

ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЕ ОСВОЕНИЕ КОСМОСА

А. Л. Зайцев

ИРЭ им. В. А. Котельникова РАН, Фрязинский филиал

Получена 4 мая 2010 г.

Аннотация. Различают три источника сведений о Вселенной, получаемых с помощью электромагнитных волн: (1) **наблюдения**, когда осуществляется приём и анализ собственного или рассеянного излучения небесных тел, (2) **зондирование**, составляющее экспериментальную основу радиолокационной астрономии и радиопросвечивания, и (3) **радиосообщения**, которые могут представлять собой либо телеметрию с земных космических аппаратов, либо, в случае успеха поисков по программам SETI, – искусственные сигналы внеземных цивилизаций. Оставляя в стороне классическую наблюдательную астрономию (1), ниже рассматривается информационный продукт «Электромагнитного освоения космоса» – источники (2) и (3).

Ключевые слова: радиолокация околоземных объектов, внеземные цивилизации, SETI, METI, освоение космоса.

Наряду с традиционными методами, основанными на запусках ракет, выводящих в космос пилотируемые или автоматические аппараты, его освоение возможно также с помощью мощных потоков электромагнитного излучения (ЭМИ). В этом случае обеспечивается максимально быстрая диагностика околоземного космического пространства, что особенно важно для оперативного выявления среди множества открываемых астероидов и комет потенциально опасных объектов, а также, открываются перспективы освоения далеких миров за пределами Солнечной системы.

Обращение к ЭМИ для освоения Космоса становится понятным, если проанализировать скорость освоения пространства традиционными методами, рис. 1, [1], (крайняя левая точка – скорость фаэтона). Скачок в скорости, имевший место при запуске 1-го искусственного спутника Земли, в обозримом будущем так и останется единственным, – ведь за прошедшие более чем полвека, эта скорость увеличилась весьма незначительно. Сейчас она не превышает 0,005% от скорости света. Никаких, заслуживающих внимания, идей, а уж, тем более, реализуемых проектов качественно более быстрых космических систем, могущих придти на смену нынешним ракетам, пока не имеется.

Скорость освоения пространства

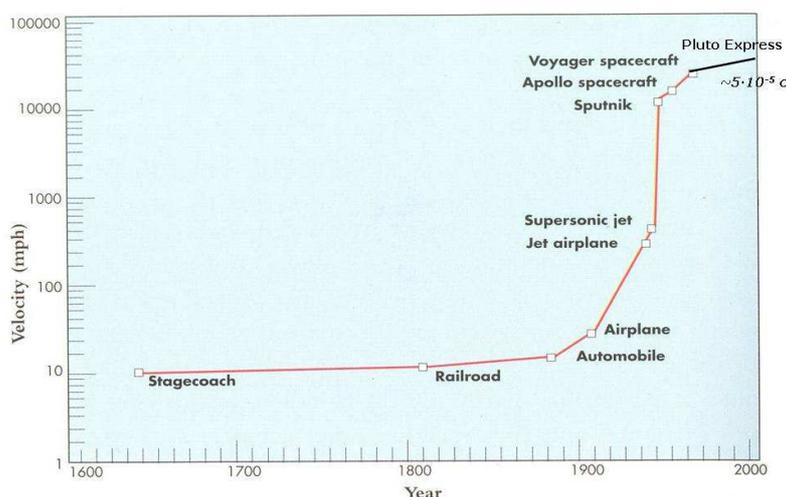


Рис.1.

На заре космической эры, когда казалось, – еще немного, и «...на Марсе будут яблони цвести...», не было недостатка во всякого рода прогнозах относительно темпов освоения космоса. Сейчас эти прогнозы выглядят наивными, а тогда воспринимались вполне серьезно. Упомянем лишь некоторые из них, [2]:

- В 1974 г. известный специалист NASA К. Эрике полагал, что после 1985 г. будет введена в строй орбитальная станция на 25-100 человек;

- В начале 70-х годов в качестве проектов ближайшего будущего рассматривалось строительство 90-метрового орбитального радиотелескопа субмиллиметрового диапазона;

- Прогноз 1975 года: к 2000 году будет введена в строй солнечная электростанция на геостационарной орбите со сроком эксплуатации 30 лет, с площадью солнечных батарей 45 км² и мощностью 5 млн. кВт;

- Аналогичные прогнозы были связаны с полетом человека на Марс, ядерными ракетными двигателями и т. д.

