

Возможен ли звездолет с двигателем,  
основанным на использовании черной дыры?

Луис Крейн, Шоун Вестморленд.

arXiv:0908.1803v1 [gr-qc]

# FQXi - Foundational Questions Institute

(<http://fqxi.org>)

---

Yakir Aharonov  
Alan Guth  
Andrei Linde  
Roger Penrose  
Martin Rees  
Lee Smolin  
Gerard t'Hooft  
Steven Weinberg  
Frank Wilczek

.....  
.....

Основан в ~2005 г.

Конкурсы статей:

2008 — The Nature of Time

2009 — What's Ultimately Possible in Physics?

---

**2009 Winner (First Prize):**

**Louis Crane. *Stardrives and Spinoza***

# Хокинговское излучение черной дыры как источник реактивной тяги

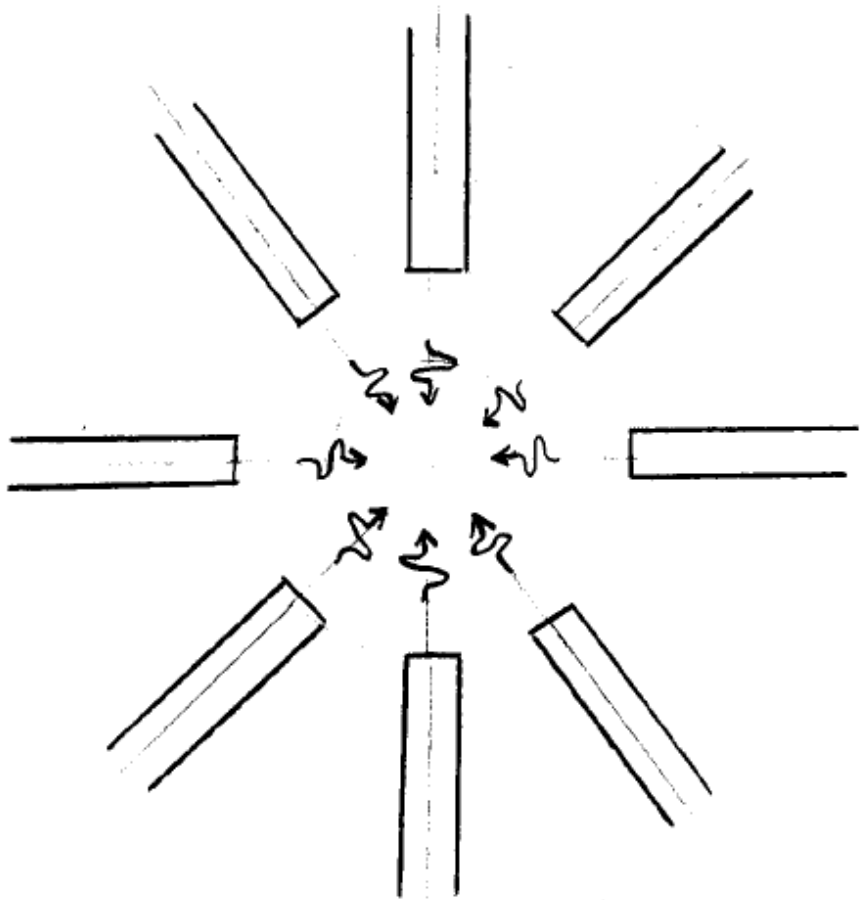
1. Почти 100% массы «рабочего тела» (ЧД) переводится в энергию (как у фотонно-аннигиляционного двигателя)
2. Удельный импульс соответствует скорости света (как у фотонно-аннигиляционного двигателя)
3. Нет энергетических затрат, связанных с наработкой антивещества (в отличие от фотонно-аннигиляционного двигателя)
4. Нет проблемы удержания антивещества строго изолированно от обычного вещества (в отличие от фотонно-аннигиляционного двигателя)

