

## Проект радиопослания для внеземных цивилизаций “Золотые крылья лемнискаты”

В. В. Филиппов<sup>1</sup>, Л. Н. Филиппова<sup>2</sup>, Н. Т. Петрович<sup>3</sup>, Э. В. Улитина<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Московский авиационный институт (государственный технический университет)

<sup>2</sup> Научно-культурный центр SETI, Москва

<sup>3</sup> Московский технический университет связи и информатики

<sup>4</sup> Союз дизайнеров, Москва

Межзвездное радиопослание внеземным цивилизациям “Золотые крылья лемнискаты” (проект “Golden wings of the lemniscate GWL Project”), несущее информацию о “золотом” сечении в лемнискате, — это космическая заявка землян о своей разумности и готовности к обмену информацией по каналам межзвездной радиосвязи.

Новым техническим предложением в проекте GWL является использование метода ОФМ (относительной фазовой манипуляции) проф. Н.Т.Петровича для повышения помехоустойчивости сигналов.

Основопологающей идеей межзвездного радиопослания “Золотые крылья лемнискаты”, адресованного внеземным цивилизациям, является сообщение лишь о факте разумности землян и готовности к межзвездным радиоконтактам.

В цифровую часть послания GWL входят 10 элементов: 1) “Отрезки в пропорции золотого сечения”, 2) “Золотой треугольник и Золотая пирамида”, 3) “Фрактал кривая Коха”, 4) “Черный квадрат Малевича”, 5) “Человек в Золотом сечении Леонардо да Винчи”, 6) “Спираль Бернулли”, 7) “Рисунок Вилли Мельникова”, 8) “Знак Инь – Ян”, 9) “Рисунок Эшера”, 10) “Рисунок (или логотип) спонсора”.

**PROJECT OF RADIO MESSAGE TO ETI “GOLDEN WINGS OF THE LEMNISCATE”**, by V.V.Filippov, L.N.Filippova, N.T.Petrovich, E.V.Ulitina. The radio message “Golden wings of the lemniscate” (GWL Project) to Extraterrestrial Intelligence, carrying information about the golden section in the lemniscate, is a cosmic declaration of the Earthmen that they are intelligent and fit for exchanging information via channels of interstellar radio communication.

The new technical proposal of the GWL project is using the principle RPhM (Relative Phase Modulation) of N.T. Petrovich for noiseproof feature of the signals.

The basic idea of the interstellar radio message “Golden wings of the lemniscate” is just to communicate the fact of intelligence of Earthmen and preparedness for interstellar radio contacts.

The names of 10 elements of digital part of the radio message GWL are the following: 1) Segments in the proportion of the golden section, 2) Golden triangle and golden pyramid, 3) Fractal Koch curve, 4) Black square of Malevich, 5) Man in the golden section of Leonardo da Vinci, 6) Spiral of Bernoulli, 7) Picture of Willy Melnikov, 8) Yin'-Yan Sign, 9) Picture of Esher, 10) Picture (or logo) of the sponsor.

### 1. Концепция межзвездного радиопослания “Золотые крылья лемнискаты”

Межзвездное радиопослание внеземным цивилизациям (Message to Extraterrestrial Intelligence – METI), несущее информацию, в том числе, о “золотом сечении” (Шевелев, 2000), в случае его прие-

ма и декодирования позволит показать простое, но замечательное математическое соотношение, выражаемое числом 1.618., которое отражает эмоциональное восприятие гармонии у человека Земли и, может быть, является универсальным знанием для космических субъектов разных типов (Лефевр, 1996).

Для видящих в оптическом диапазоне разум-

ных существ язык рисунка нагляден и доступен пониманию, поэтому в опыте первых радиопосланий землян использовались рисунки. Возможно, “язык рисунка” является “космическим языком” для начального этапа налаживания контакта.

Эта мысль — “рисунок для внеземного разума” — реализована в проектах “Arecibo Message 1974”, “Cosmic Call 1999”, “Здравствуй, Галактика! 2001”, “Cosmic Call 2003”.

Предлагается “язык рисунка” использовать и для нового МЕТИ.

Из огромного множества изобразительных символов в истории культуры человечества (искусстве и математике) для очередного межзвездного радиопослания с Земли выбрана лемниската Бернулли — математический символ “бесконечности”, символизирующий также безграничность просторов космоса и возможностей разума.

**Основопологающей идеей межзвездного радиопослания “Золотые крылья лемнискаты”, адресованного внеземным цивилизациям, является сообщение лишь о факте разумности землян и готовности к межзвездным радиоконтактам.**

Языком-посредником для налаживания контакта в этой концепции являются рисунки без конкретных сведений о Солнечной системе, Земле и человечестве.

**Отказ от передачи конкретной информации о человечестве**, подобной включенной в историческую космограмму первого американского радиопослания 1974 года из Арецибо, или в рисунки эмблемы первого детского радиопослания “Здравствуй, Галактика!” 2001 года, равно как и некоторых энциклопедических сведений с текстами приветствий людей из разных стран (заметим, текстов, недоступных для расшифровки) в радиопосланиях “Cosmic Call 1999” и “Cosmic Call 2003”, является одним из принципиальных отличий нового проекта от реализованных ранее (Зайцев, 1999; 2003; Гиндилис, 2005).

