

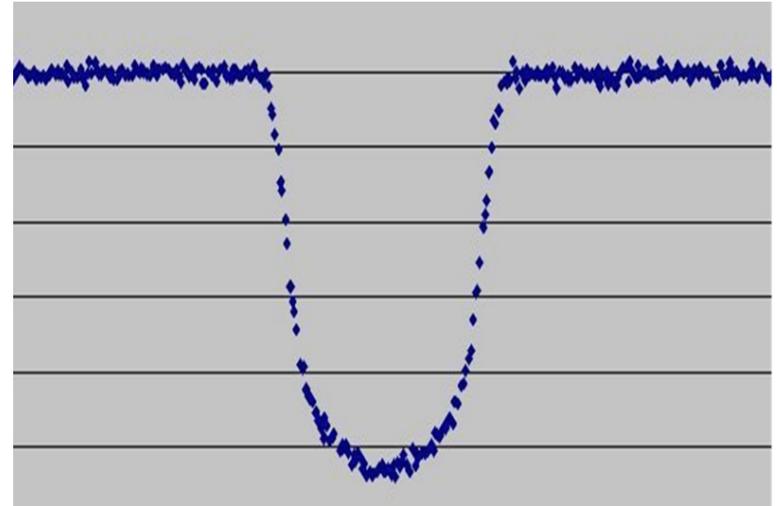
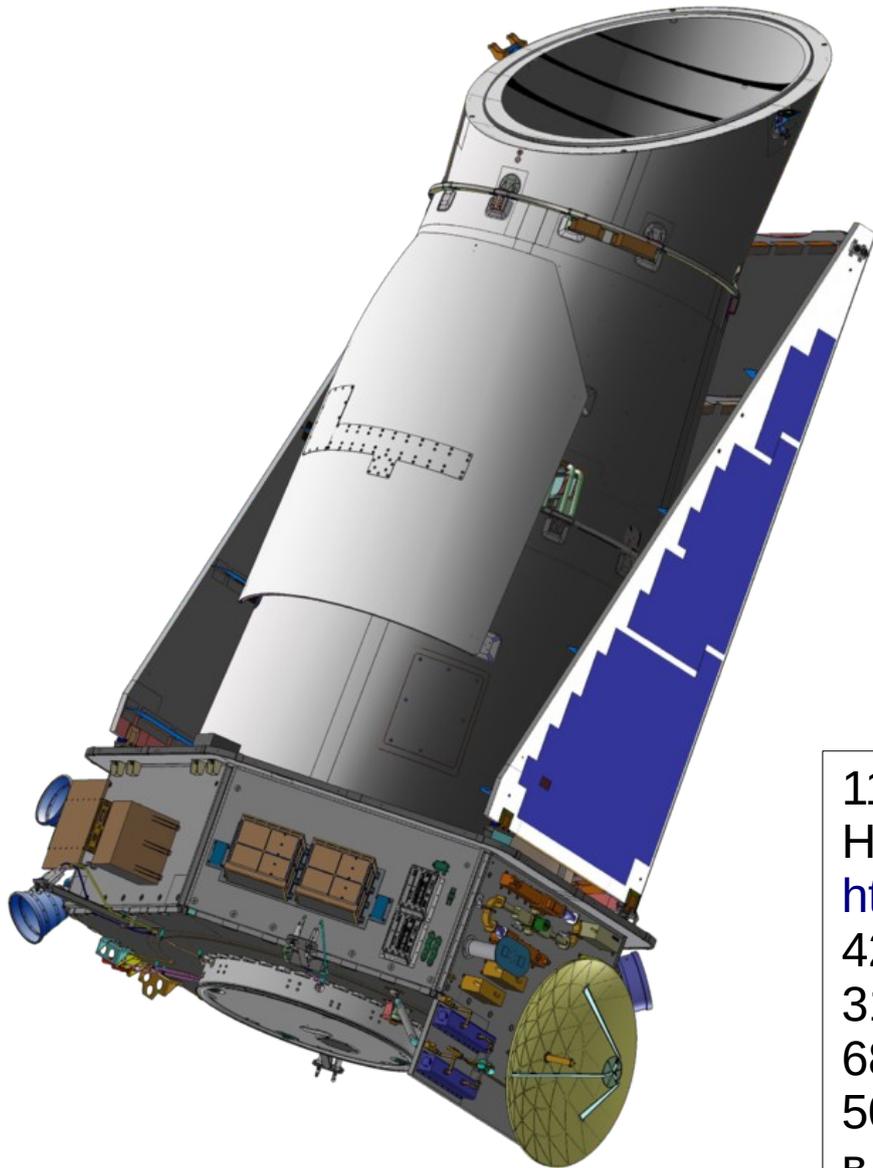
Проблема SETI

А.Д. Панов
НИИЯФ МГУ

Search for **E**xtra**T**errestrial **I**ntelligence

Введение: как выглядит проблема SETI сегодня

Миссия Кеплер (2009-2013)



115 квадратных градусов.
На 15 марта 2020г года
<http://exoplanet.eu/catalog/>
4214 planets /
3123 planetary systems /
688 multiple planet systems
50% меньше 2 размеров Земли,
в том числе - в зоне обитания

PALE RED DOT



Period: 11.186 days
Minimum mass: 1.27 Earth masses

Mass: 0.12 solar masses
Luminosity: 0.00155 solar luminosities
Rotation period: 83 days
Temperature: 2800 Celsius
Distance to Earth: 4.23 light-years

Спектральный класс M5

7 планет земного типа в одной системе!

e,f,g - в зоне обитания,
но обитаемых планет может быть и больше

39,5 св. года от Солнца

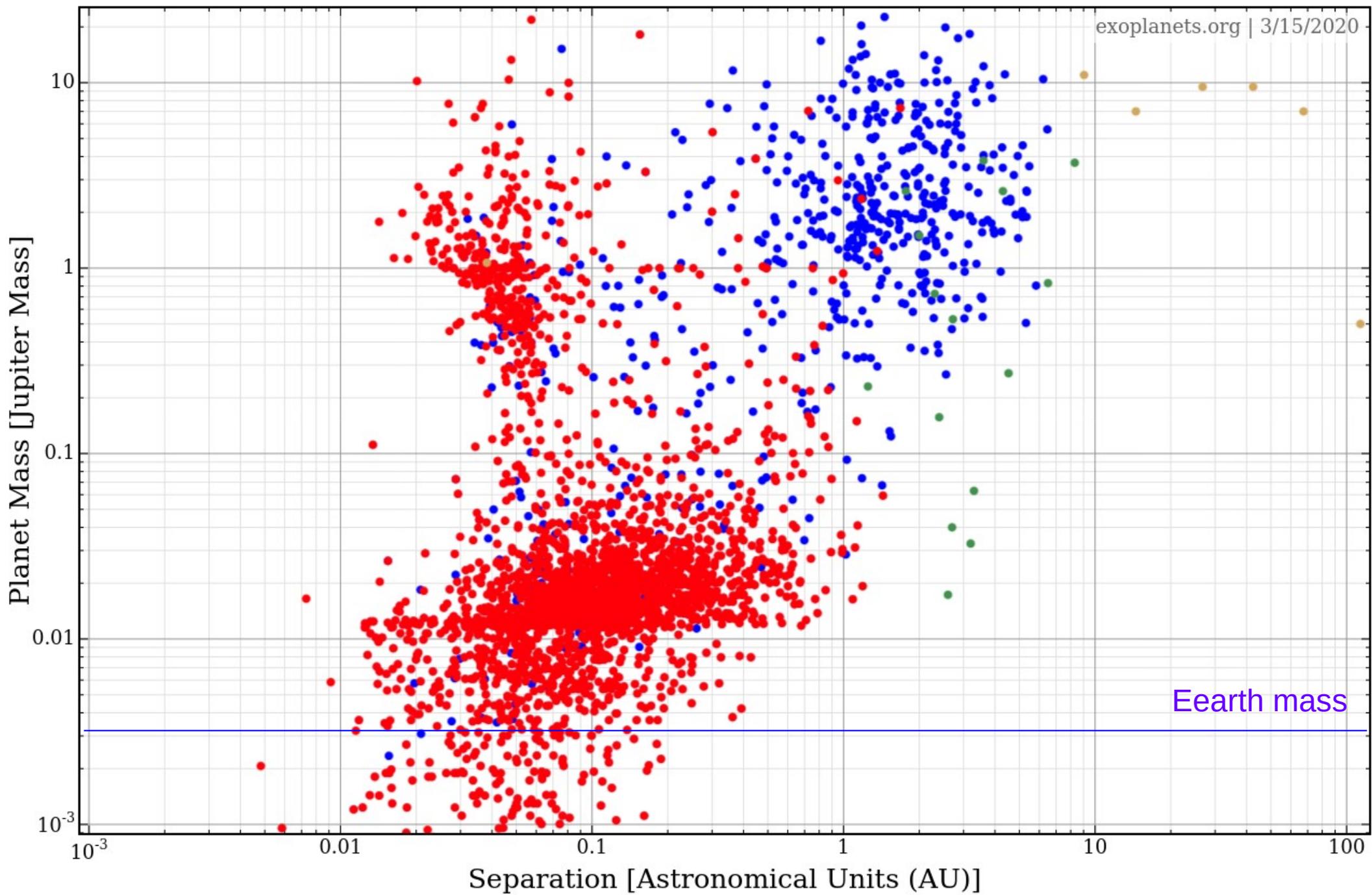


TRAPPIST-1 System



Спектральный класс M8

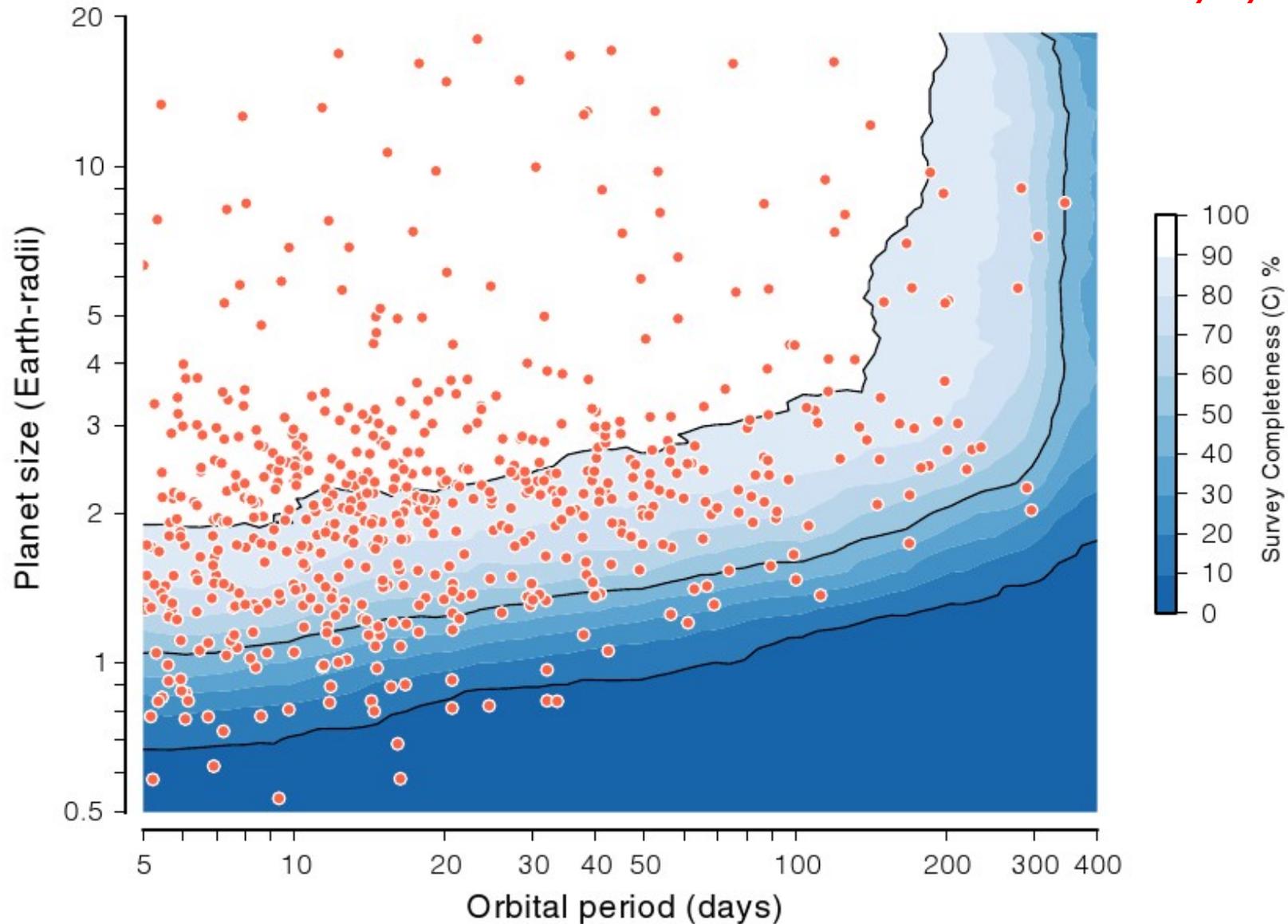
Illustration

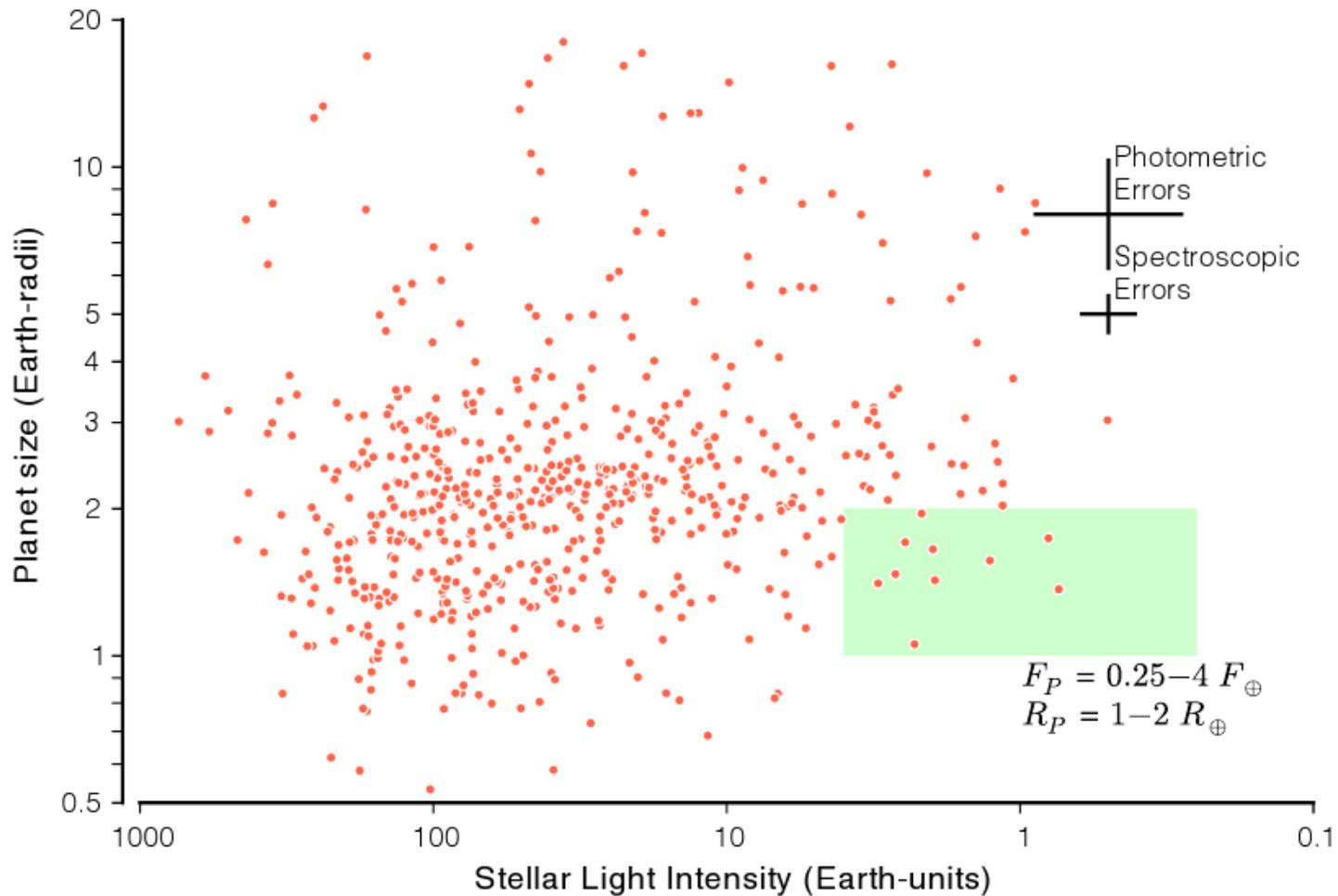


Prevalence of Earth-size planets orbiting Sun-like stars

Erik A. Petigura, Andrew W. Howard, and Geoffrey W. Marcy
www.pnas.org/cgi/doi/10.1073/pnas.1319909110 (2013)

G,K, not M!