# Физика испарения черных микродыр

$$P = \frac{af(T)}{R^2} \quad a = 1.06 \cdot 10^{20} \text{ Вт м}^2$$

$R$ (am)	$M$ (Mt)	$kT$ (GeV)	$f(T)$	$P$ (PW)	$P/c^2$ (g/sec)	$L$ (yrs)
0.16	0.108	98.1	13.3	5519	61400	$\lesssim 0.04$
0.3	0.202	52.3	13.0	1527	17000	$\lesssim 0.12$
0.6	0.404	26.2	12.5	367	4090	1
0.9	0.606	17.4	12.2	160	1780	3.5
1.0	0.673	15.7	12.1	129	1430	5
1.5	1.01	10.5	11.9	56.2	626	16 – 17
2.0	1.35	7.85	11.8	31.3	348	39 – 41
2.5	1.68	6.28	11.7	19.8	221	75 – 80
2.6	1.75	6.04	11.7	18.3	204	85 – 91
2.7	1.82	5.82	11.7	16.9	189	95 – 102
2.8	1.89	5.61	11.6	15.7	175	106 – 114
2.9	1.95	5.41	11.6	14.6	163	118 – 127
3.0	2.02	5.23	11.6	13.7	152	130 – 140
5.8	3.91	2.71	11.1	3.50	38.9	941 – 1060
5.9	3.97	2.66	11.1	3.37	37.5	991 – 1117
6.0	4.04	2.62	11.1	3.26	36.2	1042 – 1177
6.9	4.65	2.28	10.9	2.43	27.1	1585 – 1814
7.0	4.71	2.24	10.9	2.36	26.2	1655 – 1897
10.0	6.73	1.57	10.5	1.11	12.3	4824 – 5763

# Как сделать черную микродыру ( $M \sim 10^6$ тонн)?



## Энергетика:

Квадратная солнечная батарея размером несколько сотен километров, находящаяся на круговой орбите высотой 1млн километров над Солнцем собирает необходимую энергию примерно за 1 год.

## Концентрация энергии в области размером $\sim 10^{-16}$ см:

Гамма-лазеры с энергией  $\sim 10$  ГэВ

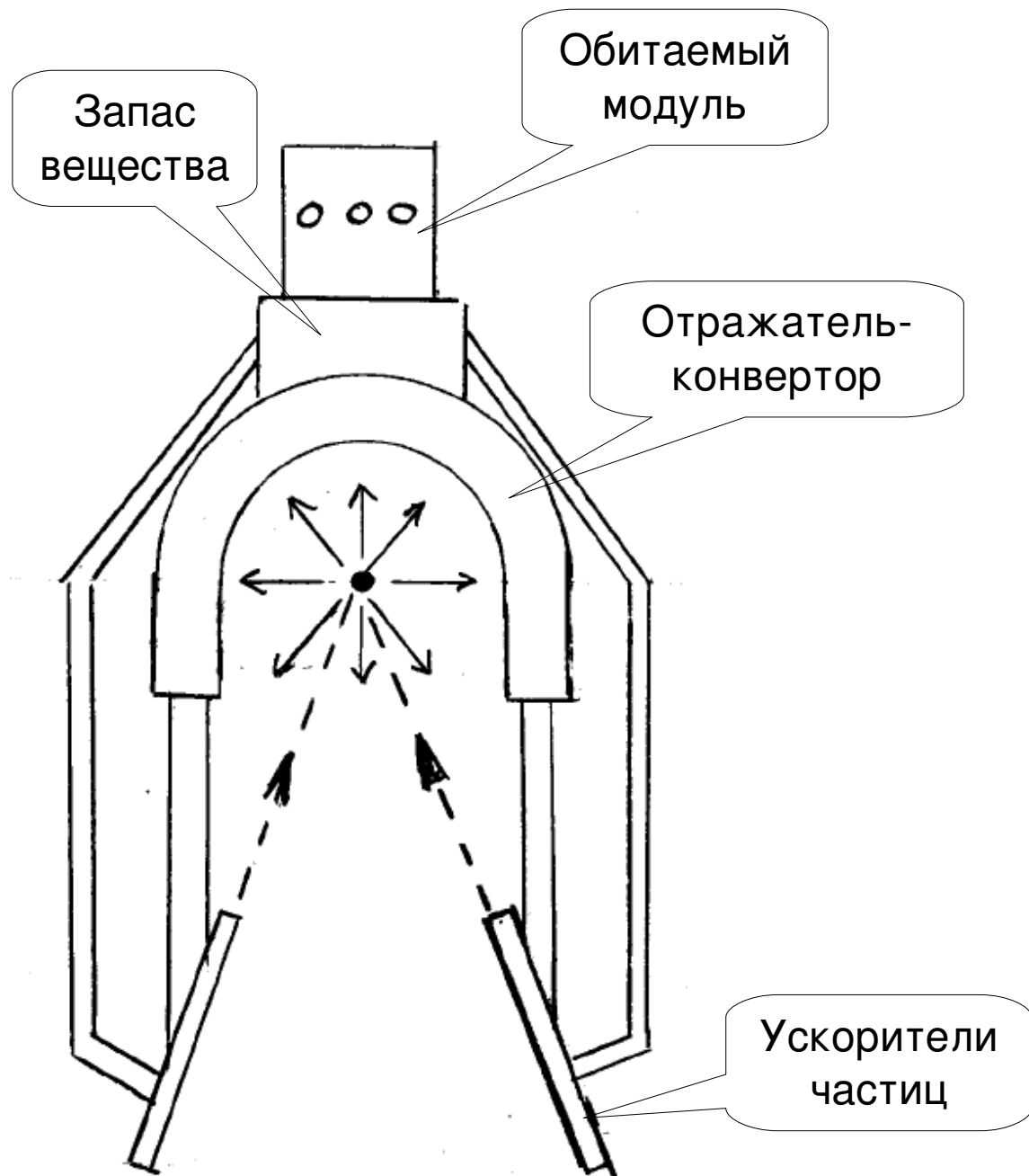
Физика коллапса электромагнитного излучения **неизвестна.**