Так как предлагаемое межзвездное радиопослание для внеземных цивилизаций будет носителем идеи о гармонии Вселенной, известной отправителям послания (землянам) как “золотое сечение”, выраженной языком рисунков, размещенных в символе бесконечности, то для него оправдано название “Золотые крылья лемнискаты” (“Golden wings of the lemniscate”, GWL).

С учетом технических требований к системе для отправки послания GWL, например, может быть использован Евпаторийский планетный радиолокатор, передатчик которого работает на волне 6 см (5.01 ГГц).

С помощью вариаций одного из параметров несущей радиоволны передается последователь-

ность двоичных символов, допускающая разложение в виде прямоугольной матрицы из простых чисел, содержащей изображение лемнискаты с рисунком. Простые числа подобраны так, чтобы их отношение было близким к “золотому числу” 1.618... Включенные в проект GWL прямоугольные развертки имеют размерность  $29 \times 47$  и  $181 \times 293$ , что позволит передать в каждом элементе 1363 и 53033 бита информации соответственно.

Основное содержание межзвездного радиопослания предлагается предварить специальными позывными, после которых начинается передача основной (цифровой) его части, состоящей из десяти трансляций по 53033 бита информации в каждой с помощью относительной фазовой манипуляции несущей радиоволны.

Предполагается, что гипотетическим **Получателем радиопослания землян будет внеземная цивилизация, по уровню развития не уступающая земной** ко времени  $\sim 30$ – $50$  лет от начала радиоастрономических программ SETI а, возможно, и гораздо более высокого технологического уровня.

Также предполагается, что эта гипотетическая технологическая цивилизация **ведет патрульные наблюдения с целью поиска сигналов других цивилизаций, располагает техническими средствами для обнаружения в космических шумах слабых сигналов землян и их декодирования** (другими словами, у нее есть нечто похожее на наши радиотелескопы, компьютеры, Интернет).

## 2. Рисунки элементов радиопослания “Золотые крылья лемнискаты”

Основной элемент, содержащийся в каждом рисунке нашего радиопослания — это лемниската Бернулли, вписанная в прямоугольник-развертку из простых чисел, отношение которых близко к “золотому” числу.

Рисунки предлагается посылать сериями в вариантах малых и больших разверток.

При этом меньшие развертки будут иметь размеры  $29 \times 47$  и нести 1363 бита информации, а большие —  $181 \times 293$  и нести 53033 бита информации.

Отношение размеров разверток:

$$47 : 29 = 1.620689...$$

$$293 : 181 = 1.618784...$$

Эти отношения близки “золотому” числу 1.6180339..., как и отмечалось выше.

Малые лемнискаты (в матрице размерностью  $29 \times 47$ ) предлагается использовать для передачи “цифровых позывных”, при этом используя для повышения помехоустойчивости и дальности сигнала

лов относительные методы и многократное повторение элементарных посылок для повышения вероятности их обнаружения в шумах на приеме.

Число элементов (10) не случайно, по замыслу оно должно навести Получателей послания на догадку о значимости десятичной системы исчисления для его Отправителей.

### 2.1. Рисунки элементов радиопослания GWL для цифрового кодирования

Все 10 базовых элементов послания содержат одинаковые изображения лемнискаты Бернулли, в правом “крыле” которой размещены рисунки, а левое оставлено пустым — для ответного заполнения инопланетными получателями земного радиопослания.

Таким образом, предложенная концепция рисунков с заданными размерностями и содержанием определяет формат радиопередач для упрощения расшифровки и налаживания дальнейшего контакта в случае получения ответа.

В прямоугольниках-развертках вверху вписаны арабские цифры натурального ряда от 1 до 10, а внизу дается понятие земного обозначения каждой отдельной цифры в соответствии с порядковыми номерами элементов в передаче.

В элементы послания включены изображения простейших геометрических фигур (отрезки, треугольники, квадраты, спираль) как, вероятно, хорошо знакомые и узнаваемые инопланетными разумными существами. Это представляется необходимым для налаживания взаимопонимания и дальнейшего осмысления ими более сложных понятий и образов, показывающих примеры творческих способностей отправителей. Новым по содержанию является включение репродукций некоторых произведений изобразительного искусства. Очевидно, что любой выбор произведений для кодирования будет спорным. Мы, тем не менее, обосновали именно наш выбор в комментариях.

Основными элементами (по 53033 бита) цифровой части радиопослания GWL являются: 1) “Отрезки в пропорции золотого сечения”, 2) “Золотая пирамида”, 3) “Фрактал кривая Коха”, 4) “Черный квадрат Малевича”, 5) “Человек Леонардо да Винчи”, 6) “Спираль Бернулли”, 7) “Рисунок Вилли Мельникова”, 8) “Знак Инь – Ян”, 9) “Рисунок Эшера”, 10) “Рисунок (или логотип) спонсора” (см. рис.1–10).

