

Загадка молчания Космоса

1

Открылась бездна звезд полна,
Звездам числа нет, бездне дна.

Песчинка как в морских волнах,
Как мала искра в вечном льде,
Как в сильном вихре тонкой прах,
В свирепом как перо огне,
Так я в сей бездне углублен
Теряюсь, мыслями утомлен!

Уста премудрых нам гласят,
Там разных множество светов,
Несчетны солнца там горят,
Народы там и круг веков.

М.В.Ломоносов

Поиск внеземных цивилизаций

Поиск сигнала и посылка сигналов

3

Можем ли мы осуществить Контакт?

- Способы передачи сигнала
- Содержание послания
- Поиск сигналов
- Критерий искусственности сигнала
- Нужно ли это НАМ
- Нужно ли это ИМ

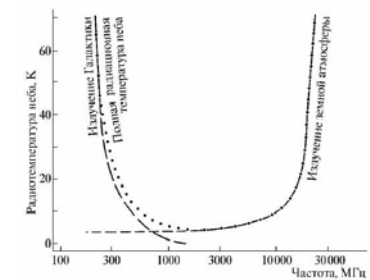
4

Способы передачи сигнала

- Радиосвязь
- Оптический канал
- Частицы
- Межзвездные перелеты
- Иные виды связи

5

Радиосвязь



6

Радиосвязь

- Использование линии 21 см (1420.4 МГц)
- Широкополосные сигналы
- Многоканальные приемники
- При мощности передатчика 1 ГВт, площади антенны 900 м² – дальность 3000 св. лет.

7

Радиосвязь



8

Параметры многоантенной системы обнаружения

Радиус сферы св. лет	3000	1400	650	300
Число звезд в сфере	10 ⁸	10 ⁷	10 ⁶	10 ⁵
Время обхода всех звезд	10 лет	1 год	36 сут	4 сут
Площадь антенны, м ²	900	200	40	9
Число антенн в сист. обнаружения	1 300 000	250 000	50 000	11 000
Число частей, на которые можно разбить небосвод	1	10	100	1000
Число антенн при делении небосвода	1 300 000	25 000	500	11

9

Типы космических цивилизаций (по энергопотреблению)

- I тип – 10¹³ Вт
- II тип – 10²⁶ Вт – мощность Солнца
- III тип – 10³⁷ Вт – мощность излучения всех звезд Галактики

Ежегодный рост энергопотребления земной цивилизации 3%, при этом темпе через 1000 лет потребление достигнет 4·10²⁶ Вт, а еще через 850 – 4·10³⁷ Вт!

10

Оптический канал связи

- Лазер, мощностью 10 кВт, зеленый цвет, с расходимостью пучка 0.02" может быть обнаружен на расстоянии 10 св. лет.
- Сигнал будет сливаться с излучением звезды, его можно выделить с помощью спектрографа, но надо знать где!
- Можно использовать излучение в середине темных линий.
- Военные лазеры 10¹⁰ Вт – дальность 10 000 св. лет

11

Иные типы связи

- Гравитационные волны
- Тахионы
- ???
- ...
- Поиск астроинженерной деятельности

12

Фотонная ракета

Дальность полета, св. годы	Полное время полета туда и обратно, годы		Полное массовое число μ^4
	в системе неподвижного наблюдателя	в системе корабля	
8	20	9	10^4
10^2	200	18	10^8
10^3	2000	26	10^{12}
10^4	$2 \cdot 10^4$	35	10^{16}
10^5	$2 \cdot 10^5$	44	10^{20}
10^6	$2 \cdot 10^6$	52	10^{24}
10^7	$2 \cdot 10^7$	61	10^{28}
10^8	$2 \cdot 10^8$	70	10^{32}
10^9	$2 \cdot 10^9$	79	10^{36}
10^{10}	$2 \cdot 10^{10}$	88	10^{40}

19

Путешествие без возвращения

- Путешествие на луче
- Диффузия цивилизаций
- Скорость света – предельная скорость распространения физического взаимодействия
- Неожиданные открытия

20

Типы контактов и пути поиска внеземных цивилизаций

- непосредственные контакты или взаимные посещения;
- контакты по каналам связи;
- контакты смешанного типа, т. е. посылка автоматических устройств (зондов) в район обитания других цивилизаций, с которыми зонд устанавливает контакт по каналам связи;
- поиски следов астроинженерной деятельности.