**Это задача на будущее.**

Масса всей установки на низкой околосолнечной орбите  $\sim 10^{10}$  тонн  
10-3массы рабочего тела переводится в э.м. импульс. Установка в 10 тяжелее рабочего тела.

**Естественные ресурсы Солнечной системы не ограничивают!**

# Как создать тягу для звездолета?



## Требования к конструкции:

1. Создание направленной тяги
2. Ускорение черной дыры как у звездолета
3. Подкармливание черной дыры веществом для поддержания постоянной массы и температуры

## Нерешенная проблема:

Сечения рассеяния и захвата частиц черной микродырой

Рассмотрены сценарии полетов туда-обратно к ближайшим звездам

# Связь с SETI. Гравитационное гамма-излучение.

Звездолеты на ЧД могут быть как отдаленным будущем нашей цивилизации, так и **актуальным** состоянием дел в Галактике.

**Задача:** Как обнаружить работающий чернотырный двигатель?

Энегетические установки на черных микродырах могут использоваться не только на звездолетах, но и для создания обычной «пределной энергетики

**Гравитационное гамма-излучение,** детекторы гравитационного излучения в гамма-диапазоне.

**Нерешенная проблема:**

Как сделать детектор гравитационного излучения в гамма-диапазоне?

# Экспериментальная физика планковской энергии (экспериментальная квантовая гравитация)

## Планковские энергии недостижимы в ускорительной физике

На последних стадиях испарения ЧД излучаются все возможные частицы всех энергий.

Последние стадии испарения ЧД проходят существенно в режиме квантовой гравитации.

**Вывод: экспериментальная физика квантовой гравитации  
(в принципе) может быть развита!**

**Нерешенная проблема:** Квантово-гравитационные модели последних стадий испарения черных дыр



# Антропное обобщение принципа космологической селекции Ли Смолина

## Ли Смолин:

«Отскок» вблизи сингулярности ЧД может приводить к квантовому рождению вселенных с параметрами, близкими к вселенно-родителю. Это приводит к тому, что в мультиверсе преобладают вселенные с большим количеством черных дыр.

## Луис Крейн:

Искусственные ЧД тоже могут порождать вселенные вблизи сингулярности. Это приводит к тому, что в мультиверсе много вселенных, поддерживающих существование разума, который способен создавать искусственные ЧД.

Структура мультиверса может определяться наличием в нем разума!

