

РАДИОСВЯЗЬ С ВНЕЗЕМНЫМИ ЦИВИЛИЗАЦИЯМИ

В. А. Котельников

Населенный космос, Москва, Наука, 1972. С. 280

В пределах нашей Галактики радиосвязь с внеземными цивилизациями возможна даже при современном уровне развития техники. Покажем это на примере. Пусть эффективная площадь нашей приемной антенны будет $10\,000\text{ м}^2$; ее шумовая температура 30° К ; волна $0,1\text{ м}$; стабильность частоты гетеродинов приемника и компенсация переменного доплеровского сдвига частоты, происходящего за счет движения Земли, лучше 10^{-10} . Такие параметры современная освоенная земная техника получить позволяет.

Пусть внеземная цивилизация для передачи к нам сигналов имеет установку с параметрами: эффективная площадь антенны (или сумма площадей одновременно работающих антенн) $100\,000\text{ м}^2$, средняя мощность передатчика 10^9 Вт , стабильность частоты и компенсация переменного доплеровского сдвига частоты за счет движения передатчика лучше 10^{-10} . Передающую установку с такими параметрами (при выделении необходимых средств) можно было бы с помощью нашей техники разработать и создать в течение нескольких лет. Учитывая то, что у ряда внеземных цивилизаций возраст может быть существенно больше, чем у земной, осуществимость такой установки не должна вызывать сомнений.

Пусть для связи используются ортогональные сигналы, скажем, длительные посылки синусоидальных колебаний, частоты которых определяют передаваемую информацию. При стабильности частоты лучше 10^{-10} такие частоты могут быть расположены через $0,3\text{ Гц}$. В этом случае при передаче на расстояние $100\,000$ световых лет (диаметр нашей Галактики) и использовании полосы частот, соответствующей 10% от средней частоты, с указанной аппаратурой возможна связь со скоростью 1 двоичная единица информации за 40 сек. При уменьшении расстояния возможная скорость передачи информации быстро растет: так, при расстоянии $10\,000$ световых лет при той же аппаратуре за счет уменьшения времени, потребного для накопления энергии от сигнала, скорость передачи информации может быть уже около 10 двоичных единиц в секунду. При расстоянии 200 световых

лет скорость передачи может быть около 10 000 двоичных единиц в секунду.

Для осуществления такой передачи необходимо, чтобы антенна внеземной цивилизации была направлена на Землю, а земная антенна направлена на внеземную цивилизацию.

Вероятность случайного совпадения этих направлений чрезвычайно мала, так как при принятых больших эффективных площадях антенны (это необходимо, чтобы получить достаточную энергию сигнала в приемнике) их диаграммы направленности получаются очень узкими. Действительно, главный луч антенны имеет телесный угол

$$\psi = \frac{\lambda^2}{S} \text{ стерорадиан,}$$

где S — эффективная площадь антенны, λ — длина волны.

Для выбранной передающей антенны получим

$$\psi_1 = \frac{(0,1)^2}{10^5} = 10^{-7}.$$

Для приемной

$$\psi_2 = \frac{(0,1)^2}{10^4} = 10^{-6}.$$

Таким образом, вероятность случайного совпадения направления будет

$$p = \left(\frac{\psi_1}{4\pi}\right) \left(\frac{\psi_2}{4\pi}\right) = 6 \cdot 10^{-16}.$$

Если искать друг друга методом случайных проб, затрачивая на каждый промер, скажем, 3 сек., то для нахождения цивилизации потребуется время τ/p , или больше 10^8 лет. (3 сек. — время когерентного накопления при стабильности частоты 10^{-10} и волне 0,1 м. При таком времени и принятых ранее параметрах аппаратуры можно более или менее уверенно обнаружить сигнал с расстояния 10 000 световых лет. Для расстояний 100 000 световых лет это время надо существенно увеличить.)