В правой части лемнискаты наглядно представлены отрезки в пропорции “золотого” сечения. Представление о равенстве дано рисунком под лемнискатой. Если представители внеземного разума, анализирующие этот рисунок, догадываются измерить длины больших отрезков левой и

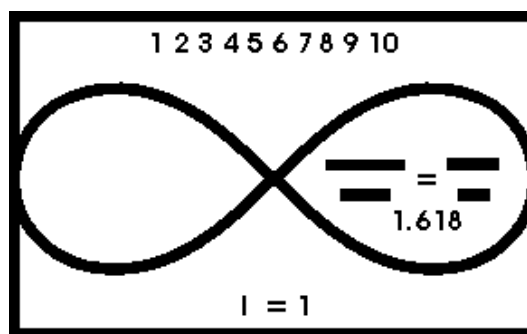


Рис. 1: Отрезки в пропорции золотого сечения.

правой частей, разделяемых знаком равенства, и поделить их на длины меньших, то получат значение “золотого” числа в своей системе исчисления, а также смогут увидеть земное написание золотого числа.

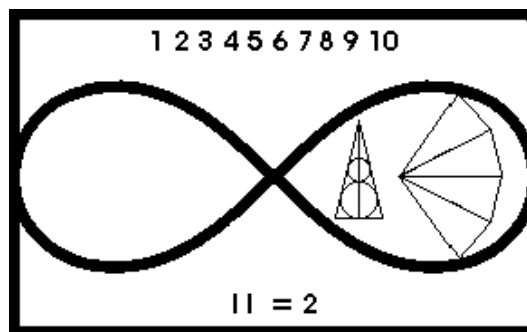


Рис. 2: Золотая пирамида.

Второй элемент на языке геометрии предлагает разумным существам сопоставить свои понятия о треугольнике, окружности, диаметре, “золотом” сечении и “золотом” треугольнике, объемной фигуре пирамиде, представленной здесь золотой пирамидой в развертке на плоскости.

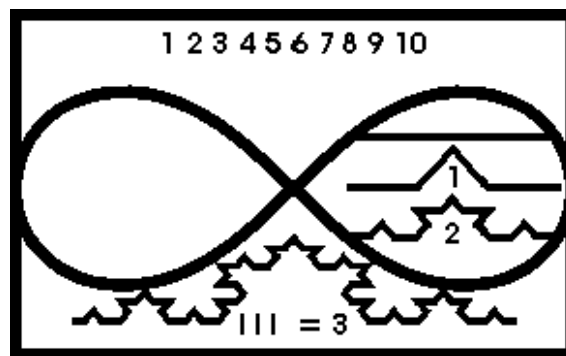


Рис. 3: Фрактал кривая Коха.

Термин “фрактал” был предложен Бенуа Мандельбротом в 1975 году для обозначения нер-

гулярных, самоподобных структур. Рождение фрактальной геометрии принято связывать с выходом в 1977 году его книги “The Fractal Geometry of Nature”. Основанием для включения в передачу фрактала Коха являются простота его кодирования и красота. Это самоподобное множество получило образное название “снежинка Коха” в честь шведского математика Helge von Koch, который впервые описал его в 1904 году. Каждый фрагмент такого геометрически правильного фрактала в точности повторяет всю конструкцию в целом. В лемнискате представлена часть фрактала Коха в трех итерациях.

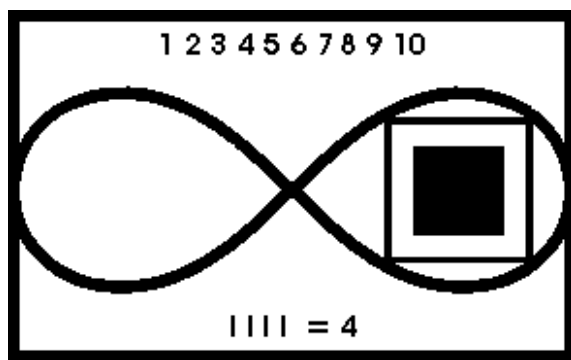


Рис. 4: Черный квадрат Малевича.

“Черный квадрат” — знаменитая картина К. Малевича (1878 – 1935 гг.). Квадрат не составляет проблем для кодирования и является, на наш взгляд, великолепным образцом “разумности сигнала”. Смысл квадрата не так прост и очевиден, он являлся символом, эмблемой пифагорейцев. Число 4 было священным для пифагорейцев: оно представляло собой совершенный квадрат, каждая сторона которого абсолютно идентична остальным. Для школы Пифагора это была эмблема божественного равновесия, выраженного геометрически. “Черный квадрат” К. Малевича — отражение Вселенского Нуля, Небытия, состояния Творческой Идеи (Шахматова, 2001). Черный квадрат, обрамленный лемнискатой — туннель в коллективное бессознательное космических ноосфер!

Леонардо да Винчи (Leonardo da Vinci) (1452-1519 гг.), итальянский живописец, скульптор, учёный, инженер и архитектор. Его считают самым ярким гением эпохи Возрождения.

Пропорция “золотое сечение” свое название получила от Леонардо да Винчи (до него ее называли “божественной пропорцией”), искавшего гармонические отношения в живописи, архитектуре, строении человеческого тела.