**Нерешенная проблема:** точное квантово-гравитационное описание отскока вблизи сингулярности черных дыр.

## Список проблем, поставленных в статье

1. Как построить гамма-лазер ГэВ-ного диапазона (включая аккумуляторы и т.д.)?
2. Физика коллапса электромагнитного излучения (включая неустойчивости, фазовые переходы вакуума...)
3. Сечения рассеяния и захвата частиц черной микродырой
4. Как сделать детектор гравитационного излучения в гамма-диапазоне?
5. Квантово-гравитационные модели последних стадий испарения черных дыр
6. Точное квантово-гравитационное описание отскока вблизи сингулярности черных дыр
7. Физика вращающихся микродыр.

# **Эволюционный подход к формированию содержания МЕТІ**

А.Д. Панов (НИИЯФ МГУ)

Научный Совет по Астрономии РАН

Секция «Поиски Внеземных Цивилизаций»

Российская Академия космонавтики имени К.Э.Циолковского

Научно-культурный центр SETI

---



## ВЕСТНИК SETI

№14/31

Москва 2008

..... «Вестник SETI» .....

### 1.2. Эволюционный подход к формированию содержания METI

А.Д. Панов, НИЯФ МГУ

Будем предполагать, что на самых ранних этапах эволюции Галактики в ней не было ни жизни, ни, тем более, разумных цивилизаций (исключаем гипотезу вечности жизни). Жизнь закономерно появляется на определенной фазе эволюции Галактики и развитие жизни спустя какое-то время приводит к появлению разума. Очевидно, что сразу после первого появления разума какое-то время цивилизаций в Галактике будет мало (или вообще одна). Так как расстояния между цивилизациями будут очень велики (возможно даже, что цивилизации будут настолько редкими, что в каждый момент времени в Галактике будет либо одна, либо ни одной цивилизации), то первые цивилизации неизбежно будут наблюдать феномен молчания космоса. Проблема SETI для них будет неразрешима (если только цивилизации не обладают космологически большими временами жизни), но цивилизации не будут об этом информированы (по крайней мере в том случае, если им не удастся изучить каждую из звезд Галактики на предмет наличия разума). Таким образом, практически при любом сценарии эволюции Галактики имеется период, когда разум уже возник, но для каждой из цивилизаций по объективным причинам наблюдается феномен молчания космоса и проблема SETI неразрешима. Есть вероятность, что такой период является длительным или даже практически бесконечным. Невозможно исключить, что мы являемся одной из таких первых «одиноких» цивилизаций так как,

# METI — Messaging to Extra-Terrestrial Intelligence (А.Л. Зайцев)

METI — это не Active SETI (!)

**Список Зайцева** (Развитие теории и методов передачи и поиска разумных сигналов во Вселенной,  
<http://Infm1.sai.msu.ru/SETI/koi/articles/paradigma.pdf>)

1. Куда излучать?
2. Когда излучать?
3. На какой длине волны?
4. Какую использовать поляризацию?
5. Какова должна быть мощность излучаемых сигналов?
6. Какую использовать модуляцию?
7. Какова оптимальная структура передаваемого Послания?
8. **Каково содержание Послания?**
9. **Зачем передавать межзвездные послания?**
10. **Не опасно ли заниматься METI?**

Теодозиус Добжанский (1900-1975):

"Все в биологии имеет смысл только в контексте эволюции"

## 10. Не опасно ли заниматься МЕТІ?

- В **настоящее время** вероятность обнаружить нас по сигналам МЕТІ в миллион раз труднее, чем по сигналам планетной радиолокации (и по другим косвенным признакам).  
Но вероятность обнаружения по сигналам МЕТІ **должна** расти.
- Высокоразвитые инопланетяне не могут быть «злыми» (большое знание не дается в недобрые руки)
  - + Цивилизация, которая не смогла обуздать свою агрессивность, не преодолевает кризисы эволюционной сингулярности.
  - + Цивилизация, преодолевшая эволюционную сингулярность, автоматически переносит свой «гуманизм» на отношение с КОСМОСОМ

**То, что МЕТІ заниматься не опасно, обосновано очень хорошо, но не доказано окончательно.**

## 9. Зачем передавать межзвездные послания?

В.Ф. Шварцман (Поиск внеземных цивилизаций — проблема астрофизики или культуры в целом? 1986):

«Наука есть сфера деятельности, направленная на получение новых знаний о мире. Однако цель межзвездных передач - отнюдь не получение новых знаний теми, кто их передает.»