21

Человек и Вселенная

Вселенная – обитаемая система.

22

Кто задает фундаментальные постоянные

- Фундаментальные и физические параметры материального мира тесно связаны с наличием во Вселенной жизни и человека.
- Небольшое изменение фундаментальных физических постоянных (заряд электрона, масса протона, скорость света, постоянная Планка и т.п.) приведет к невозможности существования жизни!

23

Антропный принцип

- Вселенная – обитаемая система.
- Фундаментальные и физические параметры материального мира тесно связаны с наличием во Вселенной жизни и человека.
- Небольшое изменение фундаментальных физических постоянных (заряд электрона, масса протона, скорость света, постоянная Планка и т.п.) приведет к невозможности существования жизни!

24

Антропный принцип

- Если бы Вселенная не удовлетворяла бы условиям существования человека, то не кому было и рассуждать о ее устройстве!
- *Слабый антропный принцип* – **сейчас** условия во Вселенной такие, что мы существуем.
- *Сильный антропный принцип* – параметры мира (независящие от возраста Вселенной) такие, что мы существуем.
- *Ансамбль вселенных* характеризуется всеми мыслимыми комбинациями начальных и граничных условий. Мы живем в обитаемой!

25

Жизнь в Космосе

Что такое жизнь?

26

Земная жизнь

- Високорганизованная форма материи
- Обмен веществ
- Воспроизведение
- Обмен информацией
- Клеточная структура
- Психическая деятельность
- Аминокислоты, белки, ДНК

27

Происхождение жизни на Земле

- Жизнь порождается только жизнью
- Идея панспермии
- Жизнь возникла в морях
- Опыт Г.Юри и С.Миллера
- Угlistые хондриты
- Органические молекулы в межзвездных газопылевых облаках

28

Химия и физика чужой жизни

- Углерод – основа полимеров
- Растворитель – вода
 - Аммиак
 - Метилловый спирт
 - Фторводород
- Кремний -Si-Si-Si-, -Si-O-Si-O-Si-

29

Формы жизни

- Ф.Хойл, «Черное облако».
- С.Лем, «Солярис»
- Жизнь на нейтронной звезде
 - Время химических реакций 10^{-3} с
 - Время ядерных реакций 10^{-21} с
- Жизнь на планетах
- Жизнь в межзвездной среде

30

Сколько цивилизаций во Вселенной?

- Цивилизаций очень много
- Мы одни
- Наблюдается около 10^{10} галактик, в которых общим числом 10^{21} звезд

31

Формула Дрейка

$$N(T) = R \cdot f \cdot L$$

- $N(T)$ – число цивилизаций, существующих в Галактике на момент времени T , отсчитывается от образования Галактики
- R – средняя скорость звездообразования
- f – фактор выборки – доля звезд, образующихся за время от 0 до T , у которых развиваются коммуникативные цивилизации
- L – среднее время жизни коммуникативной цивилизации

32

Формула Дрейка

- N_* – число звезд в галактике ($2 \cdot 10^{11}$)
- $N_* f$ – число коммуникативных цивилизаций, возникающих в Галактике за время с 0 до T (10^{10} лет)
- L/T – вероятность того, что любая взятая наугад из этих цивилизаций находится в коммуникативной фазе

33

Оценка фактора f

- f_p – доля звезд, имеющих планетную систему
- n_e – среднее число планет в системе
- p_L – вероятность происхождения жизни на планете с подходящими условиями
- p_i – вероятность происхождения разума на обитаемой планете
- p_c – вероятность возникновения коммуникативной стадии цивилизации

34

Время жизни цивилизации и длительность коммуникативной фазы

- Короткоживущие цивилизации
 - Самоуничтожение
 - Генетическая опасность
 - Ограниченная емкость мозга
 - Появление искусственных разумных существ
 - Кризисы: экологический, организационный, демографический, энергетический.
 - Потеря интереса к познанию
- Цивилизации с длительной коммуникативной фазой

35

Горизонт коммуникативного интереса

- Разрыв во времени между короткоживущими и долгоживущими цивилизациями создает непреодолимый барьер между ними
- Общее число цивилизаций во Вселенной определяется долгоживущими цивилизациями
- Число цивилизаций внутри горизонта определяется короткоживущими цивилизациями
- На 100 короткоживущих приходится 1 долгоживущая внутри горизонта интересов

36

Эволюция космических цивилизаций

Имеем ли мы право на контакт?