Поскольку послание GWL несет в себе информацию о “золотом сечении”, то мы решили вклю-

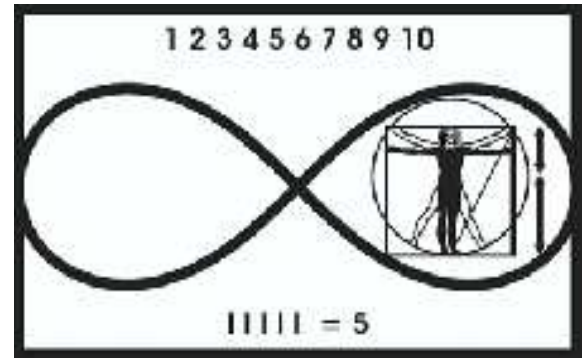


Рис. 5: Человек Леонардо да Винчи.

чить в него построенный на основе “золотой” пропорции знаменитый рисунок человека.

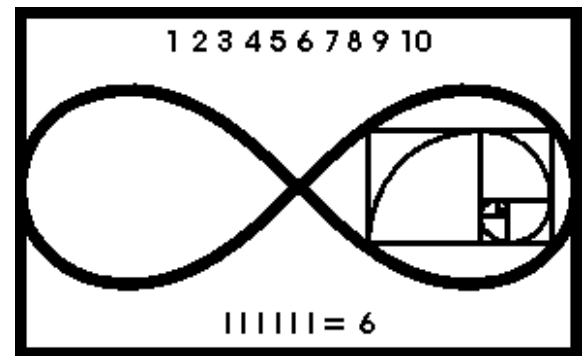


Рис. 6: Спираль Бернулли.

Ее нередко можно найти в природных объектах, например, в морской раковине. 6-й элемент послания содержит в себе две замечательные кривые великого математика Бернулли — лемнискату и спираль — земные символы бесконечности и эволюции жизни и разума.

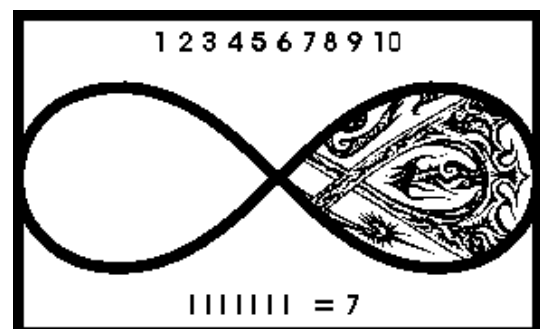


Рис. 7: Рисунок Вилли Мельникова.

Вилли Мельников (родился в 1962 г.) — поэт, фотохудожник, учёный, работает научным сотрудником Института вирусологии РАН. Он владеет в настоящее время 102 языками народов

Земли. И планирует продолжать осваивать новые. Вилли Мельников автор оригинальных поэтических текстов на разных языках включенных в рисунки, называемые им “лингвогобеленами”.

По нашей просьбе Вилли предоставил несколько своих работ для включения в радиопослание GWL. Мы выбрали рисунок, центральная часть которого представлена в правом крыле лемнискаты.

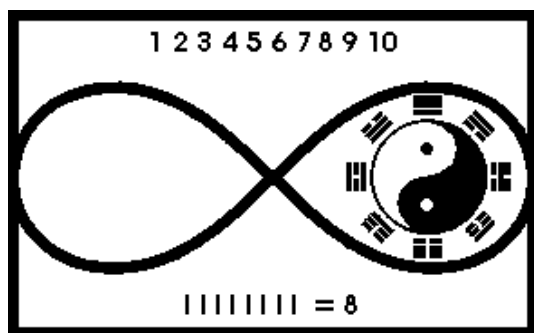


Рис. 8: Знак “Инь – Ян”.

Этот замечательный символ древней “Книги перемен” (“И-Цзин”), содержащий в виде образных символов все представления мыслителей Востока о мире и человеке, с 2001 года летит к звездам в радиопослании “Здравствуй, Галактика!”. Мы снова предлагаем рисунок символа “Инь-Ян” включить в новое звездное радиопослание на следующих основаниях. Китайская классическая “Книга перемен” относится к числу величайших и одновременно наиболее загадочных творений человека. Считается, что она дошла до нас с 29 века до н.э. Символ “Инь-Ян” олицетворяет противопоставление двух символов, двух начал – Инь и Ян. В сочетании с триграммами (черточки вокруг символа) он отражает весь мировой процесс, все чередование ситуаций, происходящее от взаимодействия и борьбы сил света и тьмы, напряжения и податливости, добра и зла, в которых, оказывается, действует и человек. Согласно “Книге Перемен” в мире действуют три космические потенции – Небо, Человек, Земля (Шуц-кий).

Знак “Инь-Ян” будет олицетворять в послании долговременный ценностный элемент культуры огромной части земного человечества.

Морис Корнелиус Эшер (1898-1972 гг.) – выдающийся голландский художник-график. Его творчество раньше других оценили представители естественных наук, математики и психологи.

Для послания выбрана репродукция с гравюры “Небо и вода. I”. Художник пишет об этой работе (Эшер, 2001): “На горизонтально расположенной центральной полосе находятся подобные ры-

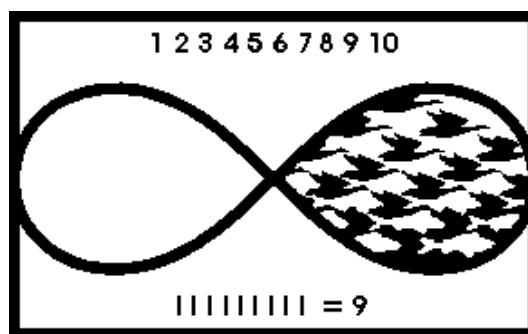


Рис. 9: Рисунок Эшера.