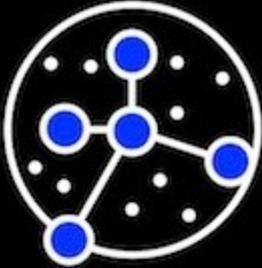




Основные результаты:

$(22 \pm 8)\%$ GK-звезд имеют планеты $1 \div 2 M_{\oplus}$ в зоне обитания $(1/4 \div 4) F_{\oplus}$

Расстояние до ближайшей планеты земного типа в зоне обитания **ГК-звезды** < 12 св.лет



PHL

Planetary Habitability Laboratory
University of Puerto Rico at Arecibo

phl.upr.edu

MAPPING THE HABITABLE UNIVERSE

Search this site

Content

- Home
- Projects
- LabNotes
- Press Releases
- In the News
- Outreach
- Media
- Library
- Software Tools
- Data
- Opportunities
- Centers
- About



Main Projects

Habitable Exoplanet
Visible Paleo-Earth

Habitable Exoplanets Catalog



[NEWS](#)

[RESULTS](#)

[METHODS](#)

[PRIMER](#)

[RESOURCES](#)

[ABOUT](#)

Last Update: January 16, 2020

The catalog will be updated soon with new planets from [Rodríguez *et al.* \(2020\)](#) and [Feng *et al.* \(2020\)](#).

Current Number of Potentially Habitable Exoplanets

Subterranean (Mars-size)	Terran (Earth-size)	Superterran (Super-Earth/Mini-Neptunes)	Total
1	20	34	55

subterranean = 0.1 – 0.5 M_E or 0.4 – 0.8 R_E , terran = 0.5 – 5 M_E or 0.8 – 1.5 R_E , superterran = 5 – 10 M_E or 1.5 – 2.5 R_E . M_E = Earth masses, and R_E = Earth radii.

SETI как научная проблема

- В Галактике имеется не менее 10 млрд. планет земного типа в зоне обитания (может быть и много больше)
- Жизнь должна быть очень распространенным явлением → экзобиология
- Жизнь может достигать фазы разума → SETI
- Решение проблемы SETI есть один из наиболее эффективных способов решения задачи экзобиологии

SETI как общекультурная проблема

- Объект поиска и футурология как метод
- В. Шварцман: «Цель межзвездных передач отнюдь не получение новых знаний теми, кто их передает ... Поэтому проблема SETI неотделима от проблемы самосознания внеземным интеллектом своей сущности, от **его ценностных установок и его целей.**»
(Поиск внеземных цивилизаций - проблема астрофизики или культуры в целом?) Должны ли мы сами передавать?
- Не опасен ли контакт с внеземными цивилизациями?



В. Шварцман

Парадокс Ферми

(Астросоциологический парадокс)

Сильная форма:

Почему они еще не здесь?

Слабая форма форма:

Почему их не видно и не слышно?

Что это значит для нас?

Сколько коммуникативных цивилизаций в Галактике? Формула Дрейка.

$$N_C = C \times L$$

$$N_C = R_* \times \alpha \times L$$

$$N_C = R_* \times (f_p n_e f_l f_i f_c) \times L$$

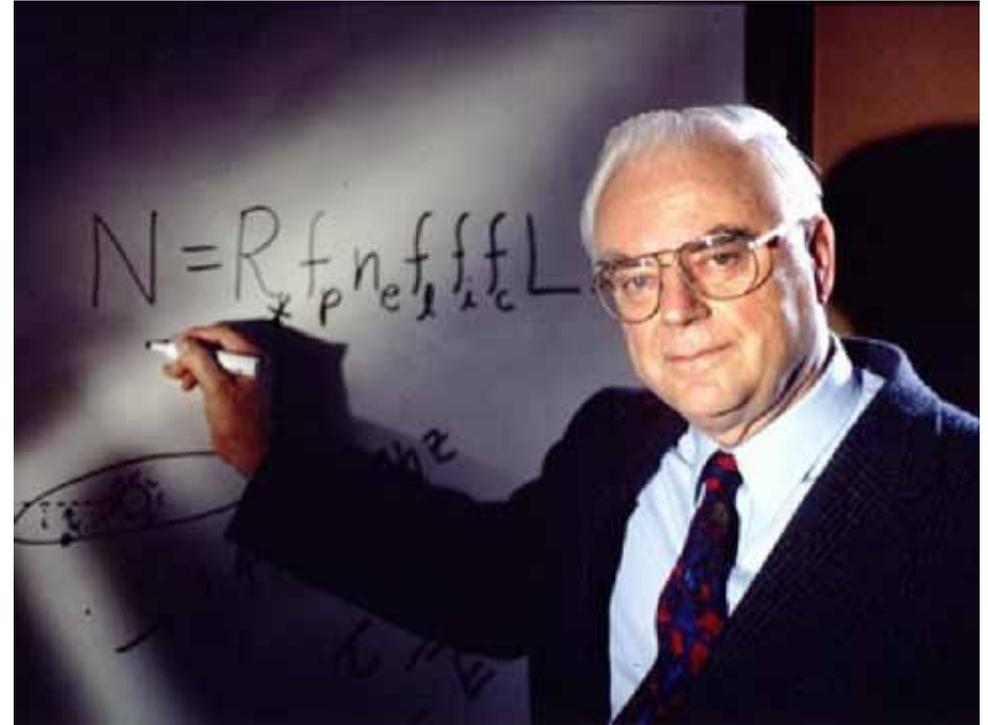
$$N_C = R_* \times (f_p n_e f_l f_i f_c f_m) \times L$$

$$R_* \sim 10 \text{ (в год)}$$

$$\alpha \lesssim 0.1$$

$$N_C \lesssim 10 \times 0.1 \times L = L \text{ [в годах]}$$

$$N_C \lesssim L$$



Фрэнк Дрейк

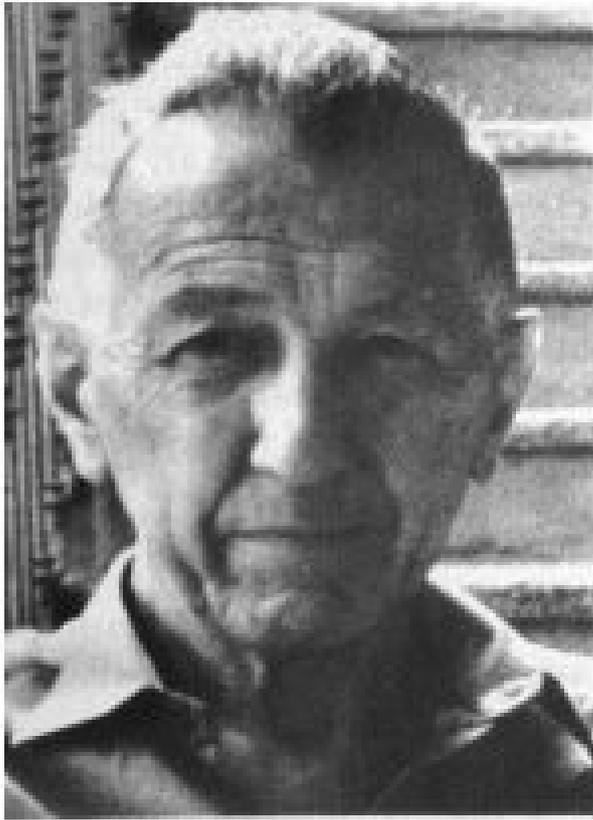
Критика формулы Дрейка:

Формула Дрейка описывает существенно стационарную ситуацию
Скорость звездообразования существенно меняется во времени
Нелинейные явления

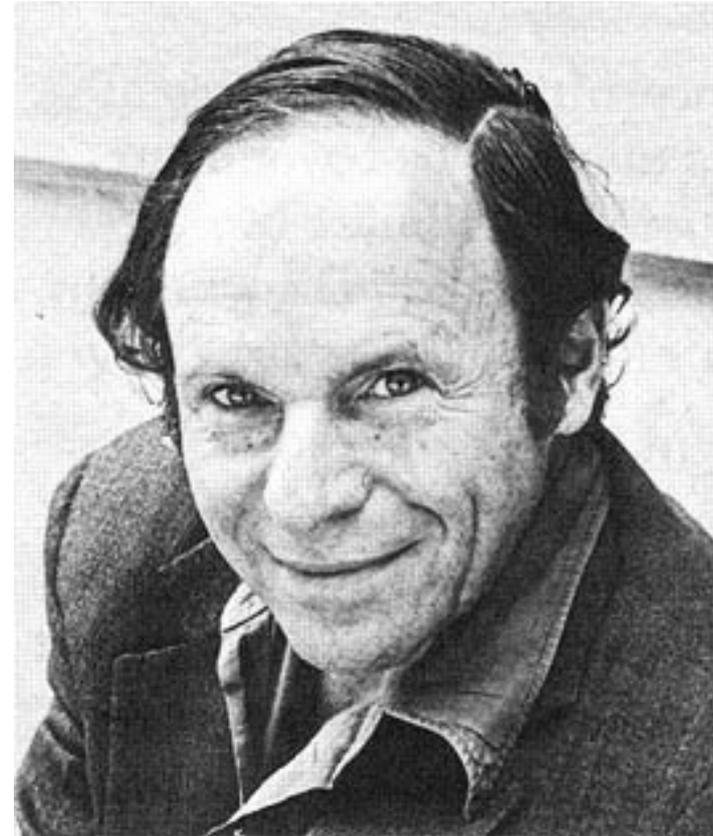
**Период энтузиазма
(1959-1980)**

СЕТІ (Communication with...)

1959 г. - статья Коккони и Моррисона в Nature



Giuseppe Cocconi
director of the Proton Synchrotron
at CERN in Geneva



Philip Morrison
Professor of physics at the
Massachusetts Institute of Technology (MIT).
Manhattan Project during World War II

6th ICRC : 1959, Moscow, USSR

1959 г. - статья Коккони и Моррисона в Nature

SEARCHING FOR INTERSTELLAR COMMUNICATIONS

By GIUSEPPE COCCONI* and PHILIP MORRISON†

Cornell University, Ithaca, New York

NO theories yet exist which enable a reliable estimate of the probabilities of (1) planet formation ; (2) origin of life ; (3) evolution of societies possessing advanced scientific capabilities. In the absence of such theories, our environment suggests that stars of the main sequence with a lifetime of many billions of years can possess planets, that of a small set of such planets two (Earth and very probably Mars) support life, that life on one such planet includes a society recently capable of considerable scientific investigation. The lifetime of such societies is not known ; but it seems unwarranted to deny that among such societies some might maintain themselves for times very long compared to the time of human history, perhaps for times comparable with geological time. It follows, then, that near some star rather like the Sun there are civilizations with scientific interests and with technical possibilities much greater than those now available to us.

* Now on leave at CERN, Geneva.

† Now on leave at the Imperial College of Science and Technology, London, S.W.7.

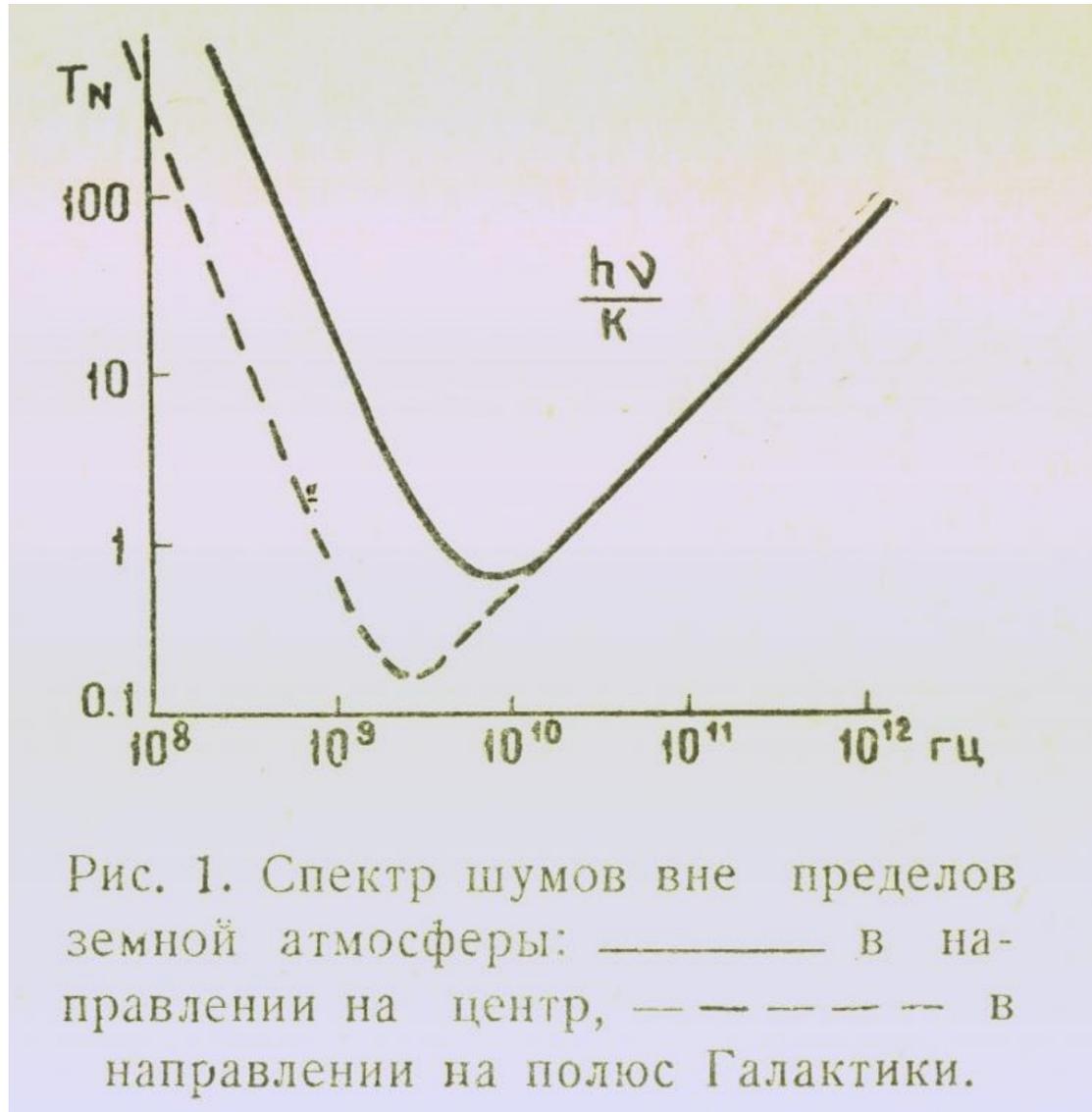
To the beings of such a society, our Sun must appear as a likely site for the evolution of a new society. It is highly probable that for a long time they will have been expecting the development of science near the Sun. We shall assume that long ago they established a channel of communication that would one day become known to us, and that they look forward patiently to the answering signals from the Sun which would make known to them that a new society has entered the community of intelligence. What sort of a channel would it be ?

The Optimum Channel

Interstellar communication across the galactic plasma without dispersion in direction and flight-time is practical, so far as we know, only with electromagnetic waves.

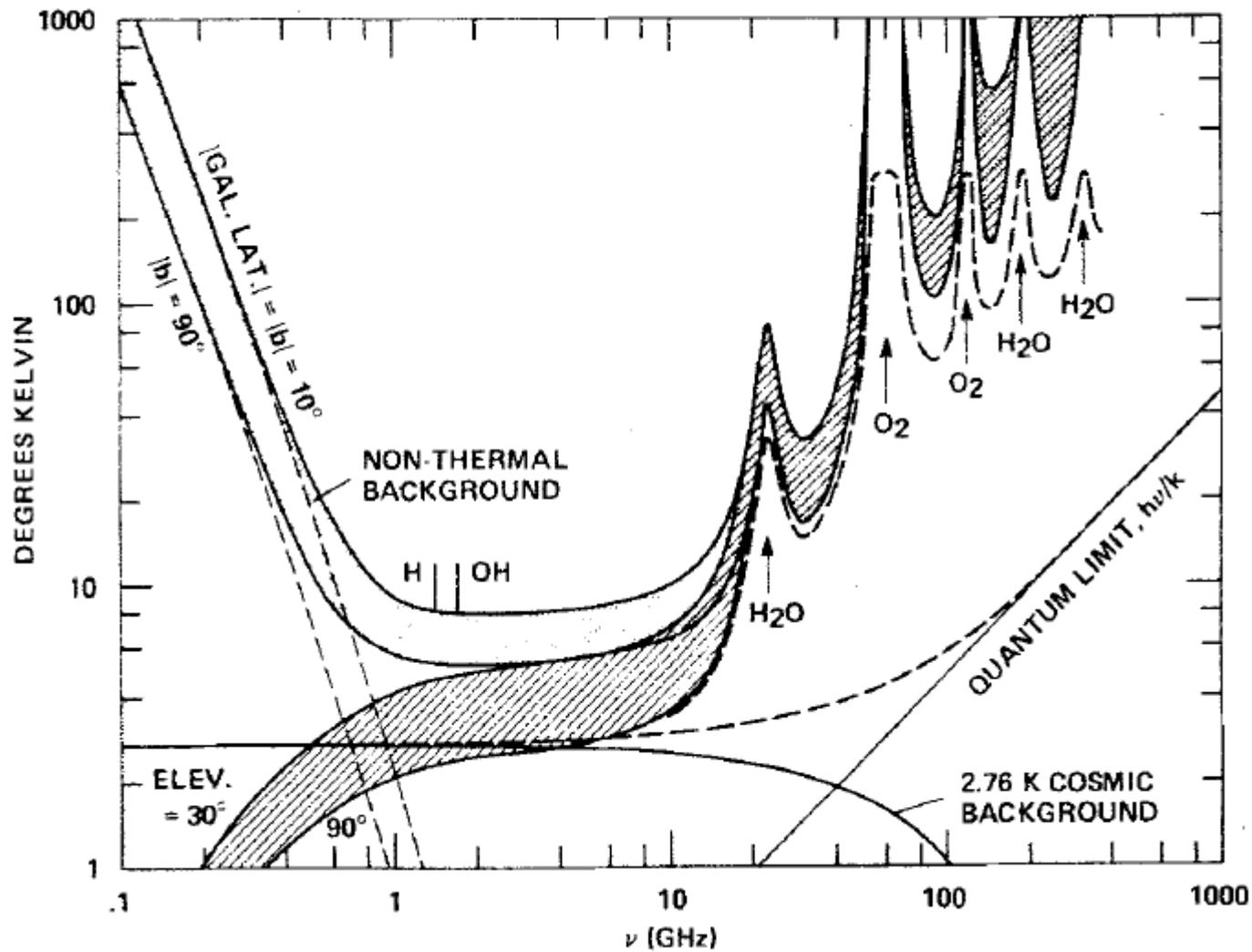
Since the object of those who operate the source is to find a newly evolved society, we may presume that the channel used will be one that places a minimum burden of frequency and angular discrimi-

