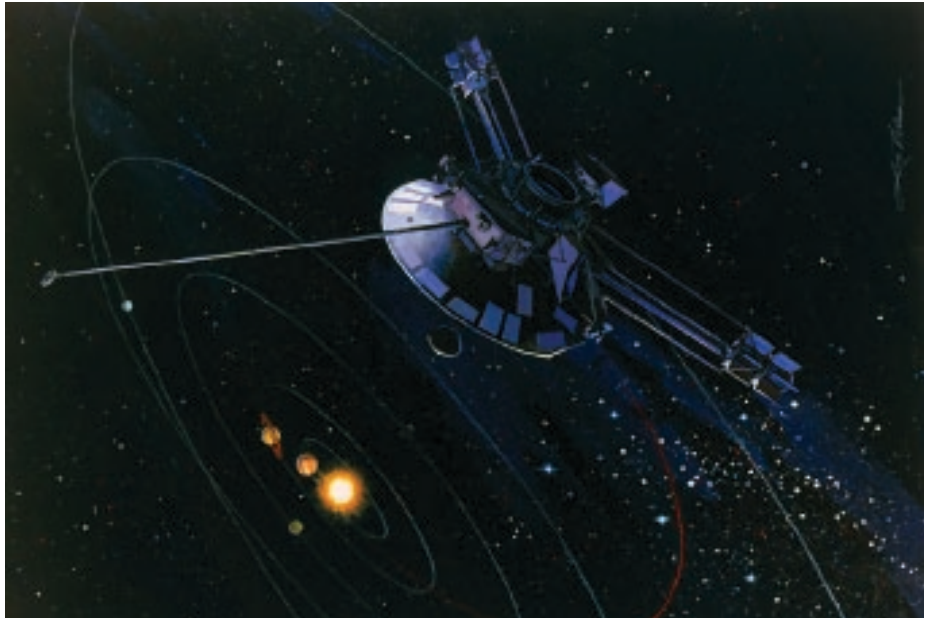


В.Г.Сурдин, кандидат физико-математических наук. Государственный астрономический институт им.П.К.Штернберга Московского государственного университета им. М.В.Ломоносова

ПОСЛАНИЕ В БУТЫЛКЕ

Стало почти аксиомой, что послание от внеземной цивилизации придет к нам по радио. Идею поиска радиосигналов иных разумных существ обосновали 45 лет назад Дж.Коккони и Филип Моррисон. Они оценили существовавшие в те годы технические возможности радиотелескопов как достаточные для этой задачи и даже предложили начать поиски на конкретной волне длиной 21 см, на волне излучения межзвездного водорода. Свою статью молодые физики заключили так: «Трудно оценить вероятность успеха, но если не производить поисков совсем, то вероятность успеха равна нулю».

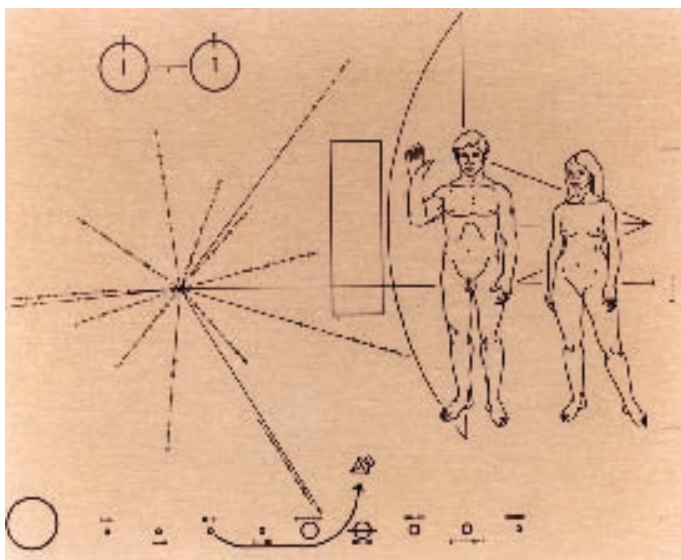
Эта идея вдохновила радиоастрономов; поиски разумных сигналов были начаты почти сразу же — сначала на волне 21 см, а затем и в других диапазонах. К сегодняшнему дню проделана немалая работа: только по программе SETI, которая позволяет всем желающим энтузиастам использовать свои личные компьютеры для анализа космических радиосигналов, на этот анализ затрачено в сумме более 2 млн лет процессорного времени. Предпринимаются попытки поиска и в других диапазонах излучения, например в оптическом, где передатчиком может служить мощный лазер, а приемником — крупный телескоп. Эта работа, безусловно, будет продолжаться, но ее отрицательный (на сегодняшний день) результат заставляет рассматривать и другие стратегии поиска.