Основная причина неуёмных космических амбиций и, как следствие, несбывшихся прогнозов – наивная вера в *«безграничные возможности Разума»*, которые, на самом деле, вовсе не безграничны из-за ограниченности, в первую очередь, материальных и экологических ресурсов Земли. Итоги полувекового освоения космоса, а именно, максимальная дальность от Земли (в световых единицах), подводятся в Таблице 1, где для сопоставления приведены также размеры Галактики и расстояние до туманности Андромеды.

Таблица 1. Итоги полувекового освоения космоса

Наименование	Дальность
Пилотируемые полёты (Россия)	1 св. мсек
Пилотируемые полёты (США)	1 св. сек
Межпланетные станции (Россия)	200 св. сек
Межпланетные станции (США)	15 св. час
Ближайшая звезда	4 св. года
Радиопослание «Cosmic Call»	10 св. лет
Радиопослание «Arecibo Message»	35 св. лет
Размеры Галактики	10 ⁵ св. лет
Ближайшая галактика	2×10 ⁶ св. лет

Обращает на себя внимание, во-первых, колоссальная разница между расстоянием до максимально удаленного космического аппарата и расстоянием до ближайшей звезды, которое, в свою очередь, совершенно ничтожно по сравнению с размерами нашей Галактики и тем более, с расстоянием до её ближайшей соседки – туманности Андромеды. А, во-вторых, тот факт, что единственными «рукотворными» зондами, способными при современном уровне технологии преодолеть межзвездные расстояния и «дотянуться до звёзд», являются радиопослания.

Следует отметить, что исторически электромагнитные волны традиционно опережали материальные космические зонды, что наглядно продемонстрировано в Таблице 2.

Таблица 2. Хронология «Электромагнитные волны – Космические зонды (КЗ)»

Объект	ЭМ-волны	КЗ
Луна	1947	1959
Венера	1961	1962
Астероид	1968	1992
Кольца Сатурна	1973	1977
Спутники Юпитера	1974	1974
Комета	1980	1986
Альфа Центавра	1978	???

Зондирующие радиолокационные сигналы впервые достигли Луны и после отражения от неё были успешно обнаружены в 1947 году, а первый космический зонд достиг Луны в 1959 году. Аналогичная ситуация имела место и для других небесных тел. Что касается ближайшей звезды, то расстояние до неё первое межзвёздное радиопослание (МРП) «Arecibo Message», отправленное в 1974 году к звёздному скоплению М13, преодолело бы в 1978 году. Относительно же того, когда обычный космический зонд сможет достичь ближайшей звезды и, главное,

как его сделать, в настоящее время нет абсолютно никаких конкретных идей и наработок.

Характеризуя потенциальные возможности межзвёздных радиопосланий, отметим, что в радиусе 10 световых лет от Земли, а именно столько лет прошло с момента передачи МРП «Cosmic Call», находится 10 звездных систем (или 15 звезд). А в радиусе 35 световых лет, отделяющих нас от момента старта МРП «Arecibo Message» – уже 350 звездных систем, рис. 2.