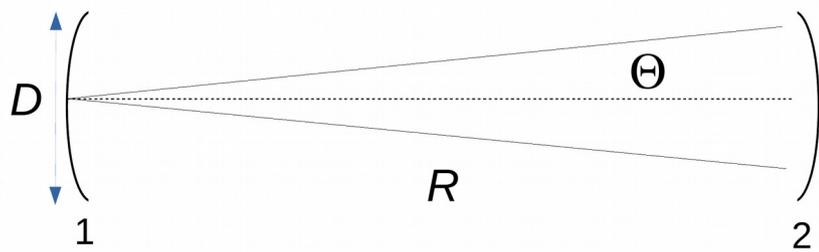
Шумы фона и линия водорода 1420 МГц (21 см)



Н.С. Кардашев. Передача информации внеземным цивилизациям. Внеземные цивилизации. Труды совещания. Бюракан 20-23 мая 1964 г. Из-во Акад. наук Армянской ССР, Ереван, 1965

Шумы фона и линия водорода 1420 МГц (21 см)





$$\Theta \sim \lambda/D$$

$$\Omega_{\Theta} = \pi\Theta^2 = \pi(\lambda/D)^2$$

$$g_1 = \frac{4\pi}{\Omega_{\Theta}} = \frac{4D^2}{\lambda^2} = \frac{16S_1}{\pi\lambda^2}$$

$$P_2 = S_2 \frac{gP_1}{4\pi R^2} = \frac{4S_1S_2P_1}{\pi^2\lambda^2 R^2}$$

$$P_{ns} = kT_{ns}\Delta f$$

$$\alpha = \frac{P_2}{P_{ns}} = \frac{4S_1S_2P_1}{\pi^2\lambda^2 R^2} \frac{1}{kT_{ns}\Delta f}$$

$$R = \sqrt{\frac{4S_1S_2P_1}{\alpha\pi^2\lambda^2 R^2} \frac{1}{kT_{ns}\Delta f}}$$

- $\alpha \sim 1$ – уверенный обмен информацией
- $\alpha \ll 1$ – обнаружение несущей

Аресибский планетный радар:

$$S_1 = S_2 = 10^5 \text{ м}^2;$$

$$P_1 = 10^6 \text{ Вт};$$

$$\lambda = 3 \text{ см};$$

$$\Delta f = 1 \text{ Гц};$$

$$T_{ns} = 10 \text{ К}^\circ$$

$$\alpha = 1 \Rightarrow$$

$$R = 19100 \text{ св. лет}$$

Аэродромный/военный радар:

$$S_1 = 10^2 \text{ м}^2; S_2 = 10^5 \text{ м}^2;$$

$$P_1 = 5 \times 10^4 \text{ Вт};$$

$$\lambda = 3 \text{ см};$$

$$\Delta f = 1000 \text{ Гц};$$

$$T_{ns} = 10 \text{ К}^\circ$$

$$\alpha = 1 \Rightarrow$$

$$R = 4.3 \text{ св. лет}$$

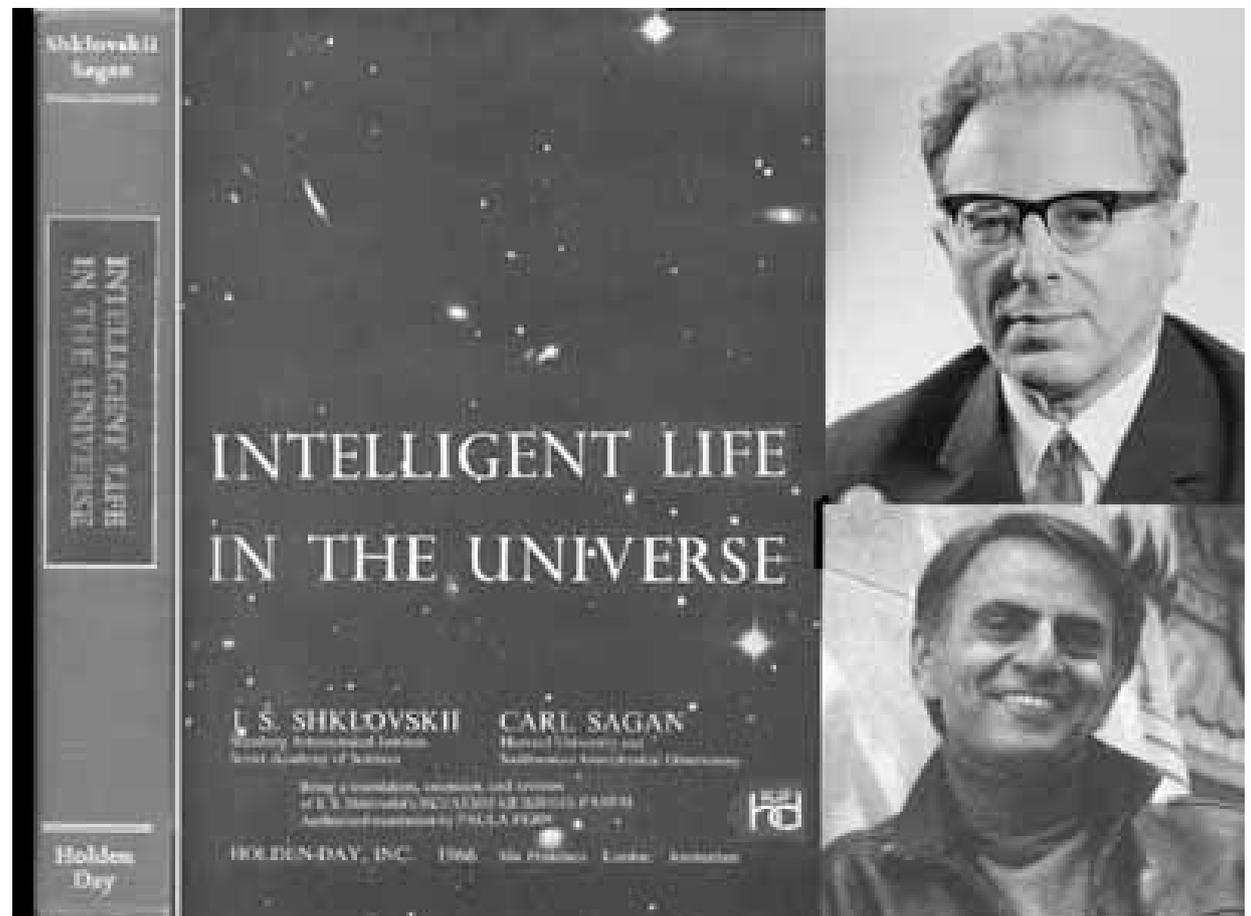
Иосиф Самуилович Шкловский

«Природа», №7, 1960

Возможна ли связь с разумными существами других планет?

1962 - 2006 (7 изданий, английское издание в соавторстве с Карлом Саганом)

Вселенная, жизнь, разум



1960 г. - проект Озма, Фрэнк Дрейк



Фрэнк Дрейк и
телескоп Грин Бэнк, 26 м(?)
1960

Озма

21 см

Тау Кита - 12 св. лет

[5 экзопланет, мощный пылевой диск]

Эпсилон Эридана - 10.5 лет

[2 экзопланеты на вытянутых орбитах]

150 часов наблюдений

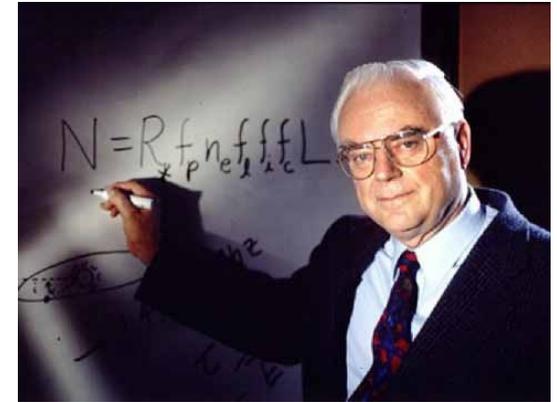
Озма II 1973-1976

650 ближайших звезд

1960-1980 г.

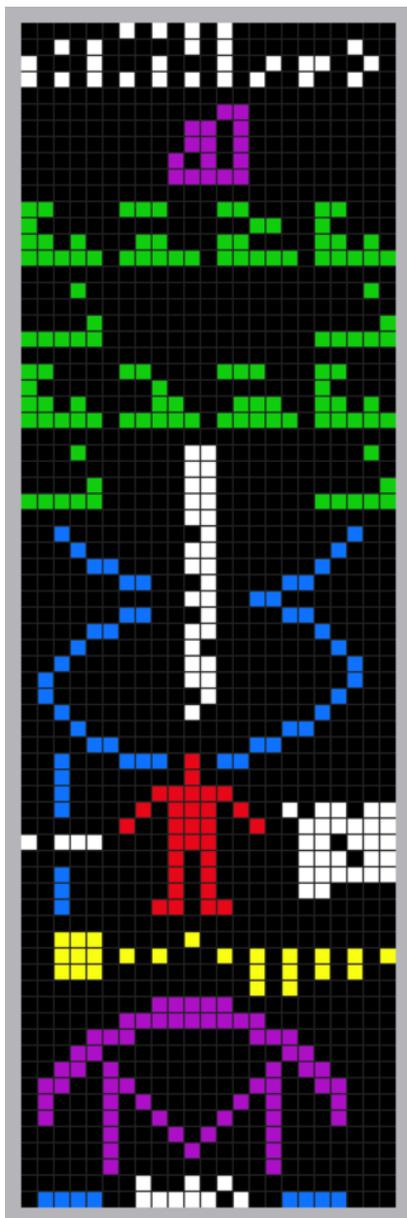
~40 программ, около 1000 звезд,
несколько галактик

Обзор всего неба ненаправленными
антеннами в СССР



Послание Аресибо - 16 ноября 1974 года

Hans Freudenthal: *Lincos: Design of a Language for Cosmic Intercourse*.
North-Holland, Amsterdam. 1960



К шаровому скоплению М13 (25 тыс. св. лет)
волна 12.6 см (2.38 ГГц)
скорость 10 бит/с
матрица $23 \times 73 = 1679$ бит
частотная модуляция ± 75 Гц



Радиотелескоп + планетный радар 0.5 МВт

Первые совещания и конференции

1961 г. Совещание в Грин Бэнк

Ф. Дрейк, Дж. Коккони, Ф. Моррисон, К. Саган, М. Кальвин (**Ноб. Лаур.**) ...

1964 г. Первое Всесоюзное совещание по проблеме "Внеземные цивилизации" (Бюракан)

В.А. Амбарцумян, Я.Б. Зельдович, В.А. Котельников, В.С. Троицкий,
С.Э. Хайкин, И.С. Шкловский, ...

1971 г. (5-11 сентября)

Первая советско-американская конференция по проблеме СЕТИ (Бюраканский симпозиум).

В.А. Амбарцумян, Н.С. Кардашов, В.С. Троицкий, И.С. Шкловский,
В.Л. Гинзбург (**Ноб. Лаур.**), С.А. Каплан, В.Е. Маркарян, М.Я. Маров,
М.Л. Тер-Микаэлян, Ю.Н. Парийский, К. Саган, Ф. Дрейк, П. Моррисон,
Ч. Таунс (**Ноб. Лаур.**), Ф. Дайсон, Ф. Крик (**Ноб. Лаур.**) ...

Иосиф Самуилович Шкловский: к концу первого периода. О возможной уникальности разумной жизни во Вселенной «Вопросы философии». – 1978, №9.

О ВОЗМОЖНОЙ УНИКАЛЬНОСТИ РАЗУМНОЙ ЖИЗНИ ВО ВСЕЛЕННОЙ

Едва ли не ведущей тенденцией в развитии концепции множественности обитаемых миров за последнее столетие является систематическое *сокращение* числа космических объектов, рассматривавшихся как возможное пристанище жизни. Ниже будет показано, что эта тенденция продолжает развиваться и в настоящее время.

Прежде всего заметим, что подлинно научный подход к обсуждаемой проблеме стал возможен только во второй половине нашего века. Именно в это время развернулась «вторая революция» в астрономии, ознаменовавшаяся огромным количеством открытий, существенно изменивших наши представления о Вселенной. Постепенно стали вырисовываться контуры эволюционирующей, развивающейся от простого к сложному Вселенной. В частности, серьезные успехи были достигнуты в понимании происхождения звезд и их эволюции. Выдающиеся успехи радиоастрономии стимулировали идею о возможности установления межзвездной радиосвязи. Эта идея в последние годы стала, пожалуй, основной в проблеме внеземных цивилизаций. Выявилась тенденция *подменять* общую проблему множественности обитаемых миров проблемой *связи* с внеземными цивилизациями, что, конечно, принципиально неверно. Другим выдающимся достижением науки за последнюю четверть столетия, оказавшим серьезное влияние на обсуждаемую проблему, было проникновение в тайну наследственности и возникновения биологии на молекулярном уровне. Только после этого оказалось возможным корректно поставить вопрос о возникновении жизни на Земле, вопрос, который пока еще остается без ответа.

Наконец, минувшие четверть века ознаменовались началом космической эры в истории человечества и первыми шагами в освоении ближнего космического пространства. Возникла и получила бурное развитие космическая технология. Космос властно вторгся в мироощущение всех жителей

1. Распространенность планет очень мала.
2. - «Естественной» траекторией любой цивилизации является космическая экспансия (по крайней мере иногда)
 - Время освоения Галактики ~10 млн. лет
 - Должны быть цивилизации старше земной
 - **Следы деятельности (сверх)цивилизаций должны наблюдаться, но их нет**
 - Так как ничего не обнаружено, то **земной разум практически уникален, внеземных цивилизаций нет вообще**
3. Гипертрофированный разум Homo Sapiens является признаком эволюционного тупика

Астросоциологический парадокс

Слабая формулировка: Следы деятельности разума в космосе должны наблюдаться, но не наблюдаются

Сильная формулировка: Инопланетяне должны быть в Солнечной системе, но их нет (парадокс Ферми)

Шкала Кардашева

Передача информации внеземными цивилизациями,
АЖ. 1964. Т. 41. Вып. 2. С. 282-287.

Цивилизации типа I

Энергетические ресурсы на планетарном уровне.

Информационные передачи на остронаправленном и узкополосном луче (радио- или оптическом)

Узкополосный сигнал «привлечения внимания»

Цивилизации типа II

Энергетические ресурсы на уровне родительской звезды

Всенаправленные широкополосные маяки, астроинженерные конструкции (сферы Дайсона)

Цивилизации типа III

Энергетические ресурсы на уровне родительской галактики

«Космические чудеса»



Н.С. Кардашев

**Второй период -
организационно-методический
1980-2015
СЕТІ → SETI**

- **Крупные организации**
- **Крупные проекты**
- **Систематический отказ Государства финансировать исследования
Проблемы с финансированием из
частных источников**

SETI Institute (США) 1984 г Jill Tarter

Проект Phoenix
**(традиционная методика,
одиночные наблюдения
одиночных звезд).**

С 1995 по Март 2004.
Финансируется из частных источников.
Изучено 1,000 близких Солнцеподобных звезд.

64-meter Parkes radio telescope in Australia,
43 m radio telescope in Green Bank, West Virginia,
300 m radio telescope at the Arecibo Observatory



Tarter

Элли Эрроуэй
(Джоди Фостер)
«Контакт»



Необходимость многолучевых и (или) обзорных систем

Классические радиотелескопы позволяют в любой момент времени наблюдать только одну звезду.

Кандидатов SETI ~1 миллион (сфера 1 кпс)

Для поиска мощных маяков цивилизаций II (или III) типа одиночного наблюдения звезд - кандидатов достаточно

Для поиска цивилизаций I типа одиночное наблюдение звезды - это слишком мало, так как отрицательный результат не дает информации о кандидате.

Allen Telescope Array (ATA) - 350 зеркал по 6 м, с 2001 г.

Этапы ATA-42, ATA-98, ATA-206, ATA-350.

Этапа ATA-42 запущен 11 октября 2007 (первый свет).