Таким образом, основная трудность для осуществления связи — это найти внеземную цивилизацию, чтобы направить нашу антенну на нее, а ей узнать, что Земля готова принимать радиосигналы и направить антенны в нашу сторону.

Расчет показывает, что цивилизацию уровня земной на межпланетных расстояниях мы можем обнаружить по излучению всевозможных радиоустройств, без посылки ею специальных радиосигналов. Но мы ее не можем обнаружить уже с ближайшей звезды.

Таким образом, чтобы находящаяся около некоторой звезды цивилизация могла быть нами обнаружена в радиодиапазоне, у нее должны работать для каких-либо нужд (непонятно, для каких) существенно более мощные, чем на Земле, радиопередатчики или она должна излу-

чать сигналы, специально предназначенный для того, чтобы дать о себе знать.

Предположим последнее — пусть развитая цивилизация, желая дать знать о себе, посылает сигналы поочередно на все звезды, находящиеся на расстоянии до 200 световых лет, с помощью аппаратуры с параметрами, принятыми выше.

Если принять, что каждая звезда будет облучаться в течение 3 сек., и что в сфере радиусом 200 световых лет лежит около 100 000 звезд, то весь цикл займет около 4 суток. Для того чтобы достаточно надежно обнаружить сигналы от такого передатчика на расстоянии 200 световых лет на приемник с принятыми раньше параметрами, необходима антенна с эффективной площадью 4 м². Телесный угол, из которого будет принимать энергию такая антенна, равен

$$\psi = \frac{\lambda^2}{S} = \frac{(0,1)^2}{4} = 2,5 \cdot 10^{-3} \text{ стерорadian.}$$

Чтобы охватить всю сферу одновременно, нужно иметь

$$\frac{4\pi}{2,5 \cdot 10^{-3}} = 5000$$

таких антенн и, соответственно, приемников. Если осматривать небо-свод по очереди, имея в виду обнаружить принятый выше передатчик примерно за 1 год, то понадобится 50 таких антенн со своими приемниками.

Таким образом, если хотя бы около одной из 10⁵ звезд имеется развитая цивилизация, желающая себя обнаружить, то это дело не безнадежное.

Если внеземная цивилизация будет облучать не все 10⁵ звезд, а лишь наиболее перспективные в части нахождения около них цивилизации, и в том числе Землю, то задача поиска может существенно облегчиться. Так, если будет облучаться 1000 звезд, то при принятых выше параметрах цикл обхода этих звезд будет меньше часа и цивилизацию вероятно обнаружить примерно за 1 год даже одной приемной установкой с приведенными выше параметрами.

Обнаружив сигналы, мы, естественно, направим туда большие радиотелескопы и постараемся принять какую-либо информацию.

Можно ожидать, что обнаруженная цивилизация будет передавать такую информацию в нашу сторону, не ожидая подтверждения того, что мы готовы ее принимать. Если она будет это делать с аппаратурой, имеющей принятые раньше параметры, то информация с расстояния 200 световых лет может идти, как уже говорилось, со скоростью около 10 000 двоичных единиц в секунду. В этом случае для непрерывной передачи информации пришлось бы устанавливать внеземной цивилизации довольно сложную и энергоемкую аппаратуру для каждой облучаемой звезды, около которой можно ожидать наличие цивилизации. Однако если удовольствоваться меньшей средней скоростью передачи

информации, то можно облучать эти звезды поочередно или облучать непрерывно каждую, но с меньшей мощностью.

На основании рассмотренных примеров можно сделать следующий вывод.

Связь между цивилизациями в пределах нашей Галактики при современном уровне развития радиотехники возможна, однако для этого цивилизации должны сначала найти друг друга.

Если внеземная цивилизация, обладающая техникой нашего уровня, захочет дать знать о себе и будет посылать для этого специальные радиосигналы, то она может быть нами обнаружена с расстояния в несколько сот световых лет с помощью уже существующих радиотелескопов и специально построенных радиоприемников.

При желании эта цивилизация может передать нам информацию, и не дожидаясь нашего ответа.