенны и короче радиоволна, тем уже получается луч, в котором концентрируется мощность сигнала, тем меньше он рассеивается. Три самые мощные земные установки, способные направленно посылать радиосигналы в космос, — это радиолокационный телескоп в Арецибо (Пуэрто-Рико) и два планетных радиолокатора диаметром по 70 метров: американский в Голдстоуне (Калифорния) и бывший советский в Евпатории (Крым). В последние годы сообщения передавала только

последняя установка. Как уже говорилось, они адресовались к звездам не дальше 70 световых лет.

Допустим, что на этом расстоянии работает приемник площадью миллион квадратных метров (1 км²) — проект такой радиоастрономической антенны сейчас разрабатывается на Земле. В таком случае максимальная скорость передачи информации получается всего 60 бит в секунду — чуть быстрее телетайпа. Два американских инструмента заметно мощнее и могли бы обеспечить скорость 500—1000 бит в секунду.

Длина волны. Еще на заре исследований космической радиосвязи было показано, что оптимальным для нее является диапазон длин волн от 1 до 20 сантиметров, в котором, по совокупности параметров, достигается наибольшая дальность. Но как выбрать конкретную длину волны в этом диапазоне? Одна из идей состоит в том, чтобы отталкиваться от знаменитой спектральной радиолинии водорода, наблюдаемой по всей Вселенной на волне 21 сантиметр. Непосредственно на ней передавать нельзя, поскольку межзвездный газ будет ослаблять сигнал. Поэтому можно изменить длину волны, уменьшив ее, например, в целое число раз. Но есть другое, еще более красивое решение: разделить длину волны на фундаментальную математическую константу, такую как $\pi = 3,14...$ или $e = 2,71...$ Эти постоянные (или кратные им значения) должны быть известны любой цивилизации, причем сам факт выбора длины волны, скажем, в π раз отличающейся от водородной линии, укажет на искусственную природу сигнала. Петр Маковецкий называл такой сигнал «изделием разума». Впрочем, не исключено, что со временем, по мере развития космической связи, наилучшие показатели будут достигнуты ▶

ПЕР ОЕ МЕЖЗ ЕЗДНОЕ ПОСЛАНИЕ

В 1679 битах послания Арецибо Фрэнк Дрейк и Карл Саган постарались вложить максимум информации. Первый блок (красный) задает правила записи чисел (от 1 до 10) в двоичной системе счисления. Второй (оранжевый) — перечисляет номера элементов, на которых основана жизнь на Земле: водород (1), углерод (6), азот (7), кислород (8) и фосфор (15). Третий блок (желтый) описывает состав молекулы ДНК: образующие ее каркас дезоксирибоза (C₅OH₂) и фосфат

(PO₄) чередуются в двух крайних колонках, а в средних даны химические формулы четырех нуклеотидов: аденина, тимина, цитозина и гуанина, кодирующих генетическую информацию. Формулы записываются числовыми коэффициентами в том же порядке, что и «элементы жизни» во втором блоке. Например, дезоксирибоза кодируется как 7-5-0-1-0, что значит 7 атомов водорода, 5 — углерода и 1 — кислорода. Четвертый блок (зеленый) — это спираль ДНК, а в середине

сообщается число нуклеотидов в ДНК человека — 4 294 441 822 (теперь мы знаем, что их около 3 миллиардов). Пятый блок (голубой) несет информацию о людях: слева средний рост человека — 14 (1,76 метра в единицах длины волны сообщения — 12,6 сантиметра), а справа — население Земли в 1974 году — 4 292 853 750. Шестой блок (синий) — Солнечная система с девятью планетами. Земля сдвинута вверх и находится под человеком из предыдущего блока, указывая

наше место обитания. Фиолетовый блок изображает телескоп радиолокационного телескопа, отправившего данное послание, а в самом низу по центру указан его диаметр — 2430 (306 метров в единицах длины волны). Поймут ли потенциальные получатели смысл этого сообщения? Фрэнк Дрейк на пробу показывал упрощенный прообраз этого послания другим ученым. Карл Саган расшифровал его почти полностью. О других успехах достоверных сведений не сохранилось.

На флаге детского межзвездного послания символически изображен передающий сообщение Евпаторийский планетный радар (виден на заднем плане). Он же представлен на последней странице включенного в послание небольшого русско-английского пиктографического словаря (внизу)



у систем инфракрасного или оптического диапазона, и тогда наши представления об оптимальной длине волны изменятся.