Окончание монтажа и наладки для 42 зеркал - июнь 2014

Проект идет трудно (денег нет)



ATA-42

ATA-350 array:
Up to 32 separate beams,
Continuous frequency
coverage over
0.5 GHz to 10 GHz,
Four simultaneously
available 600-MHz bands

ATA-350

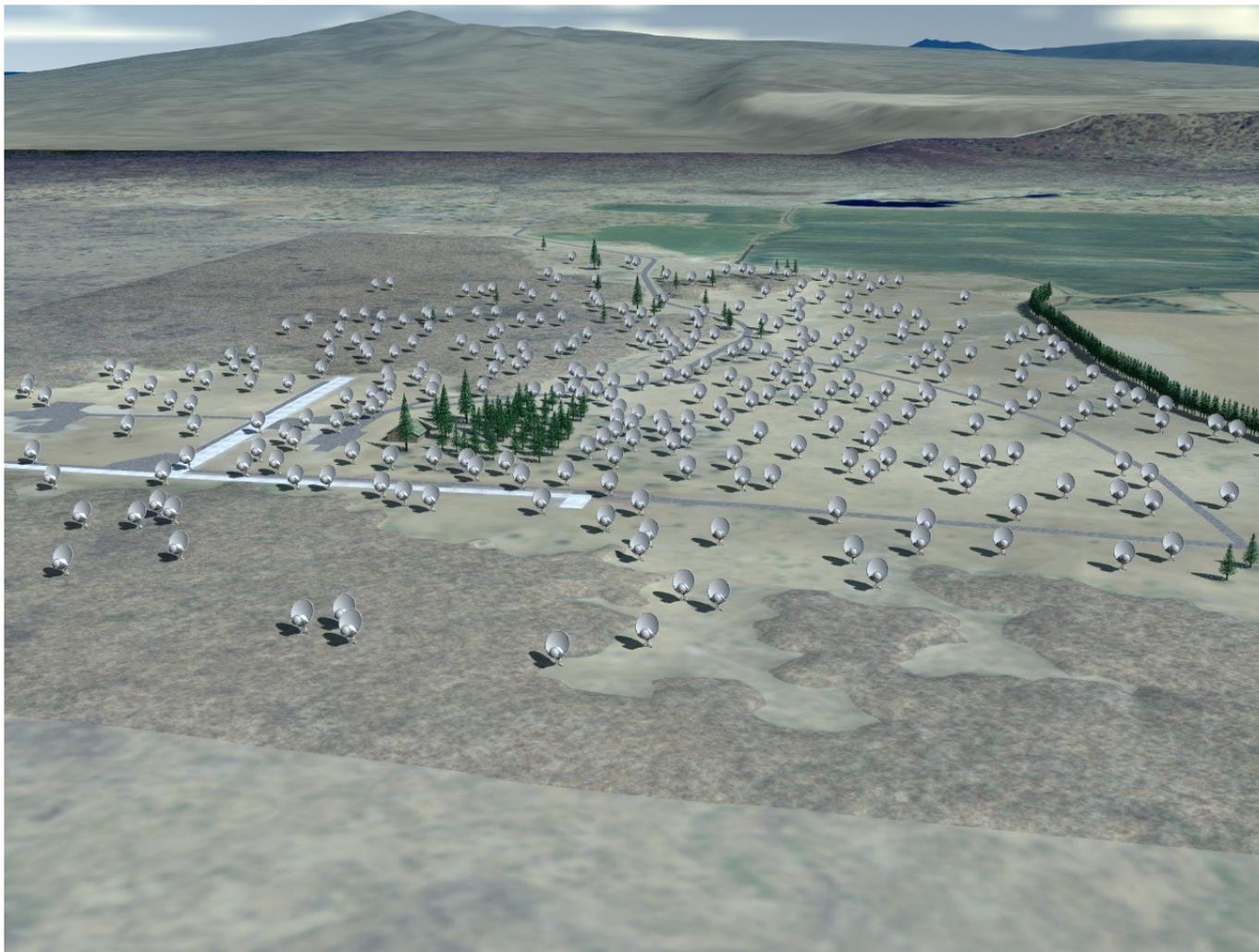
Обзор 1,000,000 с достаточной чувствительностью для обнаружения излучателя уровня Аресибского планетного радара в области до 1000 св.лет в диапазоне от 1 до 10 ГГц

Table 1: Array performance and key science projects

Array	Status	Beam size (arcsec)	S_{rms} (mJy)	Speed (deg²s⁻¹)	Key science
ATA-42	Dish construction complete; commissioning in progress with 32 input, dual polarization (64 total inputs) correlator.	245 x 118	0.54	0.02	FIGSS: 5 GHz Continuum Survey, Galactic Plane Molecular Spectroscopy, SETI Galactic Center Survey
ATA-98	Awaiting results ATA-42 for funding	120 x 80	0.2	0.11	ATHIXS† Trial Surveys, HI Stellar Outflows Survey, SETI Targeted Survey: 100 stars
ATA-206	TBD	75 x 65	0.11	0.44	ATHIXS, Map The Magnetized Galactic ISM, Pulsar Timing Array, Deep continuum and transient surveys, SETI Targeted Surveys
ATA-350	TBD	77 x 66	0.065	1.40	ATHIXS, Map The Magnetized Galactic ISM, Pulsar Timing Array Deep continuum and transient surveys, SETI Targeted Surveys

Note. Beam size and continuum sensitivity (S_{rms}) are estimated for a 6 minute, 100 MHz continuum snapshot observation at transit of a source at 40° declination at a wavelength of 21 cm. Speed is given for a survey at 21 cm observations with a bandwidth of 100 MHz that reaches 1 mJy rms.

†ATHIXS is an all-sky deep HI extragalactic HI survey.



ATA-350 (проект)



ATA-42
11 октября 2007 г.

$$2B \left\langle N \log_2(F) (10OP_s) + \left(N \frac{N+1}{2} \right) \times 4(8OP_s) \right\rangle = 44 \text{ PetaOPs per second}$$

SETI League (Международная организация) 1994 г. H. Paul Shuch

Основана в 1994 г. в ответ на отказ
Конгресса США в финансировании
программы SETI NASA

Проект Argus

5,000 малых радиотелескопов по всему миру
**Финансирование отсутствует полностью -
на собственные средства участников**

1995: First Light, radio telescope prototype

1996: ARGUS Launch (5 operational stations)

1996: First candidate signal analyzed

2000: 100 stations and 1x All-Sky coverage

2020: **24/7 All-Sky coverage achieved**



H. Paul Shuch

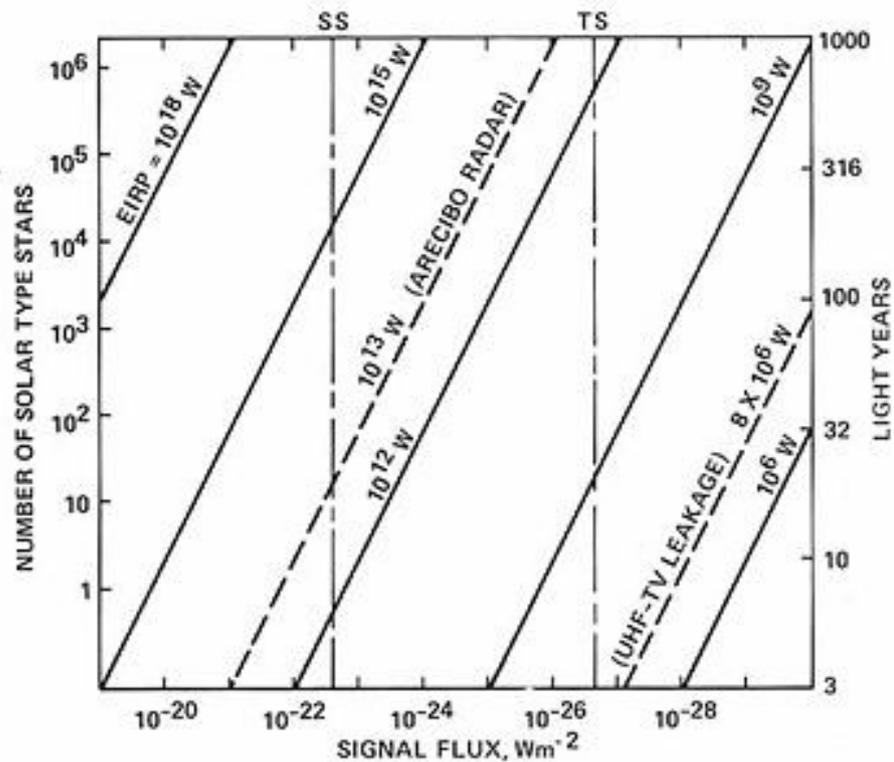
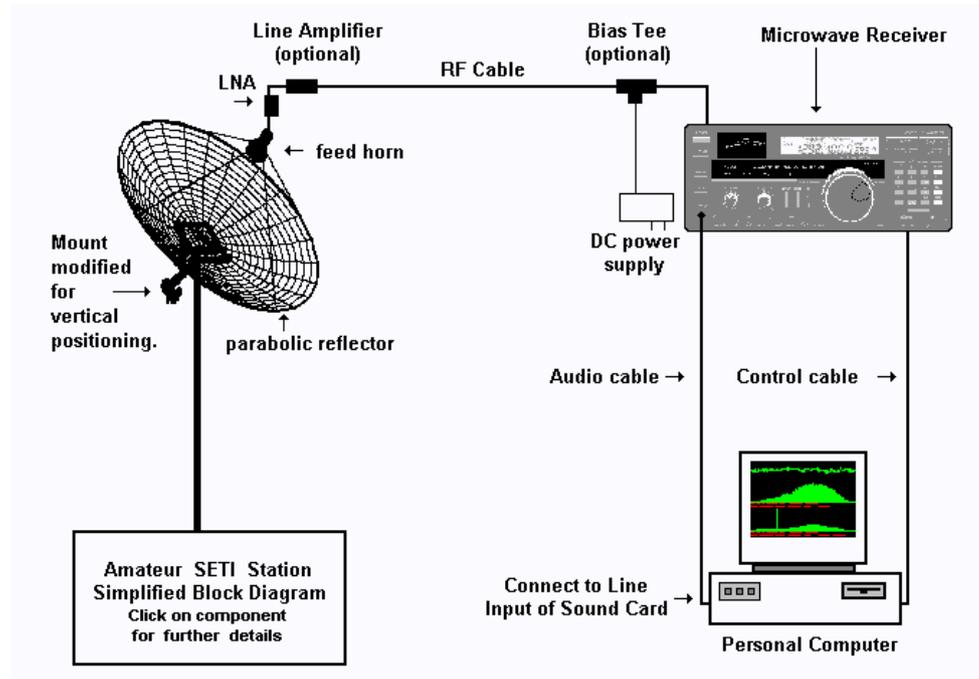


В 1969-1972 обзор всего неба ненаправленными
антеннами был проведен в СССР
(В.С. Троицкий, Н.С. Кардашев)

Идея использования большого числа
малых радиотелескопов (2 м)
для покрытия всего неба была
разработана В.С.Троицким в 1980-х
для системы «Обзор»:
не была реализована из-за отсутствия
финансирования.

Ключевые особенности:

Радиотелескопы изготовлены из переделанных TV-тарелок
 1.3–1.7 GHz Waterhole frequency coverage
 Sensitivity of 10^{-23} Watts/m²;
 10 Hz bins



По-видимому, проект ARGUS

не будет реализован

Удалось установить не более 200-300 тарелок.

Проект свернут.

SERENDIP

Search for Extraterrestrial Radio Emissions from Nearby Developed Intelligent Populations
Dan Werthimer, Cornell University

Program	Bandwidth (MHz)	Resolution (Hz)	Number of Channels	Date / Location
SERENDIP I	0.1	1000	100	1979-1982 Hat Creek & Goldstone
SERENDIP II	0.065	1	64K	1986-1990 Green Bank, Arecibo
SERENDIP III	12	0.6	4M	1992-1996 Arecibo
SERENDIP IV	100	0.6	168M	1998-2006 Arecibo
SERENDIP V	300	1.5	2G	2009- Arecibo



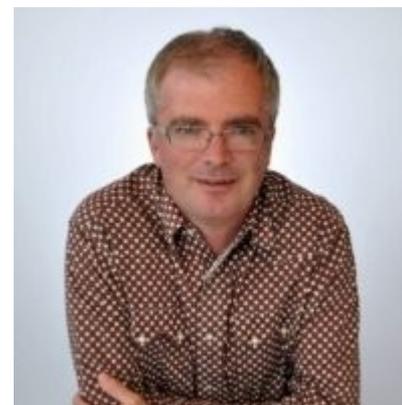
Dan Werthimer



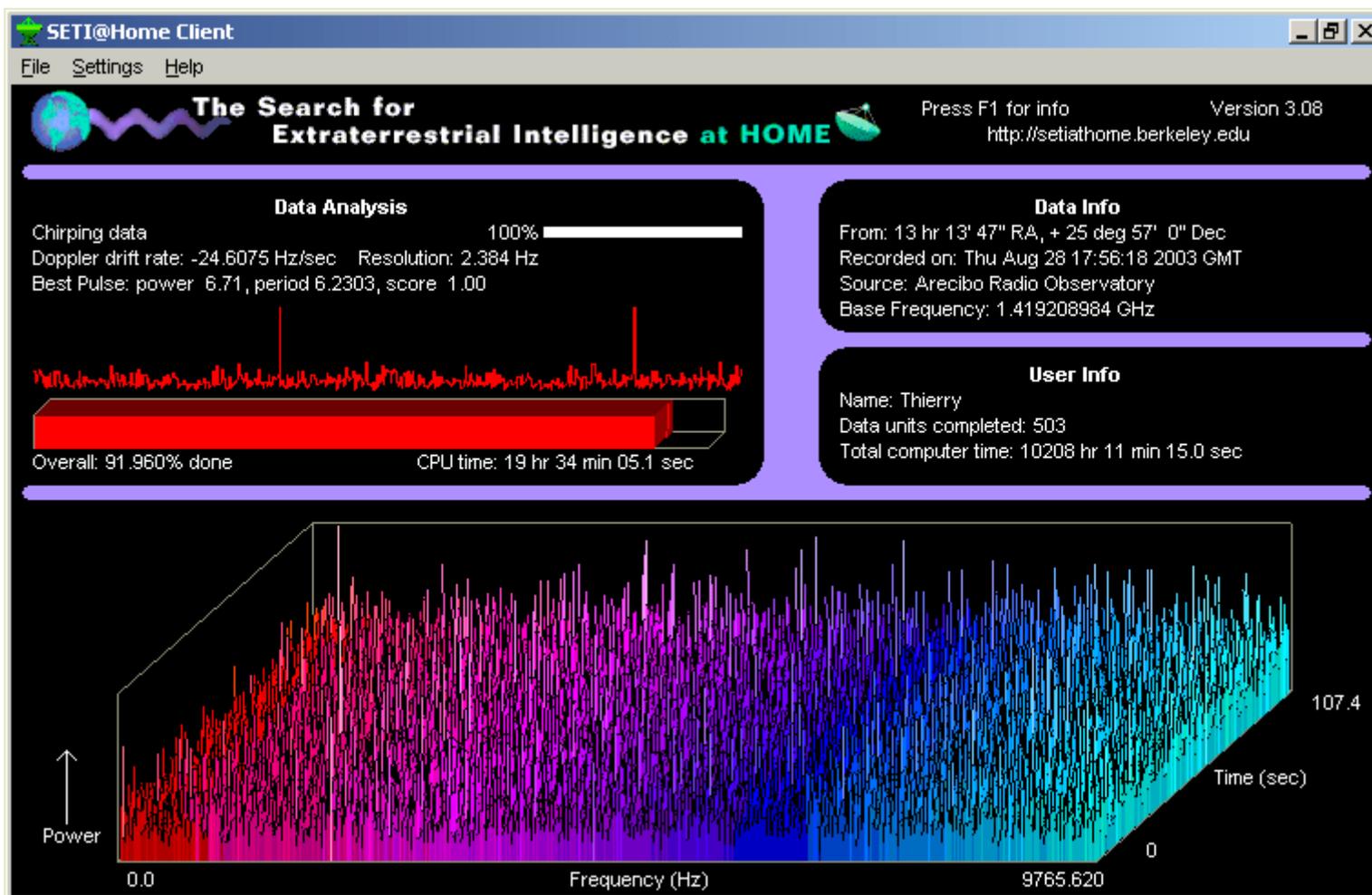
Данные обрабатываются
в программе
SETI@home

SETI@home

1994-95, David Gedye - идея и проверка
1999 - проект запущен и работает



David Gedye



Проект
закрыт
в марте
2020 г

Научно-культурный центр SETI (НКЦ SETI) - 1992 г.

Учрежден:

- Российской Академией Космонавтики им. К.Э.Циолковского – РАКЦ
- Государственным Астрономическим Институтом им. П.К.Штернберга (ГАИШ)
- Астрокосмическим Центром Российской Академии наук (АКЦ ФИАН).
- Научным Советом по Астрономии РАН

Руководители НКЦ SETI
с 1992 по 2012 - Л.М. Гиндилис
с 2012 - А.Д. Панов



Л.М. Гиндилис

Обновления Новости Ссылки Адрес Контакты

Секция «Поиски Внеземных Цивилизаций» НАС РАН

Russian SETI

SETI= Search for Extra Terrestrial Intelligence

Поиск Внеземного Разума

Данная страница содержит материалы, относящиеся к деятельности в области SETI в СССР и России. Материалы даются в основном на русском языке в кодировке KOI8-г. Часть материалов дается на английском языке.

Материалы подготовлены Научно-культурным центром SETI при Академии космонавтики им.К.Э.Циолковского и секцией "Поиски космических сигналов искусственного происхождения (SETI)" при Совете по радиоастрономии Российской Академии наук (ныне - секция "Поиски внеземных цивилизаций" Научного Совета по астрономии РАН).

В первых разделах приводится информация по истории SETI в СССР и России, список основных публикаций, данные об организациях и группах SETI.

В разделе "Текущие материалы", наряду с новостями, размещаются поступившие к нам статьи по SETI. Этот раздел периодически обновляется, а прежние статьи и информация о прошедших конференциях переводятся в раздел "Архив". Материалы из раздела "Новости" также переводятся в "Архив".