бы и птицы. Поскольку полет обычно ассоциируется с небом, для каждой черной птицы небо, в котором она летит, создано четырьмя окружающими ее белыми рыбами. Рыбы заставляют нас думать о воде, поэтому черные птицы, сомкнувшись вокруг белой рыбы, становятся водой, в которой она плавает”.

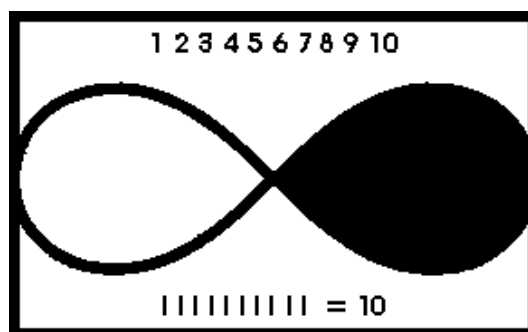


Рис. 10: Рисунок (или логотип) спонсора.

Правое крыло лемнискаты оставлено для рисунка спонсора проекта GWL, который сможет обеспечить его реализацию.

### 3. Технические аспекты реализации межзвездного радиопослания GWL

Для отправки межзвездных радиопосланий внеземным цивилизациям использовались два знаменитых радиолокатора.

Первое радиопослание ВЦ было отправлено в 1974 году с помощью передающей системы радиолокатора Национального астрономического и ионосферного центра США в Аресибо (диаметр неподвижной антенны-сфероида 305 метров, средняя мощность передатчика – 450 кВт, передача проведена на волне 12.6 см). Следующие три радиопослания “Cosmic Call 1999”, “Здравствуй, Галактика! 2001” и “Cosmic Call 2003” были отправ-

лены с помощью передающей системы Евпаторийского планетного радиолокатора (ЕПР) Национального Центра управления и испытания космических систем Украины. Диаметр параболической полноповоротной антенны ЕПР — 70 метров, средняя мощность передатчика до 150 кВт, использовалась волна 6 см.

### 3.1. Частотная модуляция (ЧМ) несущей для передачи сообщения

Для передачи бинарной информации, содержащейся в упомянутых выше радиопосланиях, использовалась частотная модуляция (манипуляция) несущей радиоволны. В Евпатории цифровая информация передавалась со скоростью 100 бит/с путем троичной частотной манипуляции: “0” = (несущая радиоволна — 24 кГц), “1” = (несущая + 24 кГц), “пауза” = “несущая”.

Достоинством манипуляции несущей по частоте передаваемым сообщением является привлекающая внимание на приеме наглядность скачков по частоте, если ВЦ ведет мониторинг звезд (и Солнца) с помощью анализаторов гармонических сигналов (Зайцев, 1999). Недостатком этого метода являются возможные потери информации в передаваемом сообщении, т.к. межзвездная среда не является идеальным каналом, в ней много неоднородностей, приводящих к многолучевости сигнала и другим искажениям.

### 3.2. Повышение помехоустойчивости и дальности сигналов

В работах Петровича (1986, 2003, 2004) разработан “относительный метод передачи сигналов”, позволяющий осуществлять адаптацию систем связи к случайно меняющимся свойствам среды распространения. Показано, что при передаче сигналов во флуктуирующей среде в окрестности передаваемого сигнала всегда существует ограниченная по времени и частоте область — “квадрат стационарности”, в которой коэффициент корреляции между любыми составляющими сигнала, несмотря на их сдвиг по времени или частоте, практически, можно считать равным единице. Конечно, чем быстрее флуктуации свойств среды, тем меньше площадь квадрата стационарности, но он всегда существует (исключая случай бесконечно сильных воздействий на среду). Следовательно, два сигнала, находящиеся в квадрате стационарности, будут искажаться межзвездной средой практически одинаково, а разность параметров этих двух сигналов, заложенная в передаче и несущая полезную информацию, не будет искажаться при распространении.

Методы передачи и приема, основанные на введении опорного сигнала наряду с информационным, использующие наличие квадрата стационарности, — манипуляция на передаче информационного сигнала относительно опорного сигнала и прием путем выявления относительного различия информационного и опорного сигналов, получили название относительных методов. В квадрате стационарности можно разместить, как минимум, два сигнала, несколько сдвинутых по времени или частоте, и использовать их совместно как для “загрузки” информации при передаче, так и для ее “разгрузки” при приеме. Передача и прием с помощью двух носителей создают ряд новых возможностей для модуляции и кодирования. Для обеспечения максимальной дальности в передаче сигналов необходимо применить наиболее помехоустойчивый метод манипуляции. Таким методом является относительная фазовая манипуляция (ОФМ), дающая защиту от помех, близкую к потенциальной. Выдающиеся исследования В.А.Котельникова доказали, что фазовая манипуляция является наилучшим способом передачи двоичных сигналов, а достигаемая при этом потенциальная помехоустойчивость не может быть превзойдена в других известных методах передачи.