Космический аппарат Пионер-10, запущенный 2 марта 1972 года

Нельзя сказать, что до сих пор эта проблема не обсуждалась. Не раз высказывались сомнения в эффективности космической радиосвязи. Межзвездное пространство заполнено естественными радиопомехами, поэтому двусторонний обмен радиограммами подходит лишь для коротких сообщений типа «Мы существуем! Мы здесь!», но и при этом возможен лишь на небольших по межзвездным масштабам расстояниях. Даже к ближайшей звезде радиосигнал добирается четыре года. Если вести диалог в режиме коротких вопросов и ответов, то на продуктивный диалог уйдут тысячелетия. Поэтому лучше уж сразу сообщить ИМ все, что мы знаем (отправить суперэнциклопедию), и ждать аналогичного послания от НИХ. Но для пересылки объемистых файлов по радио требуются либо невероятно мощные передатчики, либо неприемлемо большая длительность передачи. Анализ этой проблемы на современном технологическом уровне предприняли американские специалисты по связи К.Роуз и Г.Райт.

Они обратили внимание на то, что методы записи сообщений ушли сегодня далеко вперед по сравнению с 1970-ми годами, когда были поставлены первые и до сих пор единственные эксперименты в области космической «бутылочной почты». В те годы, как известно, четыре американских межпланетных зонда покинули пределы Солнечной системы: «Пионер-10 и -11», запущенные в 1972-1973 гг., и «Вояджер-1 и -2» (читайте о них в ближайших номерах «НиТ»), запущенные в 1977 г. Облетев внешние планеты, они вырвались из поля притяжения Солнца и теперь удаляются в глубины Галактики. В принципе есть шанс, что они когда-нибудь попадут в руки разумных существ. Поэтому каждый из них несет на себе специальное послание.



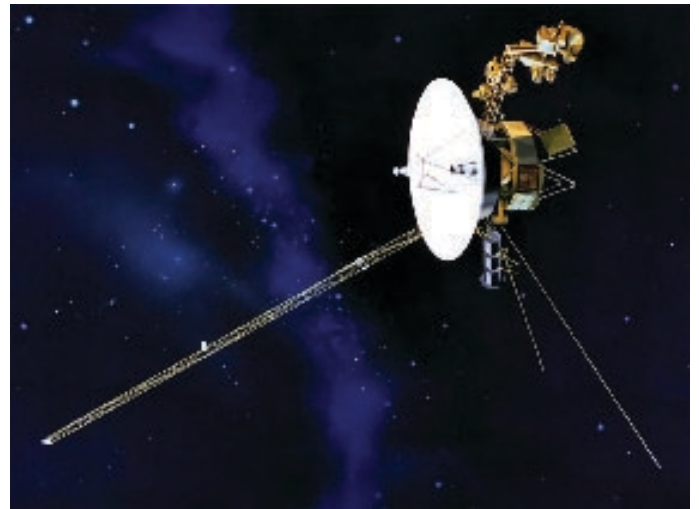
Пластина-послание, отправленная с космическим аппаратом Пионер