<http://Infm1.sai.msu.ru/SETI/koi/>

mail.ru рейтинг
110907 22/8

<http://Infm1.sai.msu.ru/SETI/koi/>

Наблюдения в России после 1990

Программа «Зодиак», 1999-2006, РАТАН-600 - Л.Н. Филиппова
Несколько десятков ближайших звезд

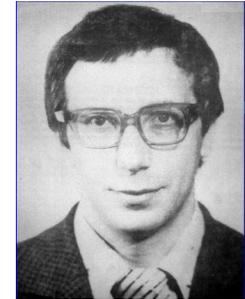


Л.Н. Филиппова

Оптическое SETI. Эксперимент «МАНИЯ» - Г.М.Бескин
(начат В. Шварцманом)

БТА САО, CASLEO (Аргентина)

Объекты с необычными характеристиками, в частности,
не имеющие спектральных линий: РОКОСы,
белые карлики DC-типа



В. Шварцман

Поиск астроинженерных конструкций (сферы Дайсона) -

АКЦ ФИАН, Н.С. Кардашев

98 кандидатов, 40 отождествлены (данные IRAS, 1983)

Вписано в программу «Миллиметрона»

Вписано в программу РТ-70 «Суффа»

(+ поиск направленных сигналов)



Г.М. Бескин

Л.М. Гиндилис. SETI в СССР и России.

[http://Infm1.sai.msu.ru/SETI/koi/articles/lmg%20seti%20poisk/7.1.htm#7.6.](http://Infm1.sai.msu.ru/SETI/koi/articles/lmg%20seti%20poisk/7.1.htm#7.6)



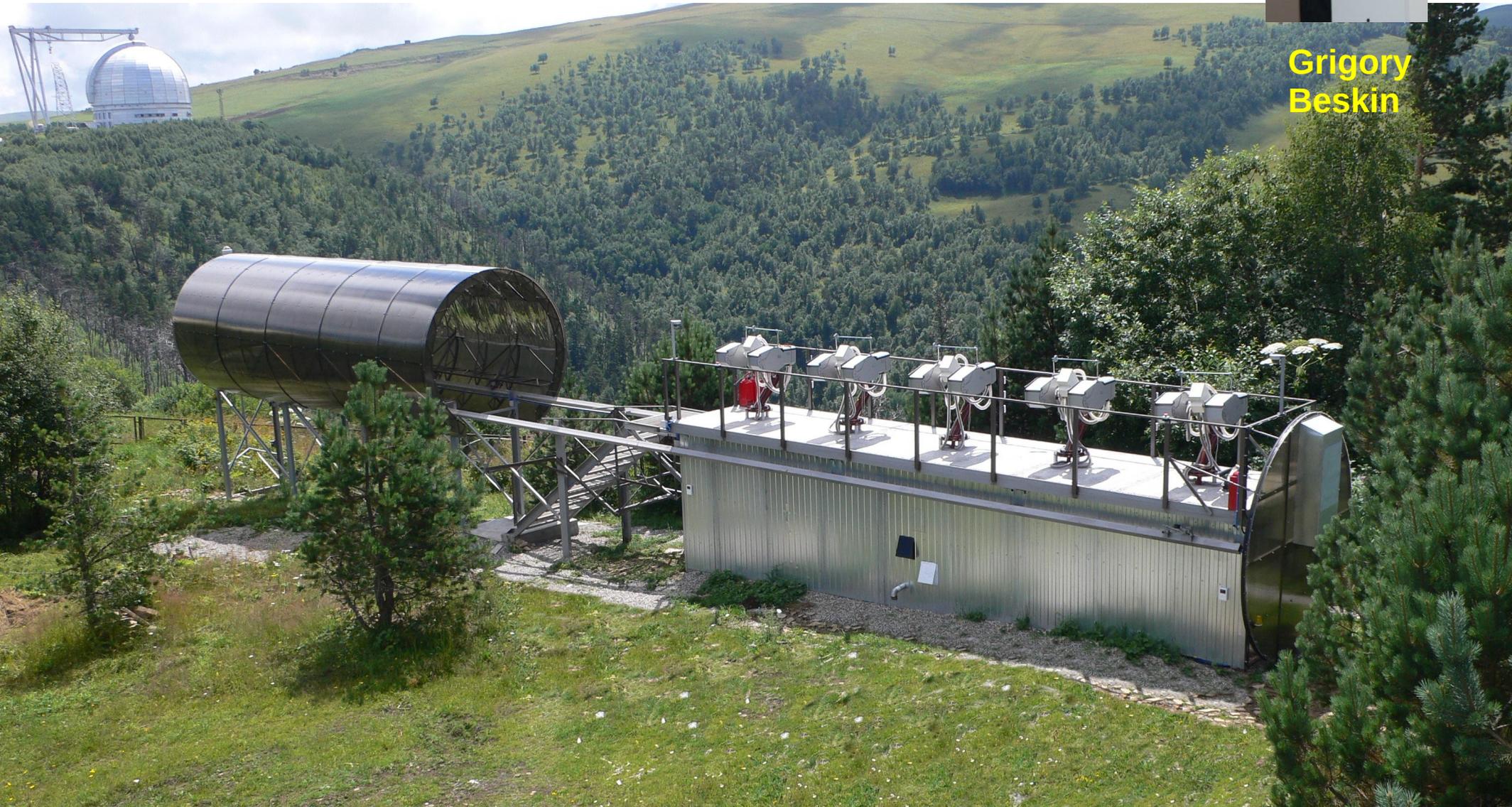
Н.С. Кардашев

Mini-MegaTORTORA, Special Astrophysical Observatory RAN

- Automatic nine-channel telescope
- Field angle 900 square degrees
- Time resolution 0.1 sec
- Real-time analysis

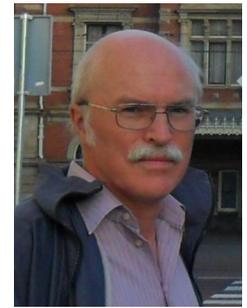


Grigory
Beskin



RATAN-600 SETI program, since 2015

Special Astrophysical Observatory RAN +
Skobeltsyn Institute of Nuclear Physics, MSU



Alexander
Panov



УДК 524.82:520.27; 524.88

НАБЛЮДЕНИЯ ПО ПРОГРАММЕ SETI НА ТЕЛЕСКОПЕ РАТАН-600 В 2015 И 2016 ГГ.

© 2019 А. Д. Панов^{1*}, Н. Н. Бурсов², Г. М. Бескин^{2,3}, А. К. Эркенов²,
Л. Н. Филиппова⁴, В. В. Филиппов⁴, Л. М. Гиндилис⁵, Н. С. Кардашев⁶,
А. А. Кудряшова², Е. С. Стариков⁴, Дж. Вилсон⁷, Л. А. Пустильник⁸

¹ Научно-исследовательский институт ядерной физики им. Д. В. Скобелевца Московского государственного университета им. М. В. Ломоносова, Москва, 119991 Россия

² Специальная астрофизическая обсерватория РАН, Нижний Архыз, 369167 Россия

³ Казанский (Приволжский) государственный университет, Казань, 420008 Россия

⁴ Научно-культурный центр SETI, Российская академия космонавтики им. К. Э. Циолковского, Москва, 119991 Россия

⁵ Государственный астрономический институт им. П. К. Штернберга Московского государственного университета им. М. В. Ломоносова, Москва, 119991 Россия

⁶ Астрокосмический центр Физического института им. П. Н. Лебедева РАН, Москва, 117997 Россия

⁷ Проект SETI@HOME, Нью-Йорк, 14009 США

⁸ Тель-Авивский университет, Тель-Авив, 69978 Израиль

Поступила в редакцию 11 декабря 2018 года; после доработки 15 апреля 2019 года; принята к публикации 15 апреля 2019 года

METI

Messaging to Extra-Terrestrial Intelligence

А.Л. Зайцев



**Dr. METI –
научный
руководитель
проектов METI
А.Л. Зайцев
(Институт
радиотехники и
электроники РАН)**

Если в космосе есть лишь цивилизации-"искатели"
и нет цивилизаций-"излучателей", то Вселенная
молчит и любые поиски попросту лишены всякого смысла...

**«Голос Вселенной услышит лишь тот,
кто преодолевает её молчание»...**

Cosmic Call 1 - 1999

(4 сеанса излучения к окрестным звёздам солнечного типа)

Детское послание - 2001

(6 сеансов излучения к окрестным звёздам солнечного типа)

Cosmic Call 2 - 2003

(5 сеансов излучения к окрестным звёздам солнечного типа)

A Message From Earth 2008 (AMFE)

(1 сеанс излучения к звезде Глизе 581)

Cosmic Call 1,2

Средства на программу оба раза были получены от частных лиц — помимо научной части сообщения в космос на коммерческой основе передавались сообщения всех желающих

Евпаторийский РТ-70

К 9-и различным звездам

Первая часть - Краткая энциклопедия человеческих знаний

21 страницы, 127×127 бит

Самая первая страница посвящена числам, вторая — арифметическим операциям, третья — экспоненциальной записи.

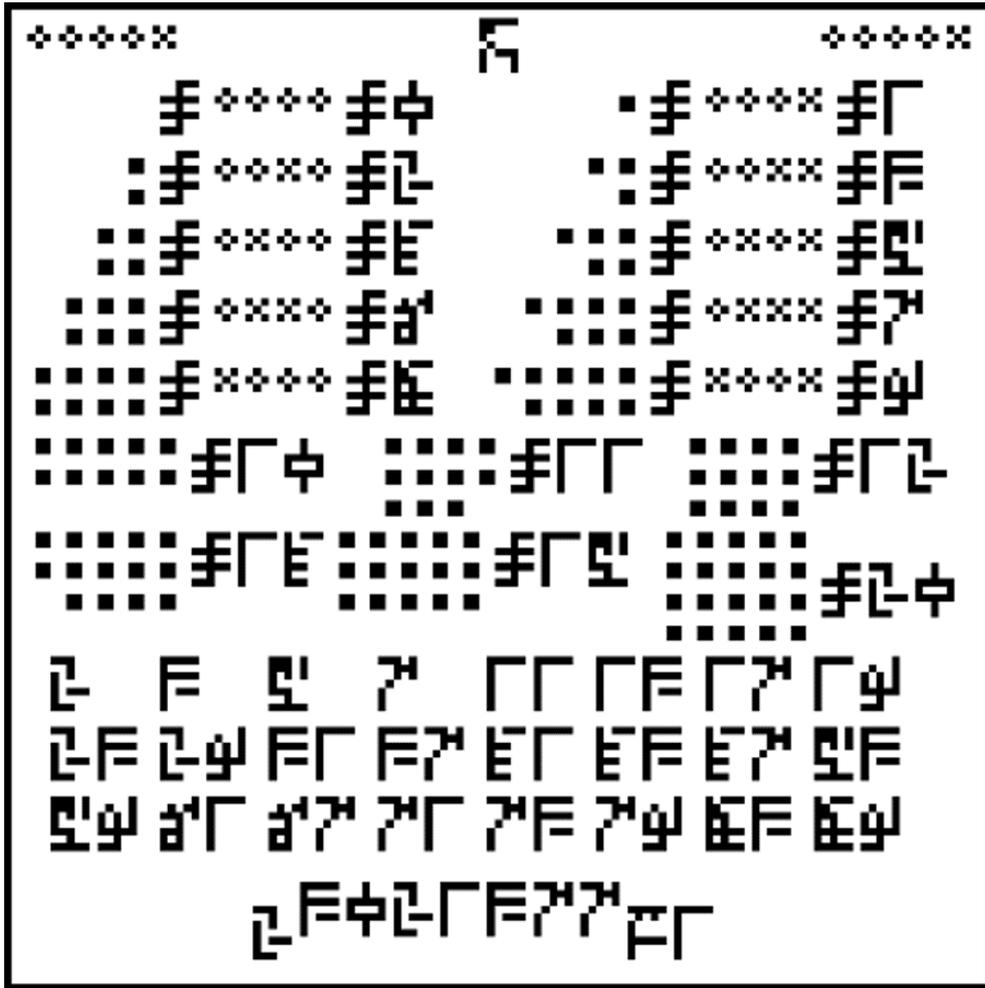
На последующих страницах размещены сведения по астрономии, биологии, географии, космологии.

Вторая часть - частные письма (всего около 50000)

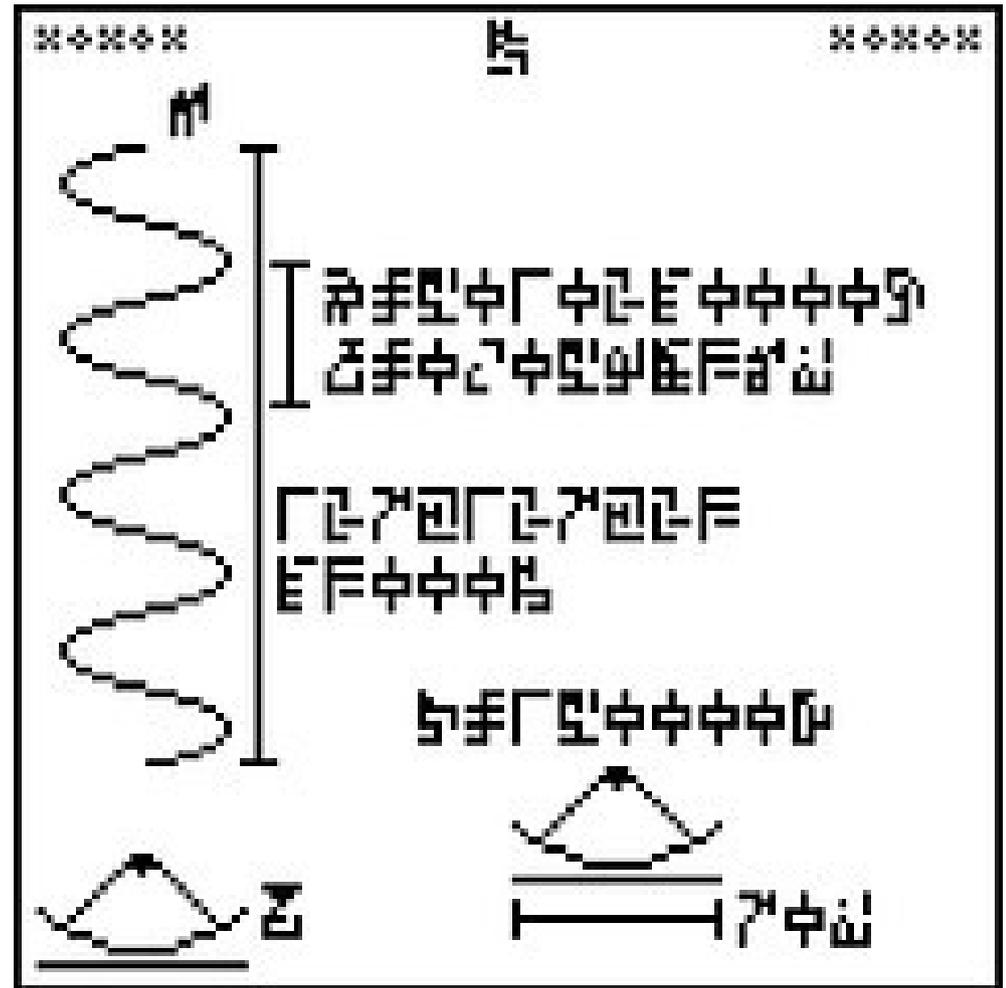
- Остановись и скажи «привет». Майкл, 27 лет, США
- Живите долго и счастливо. Джад, 68 лет, Великобритания
- Моему брату, папе и маме я желаю счастья. Коди, 9 лет, США
- Бразилия — чемпион! Жулио, 34 года, Бразилия
- Вы не одни. Василий, 29 лет, Россия



РТ-70, Евпатория



Первая страница (числа)



Последняя страница (антенна)

Детское послание (The Teen Age Message, TAM)

Структура послания
из трех частей

Тип однозначной частотной функции	Константа	Непрерывная	Дискретная
Информация	Отсутствует	Аналоговая	Цифровая
Сонограмма передаваемого сигнала			

Сеанс	1	2	3	4	5	6
Дата 2001	Авг. 29	Сент. 3	Сент. 3	Сент. 3	Сент. 4	Сент.4
Звезда	HD 197076	HD 50692	HD 95128	HD 126053	HD 76151	HD 193664
Начало, UT+3	21:00	10:30	11:30	12:55	10:50	11:50
Конец, UT+3	23:17	11:15	12:18	13:27	11:40	12:42
Мощность, КВт	126	96	96	96	96	96
Скорость передачи для 3-ей части, бит/сек	100	500	500	500	500	500

Термен-вокс концерт: Идея В. Шварцмана передавать музыку и игры чтобы представить внутренний мир человека

Композитор Е.Шашина на стихи М.Ю.Лермонтова "Выхожу один я на дорогу".

Людвиг ван Бетховен. "Финал девятой симфонии на слова оды Шиллера "К радости"".

Иоган Себастьян Бах. "Токката и фуга ре минор".

Антонио Вивальди. "Времена года. Март. Аллегро."