### Что же является целью межзвездных посланий?

Верхний пласт мотивов - «рассказать о себе»

A Message from Earth (2008) — 501 частное сообщение.

Более глубокий пласт мотивов - «космическое мышление»,  
«нарушить молчание Вселенной»  
«эволюционный подход»

# Зачем НАМ передавать межзвездные послания? (эволюционный подход)

1. Доступ к EТI-информации повышает устойчивость (некоторых) цивилизаций.
2. Полезно, чтобы плотность потока информации в Галактике росла.
3. Если все согласованно работают на повышение плотности потока информации, то количество цивилизаций начинает лавинообразно нарастать — образуется **галактическое культурное поле** — **молчание космоса нарушено**.
4. Галактическое культурное поле запускает эволюцию разума как галактического явления.
5. Галактическое культурное поле имеет признаки «сверхразума»

Но мы не видим галактического культурного поля -  
ситуация нашего «практического одиночества» (И.С. Шкловский)  
не исключена.

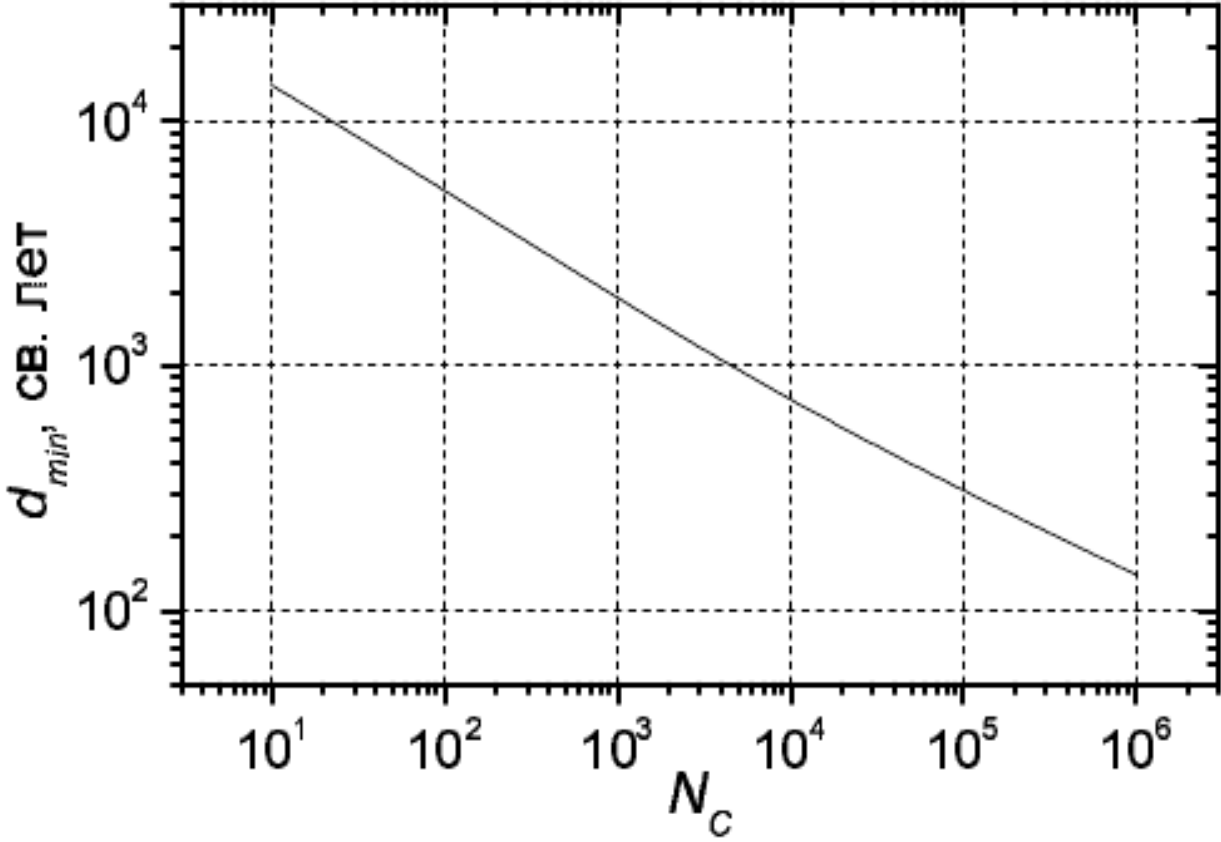


# Зачем НАМ передавать межзвездные послания? (эволюционный подход, продолжение)

5. Зачем передавать «практически одиноким» цивилизациям?
  - 5.1. Цивилизации в Галактике были не всегда.
  - 5.2. Первые цивилизации неизбежно наблюдали «Великое молчание космоса»
  - 5.3. Если первые цивилизации не начнут излучать «в пустоту», галактическое культурное поле не возникнет.
  - 5.4. Первые цивилизации не договариваясь, на основе только морального императива, должны начать излучать «в пустоту» - это Большая Коррекция (В. Лефевр).

---
- 5.5. Решение проблемы SETI даже в состоянии культурного поля может быть очень сложным (см. рисунок).
- 5.6. Цивилизация не может знать, что означает отсутствие сигналов: еще не решенную проблему SETI или отсутствие культурного поля.
- 5.7. Цивилизация должна исходить из презумпции отсутствия культурного поля, и излучать «в пустоту», способствуя его становлению.
- 5.8. Если цивилизации будут исходить из презумпции нерешенности проблемы SETI и ждать сигнала, не излучая — культурное поле не возникнет никогда.

# Кривая число цивилизаций - расстояние



# Не является ли предположение о том, что галактическое культурное поле еще не сложилось, что мы одни из первых, «глупым»?

1. Очень быстрое появление жизни на Земле
2. Гипотеза панспермии + длительная предбиологическая эволюция -> мы одни из первых