Модуляция. Поиски сигналов по программе SETI идут уже почти полвека. И в большинстве случаев для их анализа используется один и тот же принцип. Принимаемое излучение подвергается цифровому спектральному анализу и раскладывается на миллионы и даже миллиарды частотных каналов. Например, в проекте Phoenix американского Института SETI цифровой спектроанализатор выделяет два миллиарда каналов с шириной по 1 герцу, и каждый из них проверяется на наличие искусственной составляющей. По-видимому, это оптимальная система поиска радиосигналов от других цивилизаций. Но тогда и наши сообщения должны эффективно распознаваться таким приемником, то есть в их основе должен лежать ясный спектральный язык. Такое представление известно и широко применяется на Земле, оно называется частотной модуляцией и используется всеми FM-радиостанциями.

Структура. Договорившись, что радиопослание синтезируется на основе спектрального подхода, надо определиться с его структурой. Изменения частоты во времени могут отсутствовать, быть плавными (непрерывными) или дискретными (скачкообразными). Эти три режима передачи можно условно соотносить с тремя языками: «природы», «эмоций» и «логики». Универсальное послание должно обращаться к адресатам на всех трех языках и состоять из трех частей. Сначала передается зондирующее колебание фиксированной частоты. Проходя через межзвездную среду, оно искажается, но при наличии *интуиции* получатель догадается

(например, обнаружив частоту «изделия разума»), что это искусственный сигнал, и даже сможет извлечь из него астрофизическую информацию о среде на пути от источника до приемника. С этой информацией он сможет приступить к расшифровке двух других частей послания. *Эмоциональная* часть должна представлять собой аналоговые, то есть непрерывные вариации частоты, отображающие наш эмоциональный мир и художественные образы, подобно тому, как это делает музыка. Она могла бы готовиться людьми искусства. И только третья часть послания, должна нести дискретный цифровой поток данных, представленный чередованием двух частот. Этот язык предназначен для отражения наших *логических* построений и формализованных знаний о себе самих и мире вокруг нас.

КОСМИЧЕСКОЕ БЕЗМОЛВИЕ

Хотя задачи поиска и передачи разумных сигналов во Вселенной тесно связаны друг с другом, важно понимать их специфику. В программе SETI, при поиске внеземных цивилизаций, мы не знаем в точности, что именно ищем, но предполагаем, что это существует в Природе. То есть решается сугубо научная задача обнаружения сигнала, его декодирования, выделения из него осмысленной информации. Здесь все в точности, как при поиске новых природных явлений, с той лишь разницей, что ищется не естественнонаучная закономерность, а осмысленное сообщение, сигналы не Природы, но Разума.

В программе METI при передаче сигналов все обстоит несколько иначе. Задача состоит в том, чтобы синтезировать и отправить такое межзвездное послание, подобного которому еще не существует в Природе и которое

Природа не могла бы породить. В этом смысле синтез посланий сродни искусству, творческому процессу создания нового. Но при этом предназначенную для передачи информацию необходимо представить так, чтобы она могла быть понята любым разумным субъектом во Вселенной.

Творчество всегда адресовано публике — зрителям, слушателям. Но какой смысл создавать послания для отправки в глубокий космос? Ведь даже если они будут приняты, у нас нет практически никаких шансов узнать, какое впечатление они произведут на адресатов. Здесь мы ступаем на зыбкую почву философских доводов и обоснований. Зрелое планетарное сознание, почувствовав и осознав, что молчание космоса должно повергать в ужас не только нас, но и всех мыслящих существ во Вселенной, приходит к пониманию того, что его миссия — принять посильное участие в преодолении космического безмолвия. Однако подобные эмоциональные и этические соображения мессианского и альтруистического толка — принести Другим долгожданную весть о том, что они не одиноки во Вселенной — убеждают и вдохновляют пока лишь немногих. На такой случай имеется более простое соображение: если в космосе есть лишь цивилизации-искатели и нет цивилизаций-излучателей, то Вселенная молчит, что делает успех поисков весьма сомнительным — остается только надежда засечь непреднамеренно излучаемые в космос сигналы вроде наших телепередач. Земная программа SETI исходит из предположения, что кто-то все же передает межзвездные радиопослания. А раз так, то не должны вызывать недоумения и наши собственные эксперименты по их отправке. ●