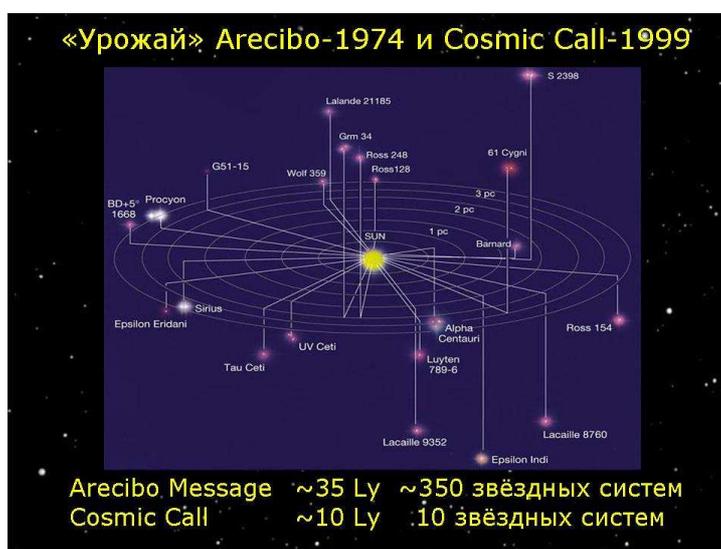


Рис.2.

В настоящее время различают (в числе прочих) три основных направления электромагнитного освоения космоса:

- 1) Радиолокация малых тел Солнечной системы;
- 2) Синтез и передача межзвёздных радиопосланий;
- 3) Разработка систем электромагнитного освоения космоса.

Кратко остановимся на каждом из них. Вычленение из всей совокупности объектов Солнечной системы именно малых тел связано с тем, что большие планеты, количество которых невелико, гораздо успешнее осваиваются

традиционными АМС (автоматическими межпланетными станциями). А ко всем малым телам, общее количество которых (речь идет об известных объектах) уже сейчас перевалило за 200 тысяч [3], АМС не отправишь. Кроме того, на разработку и создание АМС уходят многие годы, что исключает их оперативное использование в отношении новых астероидов и комет, могущих быть потенциально опасными. Именно поэтому радиолокация так эффективна применительно к постоянно увеличивающемуся множеству малых тел Солнечной системы. Здесь наиболее значительными отечественными достижениями являются:

- 1) 1992 год – первая вне США радиолокация астероида (4179 Таутатис);
- 2) 1995 год – первая межконтинентальная радиолокация небесного тела (6189 Голевка);
- 3) 2001 год – первая двухчастотная радиолокация астероида (астероид 33342 (1998 WT24)).

Два из них фигурируют также и в перечне NASA «Asteroid Radar Highlights», [4]:

- ✓ 1992 first international radar experiment: Evpatoria => Effelsberg (4179 *Toutatis*);
- ✓ 1995 first intercontinental radar observations: Goldstone => Evpatoria (6189 *Golevka*).

Дальнейший прогресс в радиолокации небесных тел связан с разработкой и созданием первого российского инструмента, поскольку радар в Евпатории, введённый в строй в 1982 году, морально и физически устарел и нуждается в существенной модернизации. Однако, по понятным причинам, этот «зарубежный» радар практически невозможно модернизировать на средства Роскосмоса.

Отметим, что в США в настоящее время радиолокация астероидов и комет находится на подъёме, о чем красноречиво свидетельствует заимствованный из [5] график, (рис. 3).

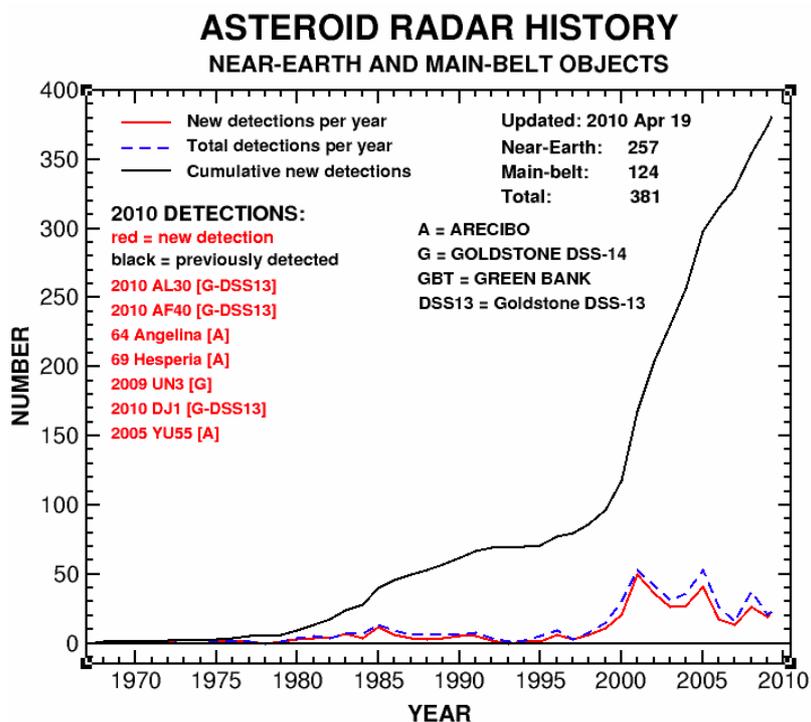


Рис.3.