Внутри «Пионеров» заложены небольшие металлические пластинки с выгравированной на них «визитной карточкой» землян, содержащей наш галактический обратный адрес. По сути, это одна картинка размером с мобил-фото. Послание, отправленное через пять лет с «Вояджерами», значительно более объемное: каждый из аппаратов несет на себе круглую алюминиевую коробку, внутри которой лежат позолоченные для сохранности видеодиски. На них классическим эдисоновским способом записаны 118 статических изображений (слайдов), на которых собраны важнейшие научные данные: изображения Земли, ее материков, различные ландшафты, сцены из жизни животных и человека, их анатомическое строение и биохимическая структура, включая молекулу ДНК. Кроме того, на них есть звуки: шепот матери и плач ребенка, голоса птиц и зверей (например, «песни» китов), шум ветра и дождя, грохот вулканов и землетрясений, шуршание песка и прибой океана. Есть даже звук поцелуя, который с вдохновением произвели участники создания видеодиска под руководством К. Сагана. Человеческая речь представлена на диске короткими приветствиями на 58 языках народов мира. Существенную часть послания составляют музыкальные записи: на диске соседствуют Бах, Моцарт, Бетховен, Луи Армстронг, Чак Берри и народная музыка многих стран.

Авторам посылки на «Вояджерах» потребовалось изрядное напряжение сил, чтобы составить и уместить в объеме одной граммпластинки емкое и уравновешенное послание неведомым братьям по разуму от лица всех землян. (При этом внутренний цензор заставил их отказаться от какого-либо упоминания о войнах в надежде, что когда их послание доберется до неведомых адресатов, — а это десятки тысяч лет, — с войнами на Земле уже будет покончено.) Но за прошедшие три десятилетия плотность упаковки информации повысилась на много порядков. Поэтому сегодня уже можно не ломать голову над содержанием послания, а просто отправить ИМ всю письменную и электронную информацию, созданную человечеством. Это не так уж и много — всего 10^{19} битов, или 10^{18} байтов. Пусть читают, смотрят, слушают и узнают о нас все, что захотят. Если ОНИ при этом не потеряют к нам уважения, то можно надеяться на ответное послание того же рода.

Предвидя реакцию скептиков, Роуз и Райт оценили возможность создания и стоимость такого послания. Они понимают, что современный человек, привыкший к быстрому и дешевым сообщениям в форме SMS и E-mail, уже с недоверием относится к материальным носителям информации, например к глиняным табличкам и даже к бумажным письмам. Но легкость и дешевизна современной электронной коммуникации в пределах Земли не должна вводить нас в заблуждение: она есть прямое следствие сетевой структуры связи. Нам лишь кажется, что мы можем позвонить по крохотному мобильному радиотелефону на другой континент. В действительности мощности нашего карманного телефона хватает лишь на несколько километров — до ближайшей сетевой станции. А если бы мы задумали связаться с Австралией по радио, да еще при отличном качестве звука, то потребовались бы приемники и передатчики совсем иного масштаба. При переходе к космическим расстояниям проблемы возрастают тысячекратно: вспомните гигантские радиотелескопы, которые необходимы для поддержания связи с межпланетными зондами.

Проблема в том, что качество радиопослания — плотность потока энергии — «девальвируется» по мере его удаления от Земли. Как бы ни был изначально узок радиолуч, он все равно расширяется, и к адресату доходит лишь мизерная доля посланной энергии. Зато сообщение, отправленное



Космический аппарат Вояджер-1, запущенный 5 сентября 1977 года

письмом, доходит до адресата целиком и может достаточно долго храниться. Адресная рассылка значительно экономичнее, чем постоянное разбрасывание писем с самолета в надежде, что одно из них случайно попадет в руки адресата (именно эта стратегия используется в радиопосланиях).