37

Что такое космическая цивилизация

- Цивилизация – культура
- Сообщество разумных существ
 - Способность к целенаправленным действиям
 - Активное преобразование окружающего мира
 - Накопление и отбор информации
 - Способность анализировать прошлое, настоящее и будущее, вырабатывая прогнозирующие реакции
 - Способность к абстрактному мышлению

38

Память

- Опыт индивида и глубина памяти
- Внешняя память (при ограниченном времени жизни индивида)
- Разумные цивилизации должны обеспечивать доступ к внешней памяти
- Для использования внешней памяти нужен **язык**

39

Экстенсивное развитие

Экспоненциальный закон роста

Свойства экспоненциального закона

Период удвоения

40

Переработка вещества

- Ежегодно 10^{14} кг
- Удваивается каждые 17 лет
- Через 1000 лет будет переработана вся масса Земли ($6 \cdot 10^{24}$ кг)

41

Развитие энергетики

- Современный уровень 10^{10} кВт
- 3% ежегодный рост
- Через 300 лет – 10^{14} кВт, столько Земля получает от Солнца!
- 0.1% от солнечного потока будет достигнут через 77 лет
- 1% – через 153 года

42

Рост населения

- Быстрее, чем по экспоненциальному закону
- Относительная прироста скорость растет также быстро, как само население
- Гиперболический закон роста
- $t_* = 2026 \pm 5$ год

43

Экспансия в Космос

- Сфера Дайсона ~ 2800 лет, энергопотребление 10^{26} Вт
- Через 4800 производство энергии возрастет в 10^{21} раз и сравняется с излучением всех наблюдаемых звезд во Вселенной!
- За это время невозможно продвинуться так далеко в Космос

44

Экспансия в Космос

- Диффузия цивилизации в космическое пространство $\sim t^3$
- 10 св. лет за 1000 лет
- Всего за несколько миллионов лет вся Галактика будет колонизована

45

Информационная экспансия в другие макромиры

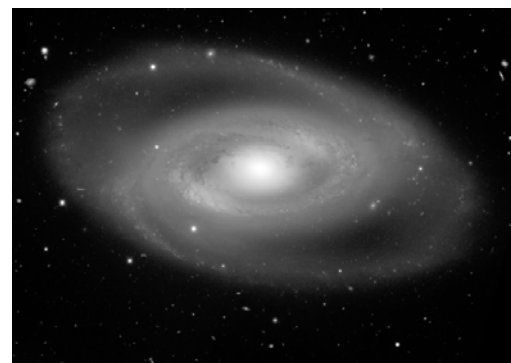
- Создание Вселенных
- Элементарные частицы снаружи имеют свойства Вселенной
- Микротуннели 10^{-13} см.

46

Альтернативный путь развития

Уровень	Энергетика	Информатика	Биология
I	Химические источники энергии	Широкое использование ЭВМ, отраслевые АСУ	Исследования по генетике, молекулярной биологии, биохимии, биофизике, медицине, зоологии
II	Ядерная и термоядерная энергетика, индустриализация космоса, водородная энергетика	Глобальная система обработки информации и управления, эвристическое программирование, искусственный интеллект	Ликвидация болезней, решение проблемы пищевых ресурсов, методы мобилизации ресурсов мозга
III	Хемибioэнергетика, энерго-производственные и агропромышленные комплексы	Машинное конструирование экологического оптимума биосферы и ноосферы	Направленное управление генетическим кодом, слывшая человек — машина, сохранение личности, когерентная технология
IV	Параэнергетика, репликация, геотехнология, эктоэнергетика	Когерентные методы научных исследований, машинные методы получения качественно новой информации	Постсознательная стадия развития КЦ - нообинт

47



48