Таким образом, наибольшую дальность и помехоустойчивость обеспечивает фазовая манипуляция, а практически ее реализует относительная фазовая манипуляция (ОФМ). ОФМ — метод передачи дискретных сигналов, при котором фаза каждой  $a_i$  посылки на передаче отсчитывается от предшествующей ей фазы  $a_{i-1}$ , а на приеме знак принимаемой  $a_i$ -посылки определяется сравнением фаз каждой  $a_i$ -посылки с фазой посылки  $a_{i-1}$ ; для передачи самой первой посылки  $a_i$  в начале сеанса связи передается одна избыточная посылка для приема первой информационной. При передаче сигналов ОФМ не требуется дополнительный опорный сигнал.

Многочисленные сравнительные испытания ЧМ и ОФМ (Петрович, 1986) показали, что в многолучевом канале ОФМ превосходит по вероятности ошибки ЧМ в пять и более раз. Это является главным аргументом в пользу использования ОФМ для передачи межзвездного радиопослания G.W.L.

Для исключения влияния эффекта Доплера могут быть реализованы две возможности.

Его можно с некоторой точностью компенсировать, если сигнал возвышается над шумами.

Если сигнал тонет в шумах, то компенсация нарушается и даже может произойти захват помехой управления компенсатором. Использование относительной фазовой манипуляции второго порядка (ОФМ-2) позволяет скомпенсировать влия-

ние эффекта Доплера. Для этого обрабатываются на приеме не две соседние посылки, как при ОФМ, а три соседние посылки (и, конечно, соответственно манипулируется сигнал на передаче), что позволяет получить на приеме новое свойство ОФМ: нечувствительность к медленным (по сравнению с длительностью элементарной посылки) случайным колебаниям **фазы и частоты** несущего колебания. Последнее очень важно в связи с большими доплеровскими вариациями частоты из-за движения и передающей, и принимающей планетных систем и их звезд. Таким образом, ОФМ позволяет исключить влияние эффекта Доплера при вычислении разности фаз трех соседних посылок (без снижения скорости) (Петрович, 1986).

В проект межзвездного радиопослания “Золотые крылья лемнискаты” заложена идея в компактной форме показать РАЗУМНОСТЬ посланных этот сигнал. Привлечь внимание на приеме предназначены специальные цифровые позывные, причем, благодаря их компактности, можно МНОГОКРАТНО повторять каждую элементарную посылку и тем самым повысить вероятность её приема. Чтобы обнаружить слабые сигналы землян в шумах, внеземному разуму необходимо использовать принцип их накопления, то есть сложение большого числа элементарных сигналов. Для этого необходимо многократно повторять передачу каждого элементарного сигнала, что позволит при приеме с помощью инопланетного аналога Фурье-анализа, обрабатывая большие куски смеси сигнала и шума, выделить периодический процесс, частоту повторения передачи и реализовать их изучение с помощью суммирования.

Перевод мощных передатчиков из режима ЧМ в режим ОФМ не вызывает трудностей. Если входные двоичные сигналы перекодировать по относительному методу (перемножение входных соседних посылок), то передатчик может работать почти в том же режиме ЧМ, но при посылке ДА излучается фаза несущего колебания  $\phi$ , при посылке НЕТ фаза ( $\phi + 180^\circ$ ), а на приеме в этом случае сравнение соседних посылок может проводиться сразу после их детектирования. Для детектирования сигналов ОФМ требуется лишь элемент памяти (для совмещения соседних посылок во времени) и нелинейный детекторный элемент с фильтром.

Достоинством метода ОФМ является повышение помехоустойчивости и дальности позывных сигналов радиопослания GWL. Повторение элементарных посылок для их обнаружения в шумах в целом приведет к увеличению стоимости трансляции межзвездного радиопослания. Однако если позывные сигналы выполнят свою миссию и помогут принять основное сообщение, то эти затраты будут оправданы.

Нельзя исключить использование ВЦ при отправке сигналов обитателям других звезд относительных методов передачи (для адаптации к изменениям свойств среды) и многократного повторения элементарных посылок (для обнаружения их в превышающих сигнал шумах). Это следует иметь в виду при поиске сигналов ВЦ землянами.

### 3.3. Структура радиопослания GWL

Предполагается формировать межзвездное радиопослание “Золотые крылья лемнискаты” из трех частей: передачи позывных (двух видов); цифровой информации (основного содержания); аналоговой информации (музыкального произведения).

Подобная трехсекционная структура впервые была предложена А.Л.Зайцевым в 2000 году и реализована в первом детском радиопослании “Здравствуй, Галактика! 2001”, которое имело 3 части: 1) когерентный зондирующий сигнал с несущей частотой 5010.024 МГц и доплеровской поправкой за движение Земли, 2) аналоговый сигнал (терменвокс-концерт), 3) цифровую информацию (рисунок, текст и словарь образов).

Следует отметить, что десятиминутное излучение зондирующего сигнала (несущей) радиопослания “Здравствуй, Галактика! 2001” предполагалось важным для диагностики межзвездной среды принимающей стороной, а в проекте GWL первая часть содержит позывные и несет информацию о “золотом” числе.

#### 3.3.1. Позывные

Основное содержание межзвездного радиопослания GWL предлагается предварить передачей двух видов позывных: зондирующих и цифровых.