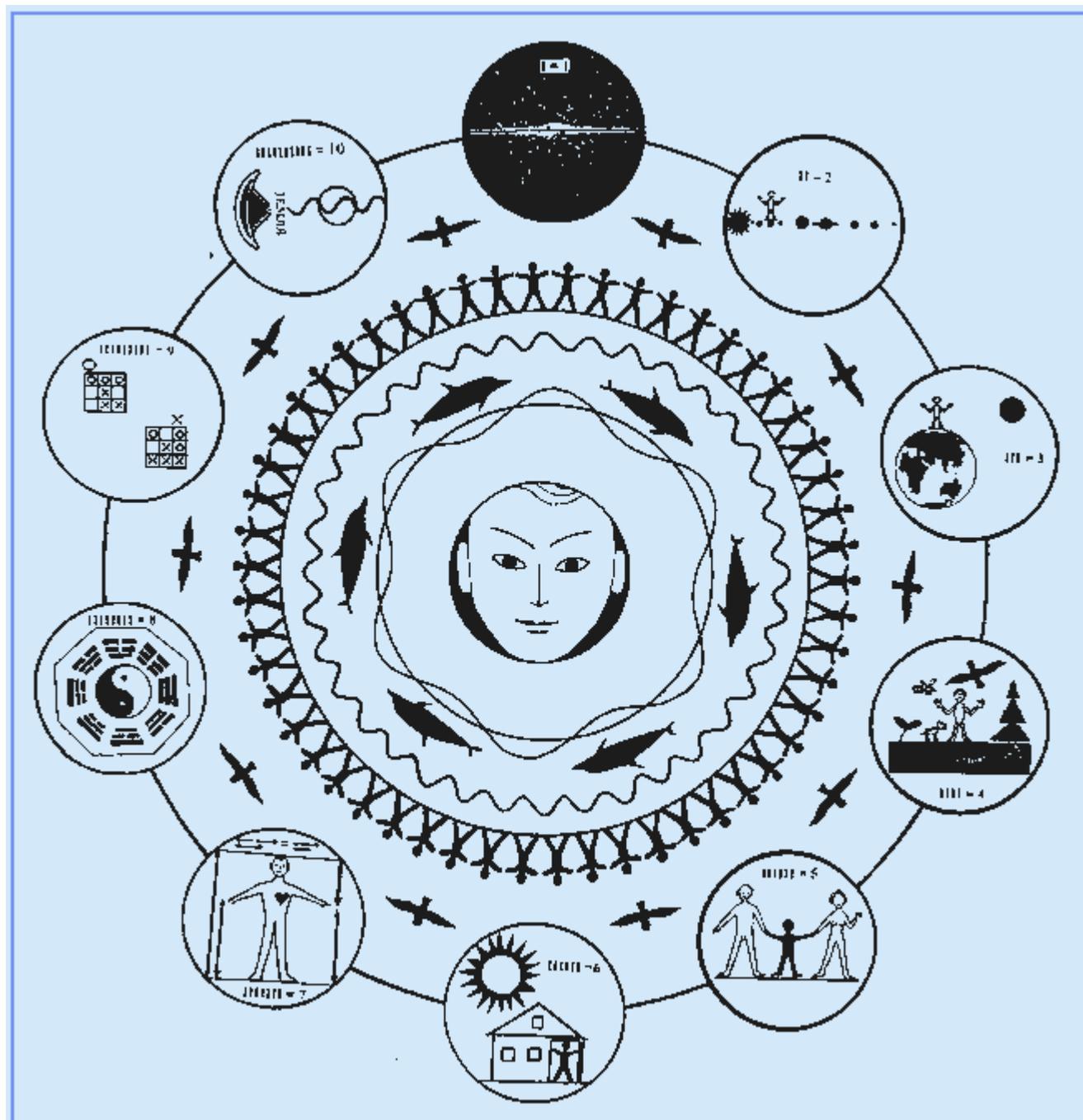
С.В.Рахманинов. "Вокализ".

Александр Дольский. "Исполнение желаний".

Владимир Ланцберг "Алые паруса".

Цифровая часть послания

Эмблема



Текст в виде картинки

Здравствуйте, наши Космические друзья!

Мы, дети планеты Земля, отправляем вам это Послание. Знайте, вы не одиноки во Вселенной. Предлагаем вам дружбу. Галактика, в которой мы с вами живем - наш общий Дом. Мы называем ее Млечный Путь.

Земля вращается вокруг звезды по имени Солнце. На нашей планете, покрытой водой и сушей, обитают много живых существ, но только люди создали техническую цивилизацию.

Мы живем семьями: родители и дети. Дети любят играть. Мы хотим показать вам наши игры, рисунки, музыку. Человек живет около 80 лет. Нам, детям, пишуцим это Послание, сейчас от 13 до 18 лет, и мы надеемся дождаться вашего ответа.

У людей разные культуры, языки и религии. У нас много научных и технических достижений, но ученые изобрели оружие, которое может уничтожить жизнь на Земле.

Наша планета прекрасна, но больна. Наши проблемы - это войны, нарушенная экология, истощение природных ресурсов. Но мы верим, что сможем преодолеть эти проблемы и все люди на Земле будут счастливы.

Мы хотим узнать о вас, ответьте нам и мы будем очень рады! Желаем вам мира и добра!

Дети Земли, август-сентябрь 2001 год.

Dear friends from the Universe!

We are the children from the Earth planet, sending this Message to you. We want you to know, that you are not alone in the Universe. We offer to be your friends. The Galaxy, where you and we live, is our common Home. We named it the 'Milky Way'.

The Earth planet is moving around the star named Sun. The planet itself is covered by ocean and land. There are many creatures living on our planet; but only people have created a technological civilization.

We live in families: parents and children. Children like to play. We would like to show you our games, drawings, music. The duration of our life is about 80 years. While writing this Message, we are from 13 to 18 years old. So, we hope to receive your answer.

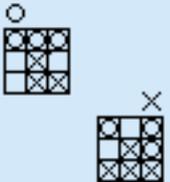
People have many cultures, languages and religions. People have reached the technical progress, but scientists have also invented horrible weapons, which may destroy the life on our Earth.

Our planet is very beautiful, but it is ill. Our problems are wars, ecology, exhaustion of natural resources. But we hope we shall overcome these problems and all people on Earth will be happy!

We would like to learn about you! Please, reply. We would be very glad. We wish you peace and love.

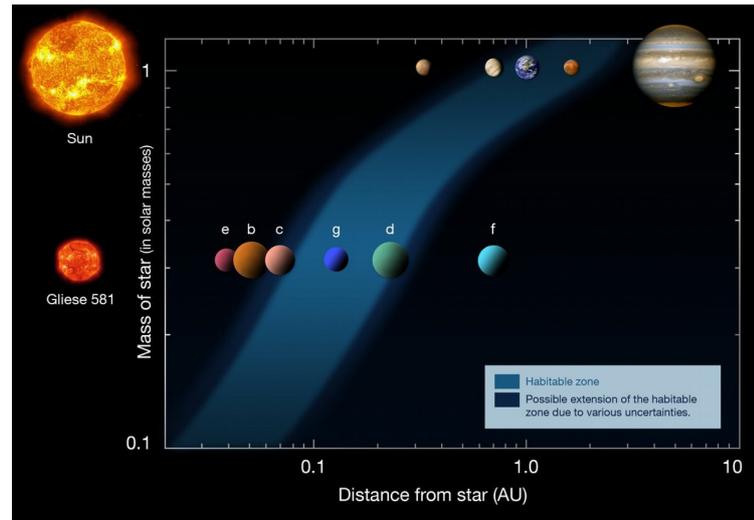
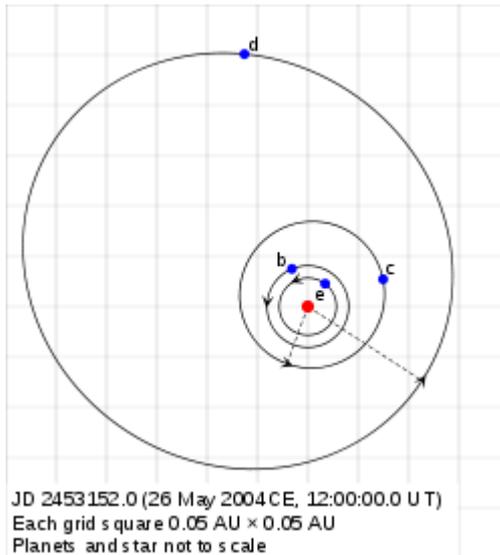
The children from the Earth, August-September, 2001.

Словарь образов

 <p>Дети = Children</p>	 <p>Родители = Parents</p>	 <p>Человек = Man</p>
 <p>Люди = People</p>	 <p>Семья = Family</p>	 <p>Галактика = Galaxy</p>
 <p>Земля = Earth</p>	 <p>Природа = Nature</p>	 <p>Солнце = Sun</p>
 <p>Дом = House</p>	 <p>Игра = Game</p>	 <p>Отправлять Послание = Send Message</p>

A Message from Earth (AMFE) - 9 октября 2008

Передача к системе Gliese 581,
501 сообщение, отобранное по конкурсу.
Просветительская программа
Идея предложена Oli Madgett из RDF Digital,
Сообщение отправлено по руководством
А.Л. Зайцева из Евпаторийской обсерватории



РТ-70, Евпатория

Система Gliese 581, 22 св.лет

Результаты

Две стратегии поиска сигналов:

1. Цивилизации I типа: маломощные узкополосные сигналы -
Для непрерывного облучения 10^6 звезд мощностью по 1 МВт в пучке всего нужно 1ТВт.
Но нужно (и можно) облучать 10^9 звезд!
Только сканирование!

Надо искать короткие монохроматические сигналы в случайное время в случайном месте.

Эпизодические прослушивания звезд-кандидатов:
Если повезет, можно обнаружить сигнал, но **в чем заключается научный результат работы, если сигнал не найден?**

2. Цивилизации II и III типа: поиск мощных маяков и астроинженерии.

Прослушивание всего неба длительное время
ненаправленными (всенаправленными) антеннами.

Если сигнал не обнаружен, то **научный результат - ограничение на мощность сигнала сверху в зависимости от расстояния с растущим ограничением на период повтора**

Астроинженерные конструкции должны быть видны постоянно.

Космические чудеса.

1970-1972, СССР

В.С. Троицкий (Нижний Новгород) — совпадения (10^{-22} Вт/м², 60 сек)

Н.С. Кардашев (Москва) - совпадения + дисперсионная задержка
(10^{-21} Вт/м², менее секунды)

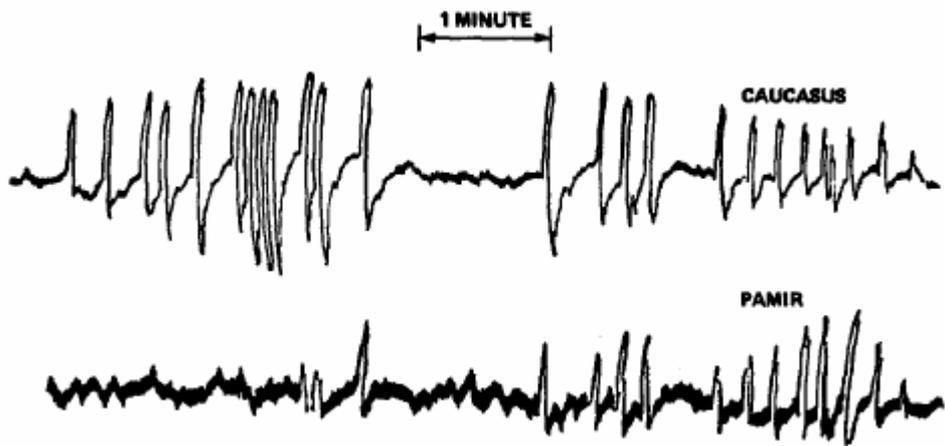


Fig. 3. Series of rectangular pulses coinciding at two points.

10^{-21} Вт/м²

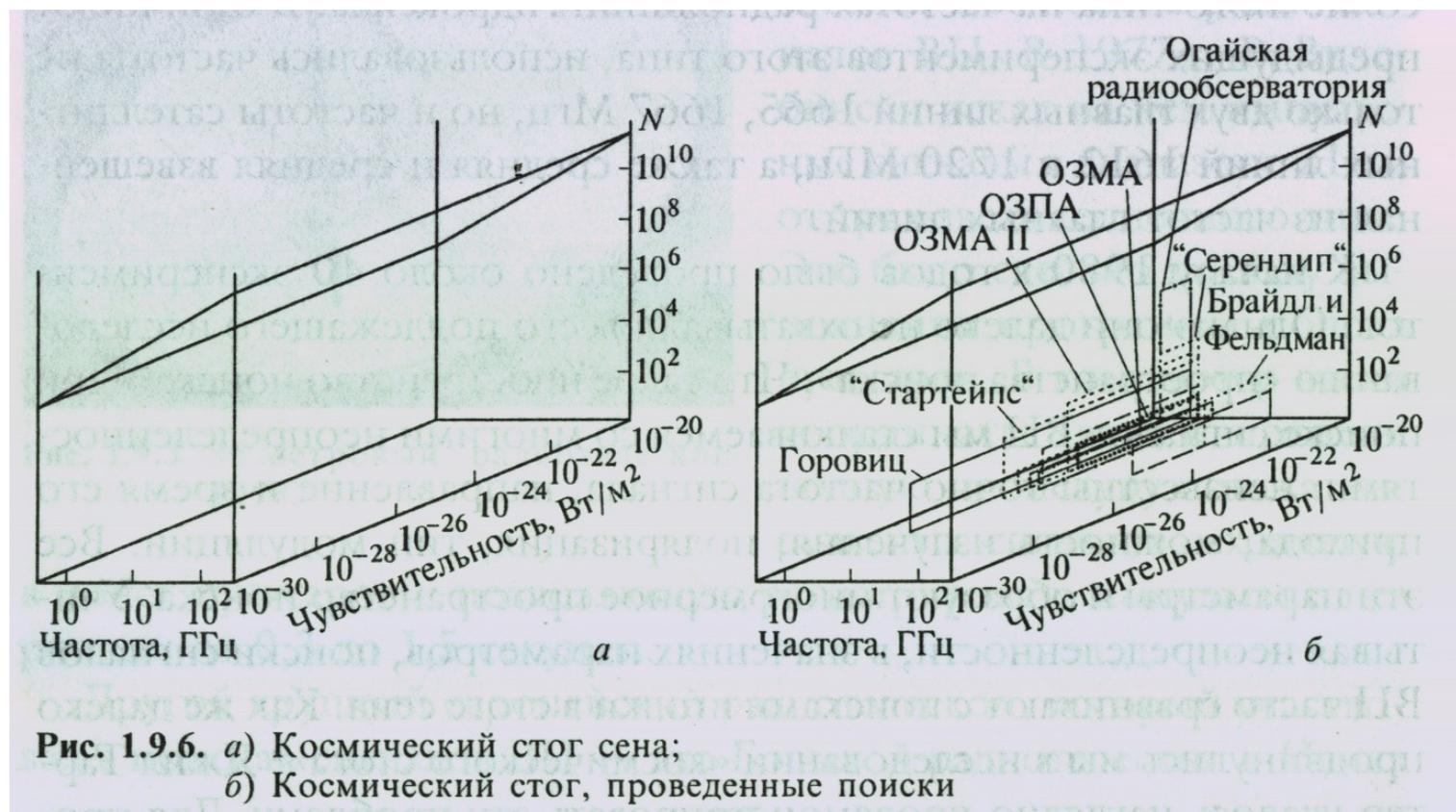
Результат:

На расстоянии ближе 1 кпс нет изотропных маяков с энергией более 1.5×10^{26} Дж в импульсе с периодом повторов менее суток-месяца.

Энергия сильной солнечной вспышки
200 тыс. лет энергопотребления на Земле

Узконаправленный маяк -
 $1.5 \times 10^{26} \text{ Дж} / 10^6 = 1.5 \times 10^{20} \text{ Дж}$

Космический стог сена - Дрейк и (или) Тартер



- На картинке отсутствуют многие параметры, в частности - время
- Джил Тартер: К 1981 г. обследована 10^{-17} (?) часть пространства поиска
- Значительная часть пространства поиска исследована ненаправленными антеннами — **этого нет на картинке**

Итог первых двух периодов 1959-1980 и 1980-2017 исследования по проблеме SETI

- Цивилизаций II и III типа нет в ближайшей окрестности масштаба 1 кпс (???)
- Цивилизаций III типа нет и в ближайших галактиках (???)
- Про цивилизации I типа сказать нельзя ничего. Необходимо продолжать поиски
- Про цивилизации II типа на расстояниях существенно больших 1 кпс сказать нельзя ничего. Необходимо продолжать поиски

Миф SETI: Ученые искали-искали, и никого не нашли.

Поэтому и нет никаких внеземных цивилизаций.

Реальность: Поиски внеземных цивилизаций фактически еще не начаты, и не вышли из методической фазы.

Сигнал «Wow!»