Следующее из перечисленных выше направлений – синтез и передача межзвездных радиопосланий (МРП). Реализуемость проектов МЕТІ (Messaging to Extra-Terrestrial Intelligence = Передача посланий внеземным цивилизациям) обусловлена двумя основными соображениями:

- открытием в 1995 году швейцарскими астрономами Майором и Квелоцем первой экзопланеты – планеты у другой, нежели Солнце, звезды, что позволило перевести МЕТІ в предметную плоскость, указав в качестве адресатов окрестные звёзды солнечного типа;
- наличием на Земле трёх радиолокационных телескопов, обеспечивающих передачу информации на межзвездные расстояния.

Так, радиолокационный телескоп в Аресибо, Пуэрто-Рико обеспечивает скорость 1000 бит/сек, планетный радиолокатор в Голдстоуне, Калифорния – 550 бит/сек, а планетный радиолокатор под Евпаторией, Крым – 60 бит/сек. (Оценки сделаны для С/Ш ~30 при дальности 70 св. лет и исходя из предположения о наличии «ТАМ», на приёмной стороне, антенной системы с добротностью ~50.000 m^2/K).

С научной точки зрения, обоснованность МЕТІ гарантирована Меморандумом Всероссийской конференции ««Горизонты астрономии и SETI» (САО РАН, Нижний Архыз, 25-30.09.2005), пятый пункт которого, в частности, гласит:

«Конференция считает первоочередными задачами и рекомендует:

5. Поддержать проведение работ по программе МЕТІ (где Россия является лидером) как неотъемлемой части программы SETI. Активизировать международную деятельность по доказательству безопасности МЕТІ», [6].

К настоящему времени, как известно, синтезировано всего пять МРП, которые отправлены к 14-ти звездам солнечного типа и одному звёздному скоплению, рис. 4.



Рис.4.

Некоторые параметры отправленных МРП содержатся в Таблице 3. В нижней строке – излученная энергия, в мегаджоулях, от величины которой, при прочих равных условиях, зависит дальность обнаружения наших радиопосланий.

Таблица 3. Переданные межзвёздные радиопослания

Имя	Arecibo Message	Cosmic Call 1	Teen Age Message	Cosmic Call 2	A Message From Earth
Год	1974	1999	2001	2003	2008
Вид МРП	Первое (цифровое)	Первое многостраничное	Первое аналоговое и цифровое	Первое интернациональное	Первое коллективное
Авторы	Drake, Issaacman, Sagan, et al	Chafer, Dutil, Braastad, Zaitsev, et al	Пшеничнер, Гиндилис, Зайцев, и др.	Chafer, Dutil, Braastad, Zaitsev, et al	Madget, Dickelman Zaitsev, et al
Радар	Аресибо	Евпатория	Евпатория	Евпатория	Евпатория
Сеансы	1	4	6	5	1
T, мин	3	960	366	900	270
E, МДж	83	8640	2200	8100	1620

Более полная информация о содержании и адресатах отправленных МРП систематизирована в категории «Interstellar Messages» английской версии Интернет-энциклопедии Wiki, [7]. С сожалением, следует отметить, что в последние годы появляются также проекты лже-METI («Pseudo-METI»), когда крупнейшие, 70-м антенны сети дальней космической связи НАСА, США, расположенные в Робледо, Испания и в окрестностях Канберры, Австралия, используются для организации шоу, имитирующих научно-обоснованные проекты, [8, 9]. Но, с другой стороны, наличие имитаций и пародий, например [10], свидетельствует также и о растущей популярности самого METI, которое можно уже рассматривать как новое социальное явление, постепенно становящееся достоянием нашего планетарного сознания. Можно предположить, что причиной Молчания Вселенной, в частности, может быть отмеченное выше явление, когда возникающая у цивилизаций потребность к общению с «братьями