##### *Зондирующие позывные*

При передаче радиопослания GWL предлагается послать сначала непрерывный зондирующий сигнал длительностью 411 секунд, и после минутной паузы повторить его разделенным на 4 части с длительностями и паузами в пропорциях золотого сечения. Промежуток в 411 секунд оптимально разбивается на интервалы передачи зондирующих позывных и паузы в отношении, близком к “золотой” пропорции  $1.62$  ( $\tau_{c1}:\tau_{c2} = \tau_{c3}:\tau_{c4}$  и  $\tau_{п1}:\tau_{п2} = \tau_{п3}:\tau_{п4}$ ), где  $\tau_{ci}$  и  $\tau_{pi}$  — продолжительность периодов передачи и пауз, соответственно ( $i=1, 2, 3, 4$ ).

Прием всей серии зондирующих позывных, разделенных паузами, и их анализ может помочь прийти к догадке о существовании золотой пропорции и о ее важности для отправителей послания, а также обнаружить подсказку — необходи-

мость использования числа 1.62 для раскодирования всей последующей цифровой информации.

В случае лишь частичного приема зондирующих позывных догадка об искусственности сигналов укрепит прием цифровых позывных, защищенных при передаче методом ОФМ и также несущих в себе подсказку, облегчающую преобразование основной цифровой части радиопослания в картинку с изображениями.

#### *Цифровые позывные*

Цифровой позывной в радиопослании GWL — это поток информации относительно небольшого объема в 1363 бита, прямоугольная развертка которого состоит из простых чисел  $29 \times 47$  (тоже находящихся примерно в золотом соотношении) и содержит изображение лемнискаты с квадратом в “золотом” прямоугольнике (рис. 11).

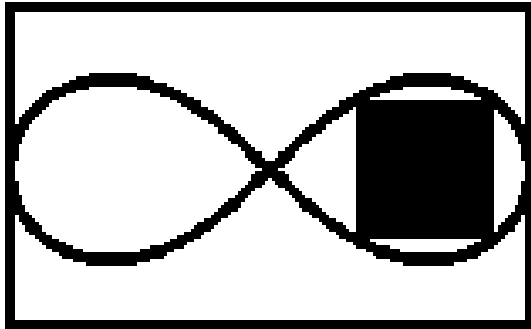


Рис.11: Цифровой позывной.

Для помехоустойчивости сигнала предлагается использовать принцип Н. Т. Петровича, т.е. передавать каждый бит изображения много раз подряд, например, 100 раз со скоростью 500 бит/сек (передача одной картинке займет 4 минуты 32 секунды).

После завершения передачи цифровых позывных начинается передача основной части послания, состоящей из десяти различных рисунков, описанных выше, каждый из которых изображен с помощью матрицы  $181 \times 293$  (рис.1-10).

Завершить межзвездное радиопослание GWL предлагается передачей одного из музыкальных произведений, исполненного на терменвоксе. Музыкальные произведения впервые транслировались внеземным цивилизациям в 2001 году при передаче ЕПР-70 радиопослания “Здравствуй, Галактика!”

Мы выбрали для передачи “Лебедя” Камилла Сен-Санса. В рамках подготовки эксперимента и испытания сопряжения аппаратуры предлагается провести сеанс тестовой радиолокации Луны с использованием одного из десяти рисунков.

Идея отправить тестовый сигнал к Луне обсуждалась уже при подготовке радиопослания

“Здравствуй, Галактика!” в 2001 году. Но тогда по некоторым причинам не удалось осуществить задуманное. Отправленный на Луну сигнал примерно через 1.3 секунды достигнет ее поверхности и, отразившись, будет принят радиолокатором РТ-70 и дешифрован. Кроме обработки технических задач, эксперимент может привлечь внимание пользователей Интернета (в том числе молодежь) к проекту GWL, пробудить интерес к проблеме SETI.

#### *3.3.2. О дальнейшем развитии метода передачи межзвездных радиопосланий*

Возможны следующие усовершенствования системы передачи межзвездного радиопослания GWL:

- Для облегчения понимания инопланетянами матричного строения передаваемых картинок можно применить чередование несущих частот — нечетные строки каждой матрицы передаются на одной несущей частоте  $f_1$ , а четные строки на несколько смещенной  $f_2$ , внутри же каждой строки двоичные сигналы передаются с помощью относительной фазовой манипуляции.

- Для увеличения дальности связи  $R_x$ , ограниченной флуктуационными шумами, которая растет, к сожалению, всего лишь пропорционально корню четвертой степени из числа повторений  $N$  каждой из посылок, можно, тем не менее, увеличивать число повторений. Так, при  $N = 1000$  дальность связи возрастает более чем в пять раз!

- Применить относительную фазовую манипуляцию второго порядка (ОФМ-2), что позволит снизить влияние эффекта Доплера (Петрович, 2003).

- Для повышения шансов на обнаружение и прием инопланетянами сигналов можно позывные в начале сеанса передачи посылать трижды, но с использованием разных методов модуляции: амплитудной (АМ), частотной (ЧМ) и относительной фазовой (ОФМ).

Если же энергетические и материальные ресурсы будут достаточно велики, то в будущем можно и все послание передавать трижды, с помощью АМ, ЧМ, ОФМ.