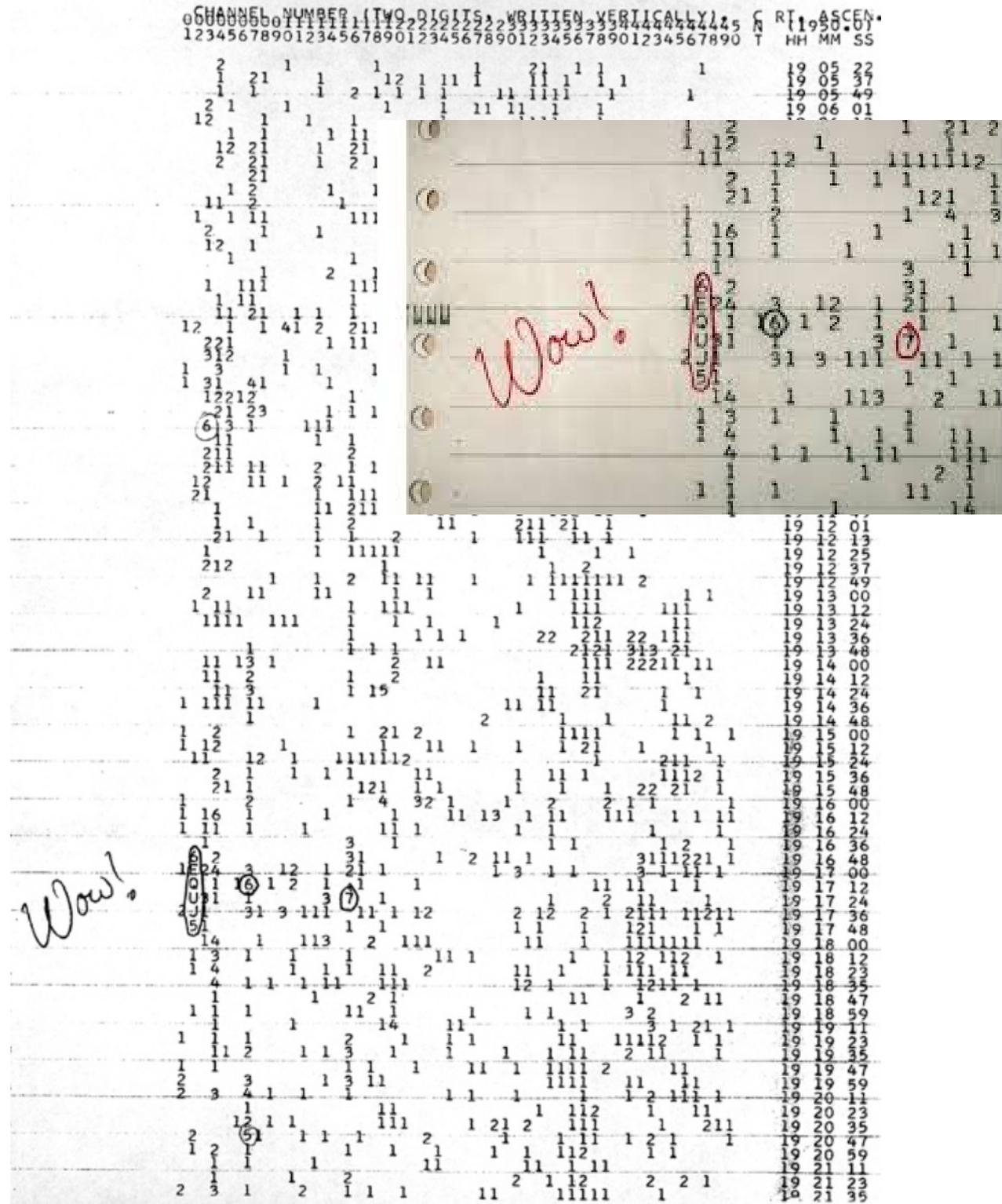
15 августа 1977 г
Телескоп «Большое ухо»
(Big Ear)
Огайо, США
Jerry R. Ehman
Волна 21 см
Полоса 10 КГц



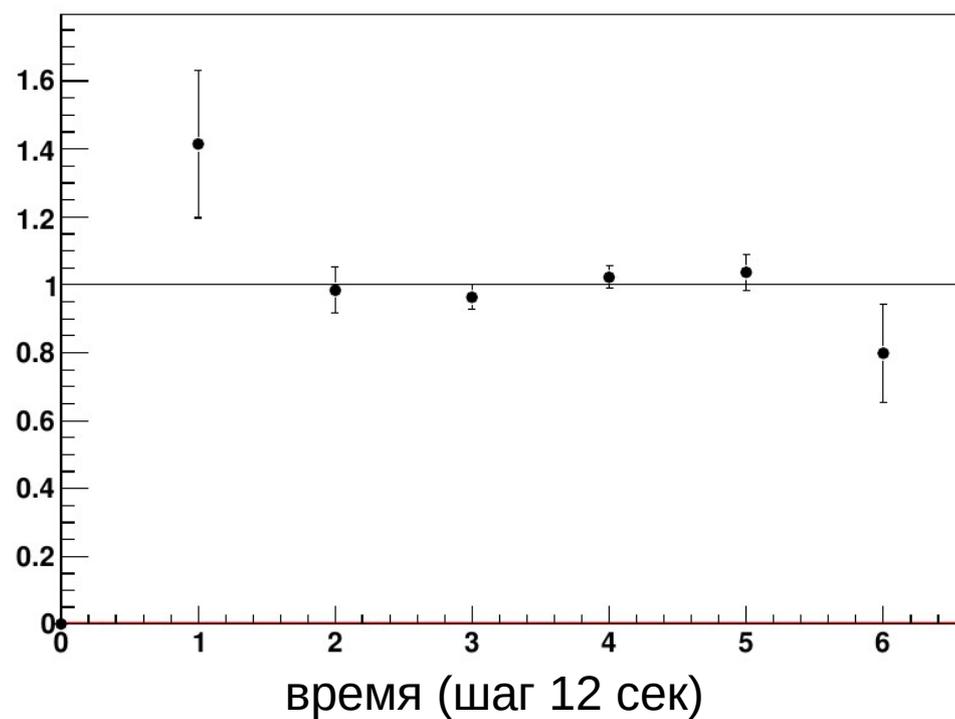
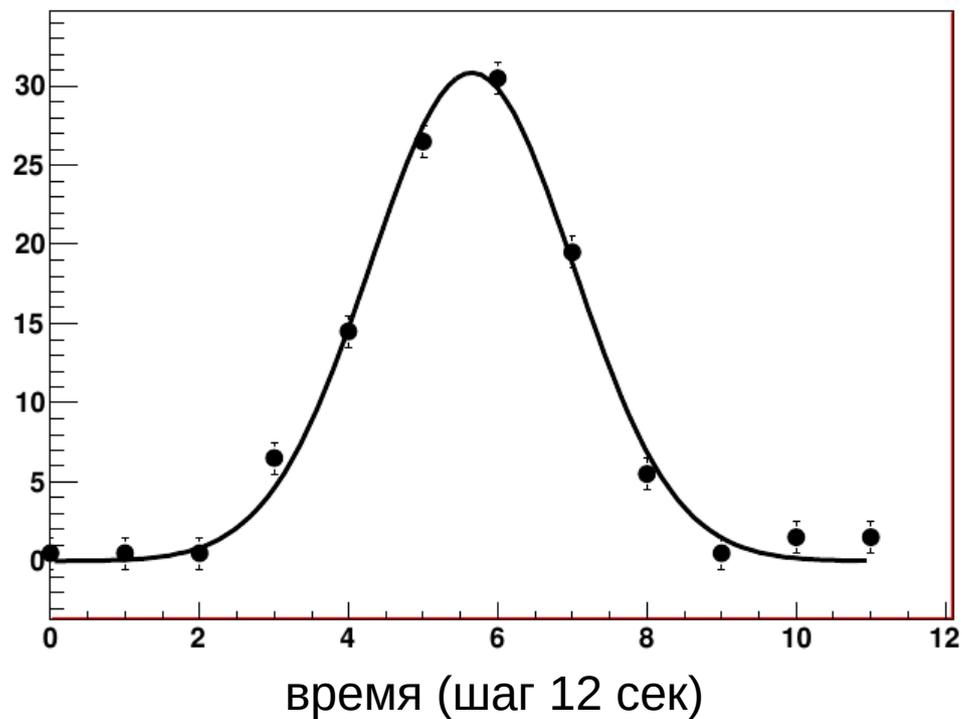
Jerry R. Ehman



Big Ear telescope

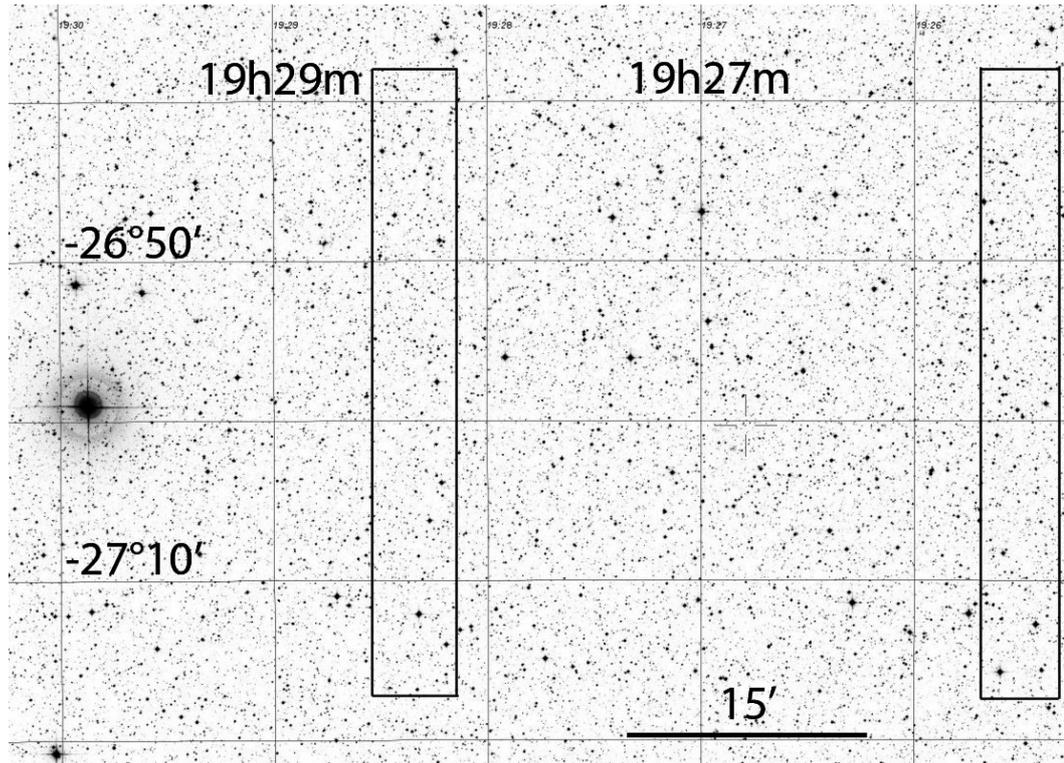


Исходный профиль сигнала и коррекция на профиль апертуры



Профиль сигнала согласуется с предположением о постоянной амплитуде

Отсутствует двукратное появление в апертуре!



Неопределенность положения:

Неизвестно, в какой именно из двух апертур появился сигнал, но очевидно, что сигнал либо появился, либо исчез во время измерений (3-4 мин).

Повторные наблюдения ничего не дали

Радиосигнал SHGb02+14a

SETI@home, Аресибо

Март 2003 года

Источник наблюдался три раза общей
длительностью около 1 минуты на
частоте 1420 МГц

В направлении приема отсутствуют звёзды в пределах 1000 световых лет

Частота сигнала меняется с очень высокой скоростью: от 8 до 37 Гц/с.
«Планета» вращается почти в 40 раз быстрее, чем Земля.

При первичном обнаружении сигнала, каждый раз его частота
соответствовала 1420 МГц, в то время как сигнал с изменяющейся
частотой должен обнаруживаться на разных частотах
в пределах её колебания

Сигнал может быть неизвестным космическим явлением,
космическим шумом или же сбоем оборудования телескопа Аресибо

SETI@home
The Search for Extraterrestrial Intelligence

Gaussian Candidate
SHGb02+14a

• [back to candidate list](#) • [how to read a candidate graph](#) •

2 Matching Events for Candidate **SHGb02+14a**
Score: **2.567e-09**

Event ID: 10212419 Found by: magenbrot <small>8000</small>	Event ID: 18589533 Found by: jafwam <small>8000</small>
Approximate Location: * RA: 2 hours DEC: 14 degrees	Approximate Location: * RA: 2 hours DEC: 14 degrees
Frequency: Barycentric: 1420241185 Hz Within-event Graphs: 10212419	Frequency: Barycentric: 1420241203 Hz Within-event Graphs: 18589533

Comparison Graphs for Candidate SHGb02+14a

**Третий период -
профессионально-интернациональный
2015 - 2025/2030 (???)**

Юрий Мильнер



BreakThrough Initiatives, since 2015

<https://breakthroughinitiatives.org/>

We are here.

Circling one star among hundreds of billions, in one galaxy among a hundred billion more, in a Universe that is vast and expanding ever faster – perhaps toward infinity. In the granular details of daily life, it's easy to forget that we live in a place of astonishing grandeur and mystery.

The Breakthrough Initiatives are a program of scientific and technological exploration, probing the big questions of life in the Universe: Are we alone? Are there habitable worlds in our galactic neighborhood? Can we make the great leap to the stars? And can we think and act *together* – as one world in the cosmos?

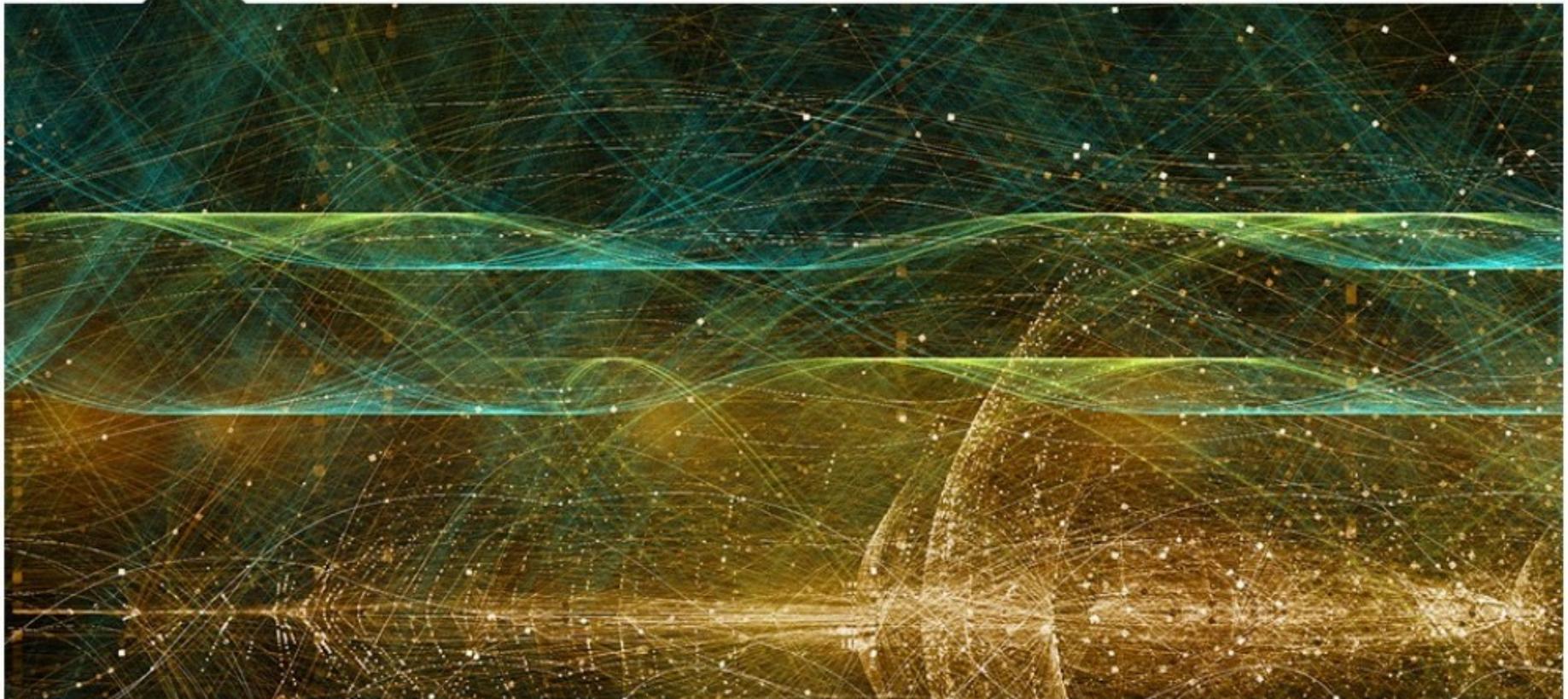
[More...](#)

[LISTEN](#)

[WATCH](#)

[STARSHOT](#)

[MESSAGE](#)



Breakthrough Listen

Very sensitive, excellent frequency coverage...



Milner, Worden, Siemion et al. 2016



Первые известия
вызвали пессимизм...



OPEN DATA ARCHIVE

Breakthrough Listen data are stored in technical formats that require specialized software to analyze, and file sizes can be several gigabytes. Before downloading files from our public archive, we recommend you familiarize yourself with how the data are stored. A good place to start is with the educational materials provided by [Berkeley SETI Research Center](#).

Access analysis results and description from [The Breakthrough Listen Search for Advanced Life: 1.1-1.9 GHz observations of 692 Nearby Stars](#).

A beta interface with additional search options is also available at seti.berkeley.edu/opendata.

SEARCH FORM

Project [Ⓢ]	<input type="text" value="All Projects"/>
File type [Ⓢ]	<input type="text" value="All File Types"/>
Sky coordinates:	
Right Ascension (in degrees) [Ⓢ]	<input type="text"/> +/- <input type="text"/>
Declination (in degrees) [Ⓢ]	<input type="text"/> +/- <input type="text"/>
Time (in MJD) [Ⓢ]	<input type="text"/> +/- <input type="text"/>
Center Frequency (in MHz) [Ⓢ]	<input type="text"/> +/- <input type="text"/>
Target Name [Ⓢ]	<input type="text"/>

SEARCH

<https://breakthroughinitiatives.org/opendatasearch>



Overview

Open Data

Press Release

Overview - Public Data Release 2 - February 2020

Since the Public Data Release 1 in April 2019 we have doubled the amount of data available from our archive.

This release includes the following data sets:

- Over 400 hours of galactic plane observations (along with observations of the Large and Small Magellanic Clouds, as well as the Fornax cluster) using the Parkes multibeam receiver - there is a sky map showing the telescope pointings in this release
- Earth transit zone data used in the analysis described in [Sheikh, et al.](#)
- Observations of Comet Borisov using the L/S/C/X band receivers at Green Bank.
- C band observations of the galactic center taken at Green Bank.
- Additional observational cadences of nearby stars, beyond those used in the analysis depicted in Price, et al. (2020), that were recorded using the L/S band receivers at Green Bank.

We invite the public to read the two papers accompanying the data release and the scientific analysis, and for those with technical skills, to download some of the datasets, to explore them, and to perform their own analyses.

Much of our software is publicly available, including blimpy, a tool for loading filterbank, hdf5, and raw format data files, and turboSETI, a tool for performing Doppler drift searches.