3. Ситуация для жизни и разума в Галактике постоянно улучшается - мы находимся в самом начале эволюции жизни и разума
4. Может быть, это не верно, но проверить это невозможно

## Вывод:

**Моральный императив вполне приложим к нашей ситуации.**

**Мы должны передавать «в пустоту» для того, чтобы «нарушить молчание» — способствовать возникновению галактического культурного поля.**

**Цель послания — нарушить молчание, чтобы начать эволюцию галактического культурного поля**

## 8. Каково содержание Послания?

1. Цель послания — как можно более эффективно «нарушить молчание».
2. Не важно, что сказать, важно — как можно внятнее и громче.
3. Те, кто нас услышит, будут придерживаться **иной** стратегии.

### Свойства и содержание передач

1. Как можно более дальнобойное (мощность, направленность)
2. Как можно более помехозащищенное
3. Как можно больше адресатов (1. Куда излучать?)
4. Как можно больше время передач (2. Когда излучать?)
5. Как можно более простое (сложность снижает помехозащищенность)
6. Но однозначно интерпретируемое как разумного происхождения.

**Простейшая математика (простые числа, простая арифметика), разные способы кодирования одной информации, разные частоты, бесконечный повтор информации.**

## Выводы:

1. Передавать нужно, несмотря на то, что
  - а). возможно, мы передаем «в пустоту»
  - б). не исключено, что это небезопасно.

Если цивилизации (и мы — в том числе) не будут **в ЭТИХ** условиях передавать, космос **НИКОГДА** не заговорит.

2. Передачи должны быть максимально простыми и дальнобойными, содержание не играет особой роли.

# Комментарии-обсуждение

## Компромисс необходим:

- a). Про верхний слой мотивации послания (рассказать о себе) нельзя забывать («эмоциональная» часть МЕТІ)
- b). В «императивную» (научную) часть послания может быть включена небольшая, но **абсолютно уникальная** научная информация.

Например:

- координаты **нескольких** далеких квазаров (триангуляция);
- структура аминокислот и ДНК (преждевременно ???)

**Условия для существования разума в Галактике со временем будут улучшаться — если не достигнем успеха мы, это сделают после нас**

В.Ф. Шварцман:

«Наука есть сфера деятельности, направленная на получение новых знаний о мире. Однако цель межзвездных передач - отнюдь не получение новых знаний **теми, кто их передает.**»

**А кто их передает? Мы кто?**

**Мы — это все разумные существа Галактики.  
Занимаясь МЕТІ,  
МЫ РАБОТАЕМ САМИ НА СЕБЯ**