Чтобы на большие расстояния было выгоднее посылать материальные носители информации, а не эфирные, эти носители необходимо сделать по возможности компактными. Добравшись без особой спешки до адресата, они принесут ему ответы сразу на все вопросы. Для таких посланий Роуз и Райт предлагают самый современный способ — сканирующий туннельный микроскоп, манипулирующий отдельными атомами. Он может делать записи, например, атомами ксенона на никелевой подложке. В принципе такой метод позволяет достичь плотности упаковки информации до $7,5 \cdot 10^{25}$ бит/кг (при использовании легких атомов лития и берилля). Это выше, чем в молекуле РНК вируса полиомиелита ($3,6 \cdot 10^{24}$ бит/кг). Но даже если использовать для пущей надежности по 1000 атомов никеля на бит, создавая элементарные метки размером в нанометр, все равно плотность упаковки получается невероятно высокая — около 10^{22} бит/кг. При этом всю информацию человечества можно упаковать в объеме менее 1 см^3 (в булавочной головке!). Представляете: вся культура человечества, размещенная в одной суперэнциклопедии весом в 1 грамм! Правда, чтобы ее прочитать, понадобится весьма дорогой сканирующий туннельный микроскоп.

Заметим, создание такой суперэнциклопедии было бы полезно не только для братьев по разуму, но и для нас самих. Разместив несколько экземпляров этой энциклопедии подальше от Земли, например на Луне, мы гарантировали бы сохранность плодов своего разума от всяческих катаклизмов. Если бы глобальная катастрофа произошла сегодня, то единственными памятниками нашей цивилизации остались бы несколько десятков автоматических аппаратов, достигших поверхности Луны, Марса и Венеры, летающих на околосолнечных орбитах и отправленных к звездам. Лишь послание из них — «Пионеры» и «Вояджеры» несут информацию не только об уровне нашей технологии, но и о самих людях, создавших эти высокотехнологичные изделия. И только пластинки «Вояджеров» содержат данные о нашей планете — ее географии и биосфере, — а также о строении и функциях человеческого тела. При этом в каждом послании «Вояджеров» всего около 100 Мб информации, что при массе аппарата около тонны означает плотность упаковки всего 10^6 бит/кг.



Золотая пластинка — послание инопланетным цивилизациям, отправленная с аппаратами Вояджер. На пластинке записаны звуки и изображения, характеризующие разнообразие земной жизни

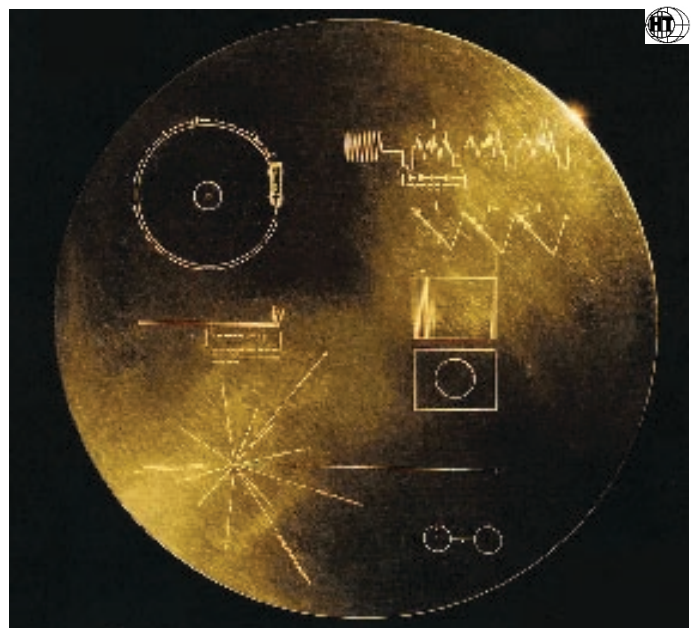
Немаловажный вопрос: а долго ли придется писать такую энциклопедию? Даже если все материалы уже доступны, для их упаковки в миниатюрном носителе понадобится выложить мозаику из 10^{19} атомов. Подобный процесс в природе наблюдается при репликации молекул ДНК. Например, в геноме кишечной палочки (*E.coli*) содержится 4 639 221 пара оснований; деление этой бактерии происходит через каждые 40 мин, следовательно, скорость удвоения молекулы ДНК порядка 2000 оснований в секунду. При таком темпе на сборку нашей суперэнциклопедии понадобится 200 млн лет! Поэтому технологию атомарной записи придется ускорить в миллионы раз по сравнению с ее природными аналогами. В противном случае энциклопедия никогда не будет дописана, поскольку объем информации у нашей цивилизации удваивается примерно каждые 20 лет.