## **4. Звезды-адресаты для радиопослания GWL**

Один из важнейших вопросов, с которым сталкиваются все разработчики проектов межзвездных



Таблица 1: Звезды-кандидаты в адресаты радиопослания *GWL*

Номер	HD	Спектр	Светимость (Lsol)	Возраст (млрд.лет)	Расстояние (парсек)	Созвездие
1	115617	G5V V	0.80	6.3; 12.3	8.5	Дева (61 Vir)
2	172051	G5 V	0.66	3.9; 6	13	Стрелец
3	182488	G8 V	0.60	4.5; 10.5	15.5	Лира
4	122742	G8 V	0.74	4; 6.6	16.6	Волопас
5	50692	G0 V	1.23	5	17.3	Близнецы (37 Gem)
6	157347	G5 V	1	5	19.5	Змееносец
7	9407	G6 V	0.94	6.5; 5.6	21	Кассиопея
8	71148	G5 V	1.25	5	21.8	Рысь
9	1461	G0 V	1.25	5.8; 7.8	23.4	Кит

радиопосланий — это выбор звезд-адресатов.

Очевидно, что до факта открытия мест обитания в Галактике высокоразвитых цивилизаций, любой выбор звезд или других космических объектов в качестве адресатов будет носить вероятностный характер, однако, повышающий шансы на успех в случае удачно подобранных критериев этого выбора.

В табл.1 приведен список 9 звезд, подходящих по своим характеристикам на роль кандидатов в адресаты по критерию из работы Филипповой (2003). Их спектральные классы лежат в интервале G0V — G8V, светимости в пределах 0.60 — 1.5 солнечной, возраст — от 4 до 7–10 млрд.лет. Семь звезд находятся в радиусе 70-ти световых лет от Солнца. Но с учетом “дальнобойности” и помехозащищенности сигналов при использовании метода ОФМ Петровича возможна передача и в адрес некоторых из более далеких звезд. Например, по направлению к солнцеподобной и близэклиптической звезде HD 1461 (G0 V, 23.4 пк) из созвездия Кита, удаленной на 76 световых лет. Для некоторых звезд приведены оценки возраста Валенти и Фишера (2005); Нордстрема и др. (2004). В окончательном варианте список звезд-адресатов будет сформирован непосредственно перед сеансами передачи межзвездного радиопослания *GWL*.

## Список литературы

- Валенти, Фишер (Valenti J.A., Fischer D.A.), 2005, *ApJS*, **159**, 141
- Гиндилис Л.М., 2002, Сигнал отправлен: первое детское радиопослание внеземным цивилизациям. Ж. “Земля и Вселенная”, No 5, 82
- Зайцев А.Л., 1999, Информационный бюллетень SETI, Москва, No 15, 31 <http://www.cplire.ru/win/ra&sr/article1.html>
- Зайцев А.Л., 2003, Вестник SETI, Москва No 5/22-6/23, 4 <http://www.cplire.ru/rus/ra&sr/index.html>
- Лефевр В.А., 1996, Космический субъект. М.: Инсти-

- тут психологии РАН, Ин-кварти
- Нордстрем и др. (Nordstrom B., Mayor M., Andersen J., Holmberg J., Jorgensen B.R., Olsen E.N., Udry S., Mowlavi N.), 2004, *A&A*, **419**, 989
- Петрович Н.Т., 2003, Относительные методы передачи информации. М.: Книга
- Петрович Н.Т., 2004, Два препятствия на пути радио-контакта между звездами. *Электросвязь*, No 8
- Петрович Н.Т., 1986, Межзвездная радиосвязь с помощью относительных методов передачи сигналов. Сб.: Проблема поиска жизни во Вселенной. М.: Наука
- Построение золотой спирали Бернулли <http://school.ort.spb.ru/library/thinkquest98/ru/story1/page4/bernoul.htm>
- Филиппов В.В., Петрович Н.Т., Филиппова Л.Н., 2005, Проект межзвездного радиопослания “Золотые крылья лемнискаты”. Повышение помехоустойчивости и дальности сигналов землян относительно методами и повторением элементарных посылок для обнаружения их в шумах. Труды НТОРЭС им. А.С.Попова. Вып. LX-2. Москва
- Филиппова Л.Н., 2003, Выбор звезд-адресатов для первого детского радиопослания внеземным цивилизациям. Московский открытый проект “Здравствуй, Галактика!” Труды школы-семинара. Евпатория, август-сентябрь 2001 год. Выпуск 1. 2-е изд-е МГДД(Ю)Т. Москва
- Шевелев И.Ш., 2000, Метаязык живой природы. Научное издание. М.: Воскресенье
- Шахматова Е.В., 2001, *Дельфис*, No 3 (27), 108
- Шуцкий Ю.К., Китайская классическая “Книга перемен”. Мн.: Харвест, 1999, 752 с. (Классическая философская мысль)
- Эшер М.К., 2001, Графика. Изд. Арт-Родник

A SETI correspondent helps us to discover their signals, lost in the noise of our receivers (A working hypothesis) N.T.Petrovich Moscow Technical University of Telecommunications and Informatics, Moscow, Russia *Astrophysics and Space Science*, 1997, **252**, 55 <http://lnfm1.sai.msu.ru/SETI/koi/articles/petr.html>