по Разуму», удовлетворяется таким неестественным и суррогатным, лже-МЕТІ, способом,

Переходя к третьему направлению: «Разработка систем электромагнитного освоения Космоса», отметим, что всего было создано три отечественных радиосистемы и сейчас начата разработка четвертой. Их основу составляли антенны АДУ-1000 и П-2500, рис. 5.



Рис.5.

Некоторые из параметров отечественных радиосистем приведены в Таблице 4.

Таблица 4. Поколения отечественных систем радиолокационной астрономии

Пункт	Год	λ , см	Антенна	ЭП, дБ
Евпатория	1960	39	АДУ-1000	99,7
Евпатория	1978	39	П-2500	112,3
Евпатория	1982	6	П-2500	118,5
Уссурийск	~ 2012	4	П-2500	128,9

Антенна АДУ-1000 представляет собой решетку из восьми 16-метровых параболоидов, П-2500 – параболоид диаметром 70 м. Энергетический потенциал ЭП (правая колонка Таблицы 4) определялся как произведение средней мощности передатчика и эффективных площадей передающей и приёмной антенн, деленное

на суммарную шумовую температуру приёмной системы и длину волны в степени 1,5. В основу проектируемого Уссурийского радара положены Технические предложения, изложенные в [11]. Представляется важным отметить следующее обстоятельство – если три предыдущих отечественных радара имели лишь один штатный режим работы: «Радиолокация планет», то в проекте Уссурийского радара планируется предусмотреть 4 штатных режима:

- Радиолокация планет;
- Радиолокация околоземных астероидов и планет;
- Радиолокация космического мусора;
- Передача межзвёздных радиопосланий.

В заключение отметим, что на сайте Фрязинского филиала ИРЭ им. В. А. Котельникова РАН есть периодически обновляемая веб-страница «Электромагнитное освоение космоса», [12], где можно найти дополнительные материалы по теме данной статьи.

ЛИТЕРАТУРА

1. Carl Sagan. Cosmos. Random House, New York, 1980,
[http://en.wikipedia.org/wiki/Cosmos_\(book\)](http://en.wikipedia.org/wiki/Cosmos_(book))
2. А. Д. Панов. Наука, эволюция, ресурсы,
<http://lnfm1.sai.msu.ru/SETI/koi/articles/Panov-Science-2009.pdf>
3. IAU Minor Planet Center, <http://www.cfa.harvard.edu/iau/mpc.html>
4. «Asteroid Radar Highlights»,
http://echo.jpl.nasa.gov/asteroids/asteroid_radar_highlights.txt
5. «Asteroid Radar History»,
http://echo.jpl.nasa.gov/~lance/radar_detected_neas_summary/asteroid.radar.history.tiff
6. Меморандум конференции «Горизонты астрономии и SETI»,
<http://w0.sao.ru/hq/slkom/seti>
7. Категория «Interstellar Messages»,
http://en.wikipedia.org/wiki/Category:Interstellar_messages

8. «Across the Universe»,
[http://en.wikipedia.org/wiki/Across_the_Universe_\(message\)](http://en.wikipedia.org/wiki/Across_the_Universe_(message))
9. «Hello From Earth», http://en.wikipedia.org/wiki/Hello_From_Earth
10. «Sent Forever», <http://www.sentforever.com>
11. О. Н. Ржига и А. Л. Зайцев. Уссурийский планетно-астероидный радиолокатор. Технические предложения. РНИИ КП, 2007,
http://fire.relarn.ru/126/docs/planetary_radar.pdf . См. также: Глава 6 в монографии «Радиотехнические комплексы для управления дальними космическими аппаратами и для научных исследований», Москва, Физматлит, 2007.
12. «Электромагнитное освоение Космоса»,
<http://fire.relarn.ru/index.htm?main=126/activity.htm>