Итак, каким же образом лучше всего отправить нашу суперэнциклопедию к звездам? Как известно, среди конкурирующих проектов обычно побеждает тот, который решает задачу с наименьшими затратами. Поэтому Роуз и Райт рассчитали стоимость пересылки информации по радио и «письмом». При этом подсчитывались только затраты по отправке послания, без учета стоимости инфраструктуры (радиотелескопы и передатчики, пишущие туннельные микроскопы, космодромы или катапульты и т.п.), поскольку при массовой рассылке сообщений стоимость многоразового оборудования сравнительно невелика.

Предполагалось, что кристалл памяти с суперэнциклопедией будет упакован в контейнер для защиты от космических лучей. Это существенно утяжеляет посылку: чтобы молекулярное послание сохранилось в течение миллионов лет, необходима «броня» не хуже земной атмосферы (1 кг/см^2); ее толщина составит несколько метров, а масса — сотни тонн. Если использовать помехоустойчивые коды записи, то можно снизить уровень защиты от повреждения космическими лучами, но тем не менее капсула будет весить не одну тонну. Для межзвездного перелета за разумное время ей необходимо придать скорость около 300 км/с.

Исходя из этих соображений, Роуз и Райт сравнили кинетическую энергию капсулы с письмом и энергию радиопимпульса, несущего тот же объем информации. Оказалось, что при использовании крупнейших из существующих радиотелескопов (например, диаметром 305 м в Аресибо) радиопослание остается выгодным лишь на межпланетных расстояниях, а на любых межзвездных расстояниях существенно уступает материальному посланию. Если не ограничиваться радиодиапазоном, то более эффективной была бы связь с помощью оптического лазера и 10-метрового телескопа, а еще более эффективной — с помощью рентгеновского лазера (которого пока не существует). Но и в этом случае электромагнитное «письмо» могло бы конкурировать с материальным лишь на расстоянии до нескольких ближайших звезд, а на просторах Галактики «бутылочная почта» по своей дешевизне не имеет конкурентов. К тому же у нее есть еще одно преимущество: капсула с суперэнциклопедией, попавшая в иную планетную систему, может долго дожидаться того момента, когда там возникнет цивилизация достаточно высокого уровня, чтобы обнаружить наше послание и понять его. А непринятый электромагнитный сигнал (скажем, по причине отсутствия радиотелескопов у данной цивилизации) уже не вернется назад.

В связи с этим рождается интересный вопрос: если «бутылочная почта» так выгодна, то не пользуются ли ею развитые цивилизации уже давным-давно? Поэтому не следует ли нам повнимательнее поискать в Солнечной системе? Быть может, на поверхности одной из планет или одного из сотен тысяч астероидов нас ожидает «письмо издалека»? Невольно вспоминается сюжет Артура Кларка из его гениального романа «Космическая Одиссея 2001 года»: на Луне обнаруживают «монолит» — послание, оставленное для нас неведомо когда и неведомо какой космической цивилизацией. Сроки, как видим, не оправдались. Что же касается технических идей, инженер-фантаст Артур Кларк часто угадывал будущее. Во всяком случае, уже не первый год астрономы серьезно обсуждают стратегию поиска следов внеземного разума на Луне и других телах Солнечной системы. Наблюдая величие Вселенной, астрономы не могут поверить, что мы — единственные зрители этого грандиозного «спектакля».



Крышка контейнера с пластинкой. На ней в графическом виде изображены основные физические понятия и положение Солнечной Системы относительно 14 известных пульсаров