For detailed information about the various data formats we use, along with current standards and conventions, please see the paper: "The Breakthrough Listen Search for Intelligent Life: Public Data, Formats, Reduction and Archiving" - Lebofsky, et al.



Background Photo by Jenya Chernoff

<http://seti.berkeley.edu/bldr2/>

arXiv:1906.07750
The Astronomical Journal 159,3 (2020) 86

The Breakthrough Listen Search for Intelligent Life:
Observations of 1327 Nearby Stars over 1.10–3.45 GHz

DANNY C. PRICE,^{1,2} J. EMILIO ENRIQUEZ,^{1,3} BRYAN BRZYCKI,¹ STEVE CROFT,¹ DANIEL CZECH,¹ DAVID DEBOER,¹
JULIA DEMARINES,¹ GRIFFIN FOSTER,^{1,4} VISHAL GAJJAR,¹ NECTARIA GIZANI,^{1,5} GREG HELLBOURG,¹
HOWARD ISAACSON,^{1,6} BRIAN LACKI,⁷ MATT LEBOFKY,¹ DAVID H. E. MACMAHON,¹ IMKE DE PATER,¹
ANDREW P. V. SIEMION,^{1,8,3,9} DAN WERTHIMER,¹ JAMES A. GREEN,¹⁰ JANE F. KACZMAREK,¹⁰ RONALD J. MADDALENA,¹¹
STACY MADER,¹⁰ JAMIE DREW,¹² AND S. PETE WORDEN¹²

¹*Department of Astronomy, University of California Berkeley, Berkeley CA 94720*

²*Centre for Astrophysics & Supercomputing, Swinburne University of Technology, Hawthorn, VIC 3122, Australia*

³*Department of Astrophysics/IMAPP, Radboud University, Nijmegen, Netherlands*

⁴*Astronomy Department, University of Oxford, Keble Rd, Oxford, OX13RH, United Kingdom*

⁵*Hellenic Open University, School of Science & Technology, Parodos Aristotelous, Perivola Patron, Greece*

⁶*University of Southern Queensland, Toowoomba, QLD 4350, Australia*

⁷*Breakthrough Listen, Department of Astronomy, University of California Berkeley, Berkeley CA 94720*

⁸*SETI Institute, Mountain View, California*

⁹*University of Malta, Institute of Space Sciences and Astronomy*

¹⁰*Australia Telescope National Facility, CSIRO, PO Box 76, Epping, NSW 1710, Australia*

¹¹*Green Bank Observatory, West Virginia, 24944, USA*

¹²*The Breakthrough Initiatives, NASA Research Park, Bld. 18, Moffett Field, CA, 94035, USA*

(Received June 18, 2019; Revised November 20, 2019; Accepted December 22, 2019)

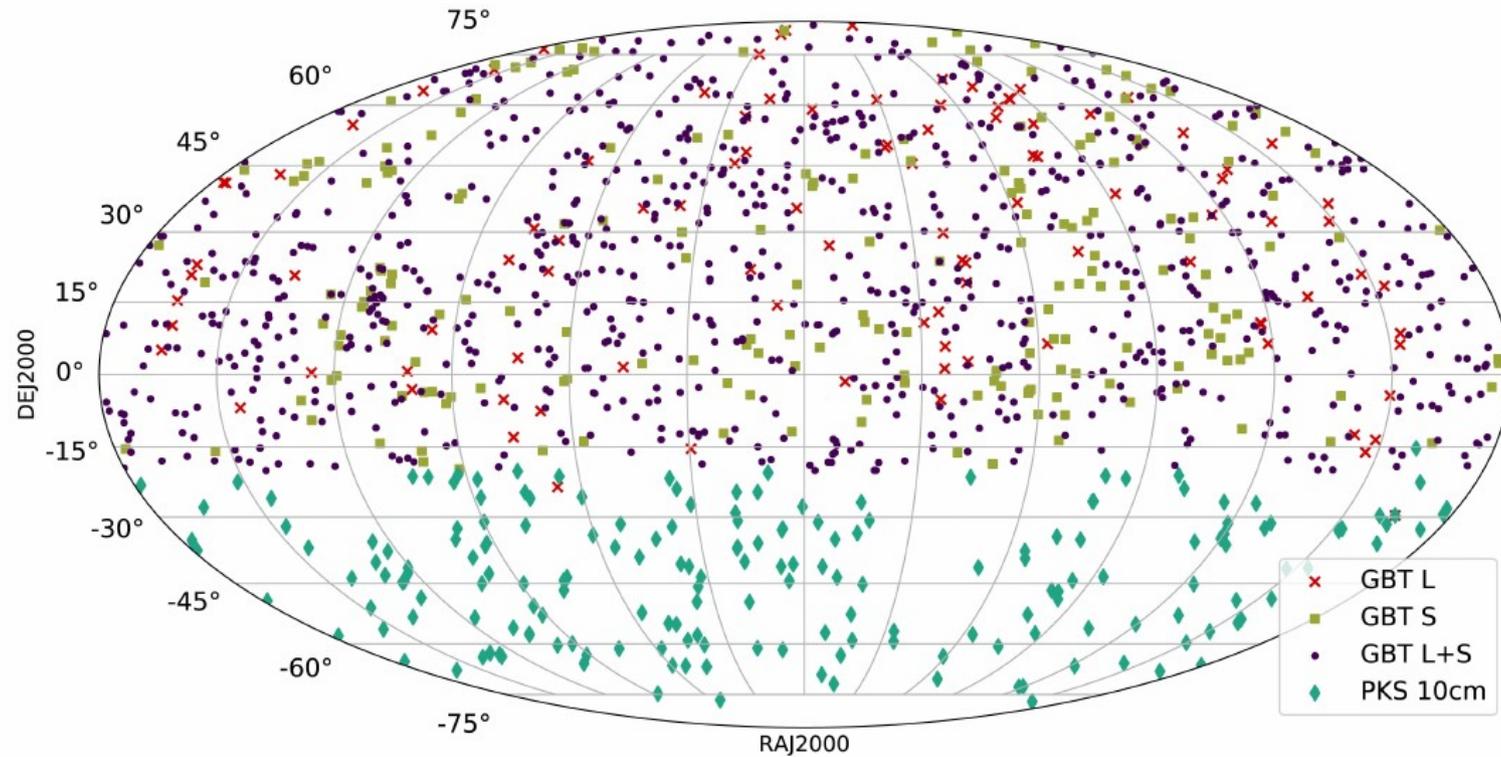


Figure 1. Distribution of observed sources in equatorial coordinates, taken from the 1702-star sample of [Isaacson et al. \(2017\)](#). Sources observed with Green Bank at both L-band and S-band are plotted in purple; sources only observed at L-band are plotted with red crosses; sources only observed at S-band are plotted with yellow squares; and sources observed with Parkes at 10cm are plotted with aqua diamonds.

$$5(T) + 5(B) + 5(T) + 5(B) + 5(T) + 5(B) = 15 \text{ min (Target)} + 15 \text{ min (Background)}$$

The Breakthrough Listen Search for Intelligent Life: A 3.95–8.00 GHz Search for Radio Technosignatures in the Restricted Earth Transit Zone

SOFIA Z. SHEIKH,¹ ANDREW SIEMION,^{2,3,4} J. EMILIO ENRIQUEZ,^{2,3} DANNY C. PRICE,^{2,5} HOWARD ISAACSON,² MATT LEBOSKY,²
VISHAL GAJJAR,² AND PAUL KALAS^{2,4,6}

¹*Department of Astronomy & Astrophysics and Center for Exoplanets and Habitable Worlds
525 Davey Laboratory, The Pennsylvania State University, University Park, PA, 16802, USA*

²*Department of Astronomy, University of California, Berkeley, 501 Campbell Hall 3411, Berkeley, CA, 94720, USA*

³*Department of Astrophysics/IMAPP, Radboud University, P.O. Box 9010, NL-6500 GL Nijmegen, The Netherlands*

⁴*SETI Institute, Carl Sagan Center, 189 Bernardo Ave., Mountain View CA 94043, USA*

⁵*Centre for Astrophysics & Supercomputing, Swinburne University of Technology, Hawthorn, VIC 3122, Australia*

⁶*Institute of Astrophysics, FORTH, GR-71110 Heraklion, Greece*

ABSTRACT

We report on a search for artificial narrowband signals of 20 stars within the restricted Earth Transit Zone as a part of the ten-year Breakthrough Listen (BL) search for extraterrestrial intelligence. The restricted Earth Transit Zone is the region of the sky from which an observer would see the Earth transit the Sun with an impact parameter of less than 0.5. This region of the sky is geometrically unique, providing a potential way for an extraterrestrial intelligence to discover the Solar System. The targets were nearby (7–143 pc) and the search covered an electromagnetic frequency range of 3.95–8.00 GHz. We used the Robert C. Byrd Green Bank Telescope to perform these observations with the standard BL data recorder. We searched these data for artificial narrowband (\sim Hz) signals with Doppler drift rates of ± 20 Hz s⁻¹. We found one set of potential candidate signals on the target HIP 109656 which was then found to be consistent with known properties of anthropogenic radio frequency interference. We find no evidence for radio technosignatures from extraterrestrial intelligence in our observations. The observing campaign achieved a minimum detectable flux which would have allowed detections of emissions that were 10⁻³ to 0.88 times as powerful as the signaling capability of the Arecibo radar transmitter, for the nearest and furthest stars respectively. We conclude that at least 8% of the systems in the restricted Earth Transit Zone within 150 pc do not possess the type of transmitters searched in this survey. To our knowledge, this is the first targeted search for extraterrestrial intelligence of the restricted Earth Transit Zone. All data used in this paper are publicly available via the Breakthrough Listen Public Data

Table 1. The list of 20 targets observed in this work.

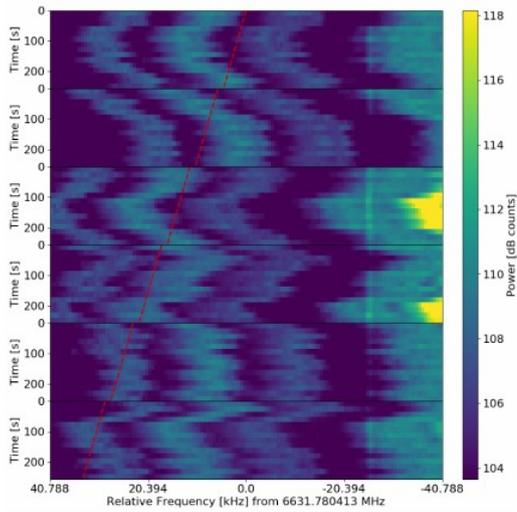
ID	RA (hr)	Dec (deg)	Distance (pc)	μ_{RA} (mas)	μ_{Dec} (mas)	V mag.	Sp. Type	EIRP _{min} (GW)	EIRP _{min} (L_A)
HIP 3765	00 48 23.0	+05 16 50.2	7.4350 ^{+0.0049} _{-0.0049}	755.6	-1141.8	5.74 ^{β}	K2.5V ^{α}	47	0.002
HIP 95417	19 24 34.2	-22 03 43.8	27.6284 ^{+0.0476} _{-0.0476}	-230.8	-451.6	10.899 ^{γ}	K8V ^{α}	653	0.033
HIP 64688	13 15 30.8	-08 03 18.5	40.7145 ^{+0.1079} _{-0.1079}	49.5	58.7	8.06 ^{ϵ}	G5V ^{δ}	1417	0.071
HIP 34271	07 06 16.8	+22 40 00.6	43.1941 ^{+0.0961} _{-0.0961}	-92.4	-78.8	8.39 ^{ξ}	G2V ^{\circ}	1595	0.080
HIP 33497	06 57 46.3	+22 53 33.2	44.6959 ^{+0.1414} _{-0.1414}	-144.2	-142.0	7.75 ^{ξ}	G0 ^{ζ}	1708	0.086
HIP 15381	03 18 20.0	+18 10 17.8	47.4030 ^{+0.1074} _{-0.1074}	-83.1	-103.8	7.540 ^{η}	G0 ^{ζ}	1921	0.096
HIP 9607	02 03 33.0	+12 35 05.0	47.6268 ^{+0.0903} _{-0.0903}	377.3	-55.7	13.475 ^{ϵ}	K7V ^{θ}	1939	0.097
HIP 43418	08 50 36.9	+17 41 21.5	50.1645 ^{+0.1004} _{-0.1004}	-158.4	-61.2	9.51 ^{ξ}	K0 ^{π}	2151	0.107
HIP 83662	17 05 59.6	-22 51 24.3	50.3563 ^{+0.1270} _{-0.1270}	39.8	-325.7	10.00 ^{ϵ}	K2 ^{ι}	2167	0.108
HD 174995	18 54 12.7	-22 54 24.9	53.1762 ^{+0.1657} _{-0.1657}	-166.1	-362.4	8.62 ^{γ}	G9 ^{ι}	2417	0.121
HIP 111332	22 33 21.5	-09 03 48.8	61.0706 ^{+0.2268} _{-0.2268}	297.7	-61.0	8.86 ^{ξ}	G3V ^{δ}	3188	0.159
HIP 118159	23 58 04.5	-00 07 41.5	66.3060 ^{+0.2286} _{-0.2286}	-43.8	-18.4	9.16 ^{ξ}	G5Vn ^{δ}	3758	0.160
HIP 16136	03 27 55.3	+18 52 56.4	66.8400 ^{+0.2216} _{-0.2216}	14.3	-60.6	8.48 ^{ϵ}	G0 ^{π}	3818	0.191
HIP 88631	18 05 46.7	-23 31 03.8	84.1206 ^{+0.3474} _{-0.3474}	25.9	-212.7	9.28 ^{ξ}	G6/8V ^{κ}	6048	0.303
HIP 46339	09 26 49.4	+14 55 40.7	85.6076 ^{+0.4690} _{-0.4690}	21.9	-92.6	8.38 ^{ξ}	G0 ^{ζ}	6264	0.313
HIP 109656	22 12 51.0	-10 55 34.2	89.49 ⁺⁸⁵ _{-44.951} ^{ρ}	180.4 ^{λ}	-183.0 ^{λ}	10.80 ^{ϵ}	K2V ^{μ}	6845	0.342
HIP 82986	16 57 30.2	-22 38 37.1	127.4259 ^{+1.0830} _{-1.0830}	-3.1	-30.1	9.78 ^{ϵ}	G0V ^{κ}	13878	0.694
HIP 61349	12 34 13.3	-03 43 16.2	136.6195 ^{+1.0807} _{-1.0807}	13.4	-57.8	8.57 ^{ϵ}	F5V ^{δ}	15952	0.798
HIP 65642	13 27 29.7	-09 11 33.7	137.1272 ^{+1.4009} _{-1.4009}	-54.9	-11.9	9.48 ^{ϵ}	G5V ^{δ}	16071	0.803
HIP 19054	04 04 56.5	+20 51 23.3	143.4597 ^{+1.0373} _{-1.0373}	12.8	-52.1	8.98 ^{ϵ}	G0 ^{ν}	17590	0.880

References— ^{α} Gray et al. (2006), ^{β} van Belle & von Braun (2009), ^{γ} Zacharias et al. (2012), ^{δ} Houk & Swift (1999), ^{ϵ} Høg et al. (2000), ^{ζ} Cannon & Pickering (1993), ^{η} Oja (1987), ^{θ} Stephenson (1986), ^{ι} Bidelman (1985), ^{κ} Houk & Smith-Moore (1988), ^{λ} Prusti et al. (2016), ^{μ} Dressing et al. (2017), ^{ν} Nesterov et al. (1995), ^{ξ} van Leeuwen (2007), ^{\circ} Lockwood & Thompson (2009), ^{π} Heckmann (1975), ^{ρ} Kunder et al. (2017)

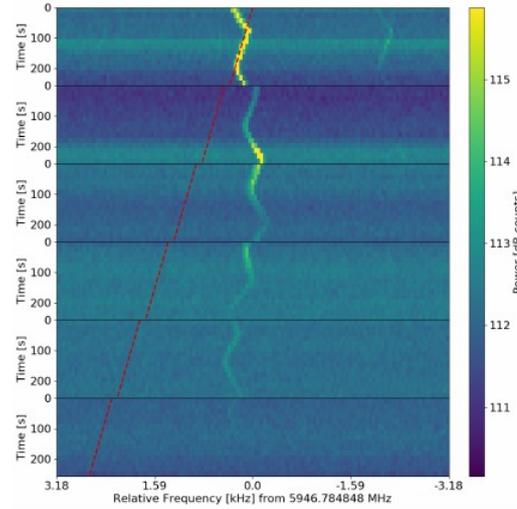
NOTE—For each target, we include its identifier (ID), right ascension in hours (RA), declination in degrees (Dec), distance in parsecs (Distance), proper motion in right ascension and declination in milliarcseconds (μ_{RA} and μ_{Dec}), apparent visual magnitude, and spectral type. We also show minimum detectable Equivalent Isotropically Radiated Powers (EIRPs) for transmitters at each target (calculated in Section 3). Column 9 gives this value in gigawatts and Column 10 gives this same value in units of L_A , where $L_A = L_{Arecibo} = 20\text{TW}$ (Siemion et al. 2013). All right ascensions, declinations, parallax distances, and proper motions are sourced from GAIA DR2 (Brown et al. 2018) except where otherwise indicated.

Target	Flagged By	# of Events	Frequencies (MHz)	Drift Rates (Hz/s)	SNRs
HIP 65642	AH	4	6631.73, 7968.67	0.00, 0.01	24, 37
HIP 96440 and HIP 95417	OND	12 and 5	7655.18–7656.41	0.05–0.07	10–20
HIP 88982	AH and OND	271	4506.04–4526.98	0.01	10–20
LTT 88982	OND	94	5190.30–5213.93	± 0.01	10–180

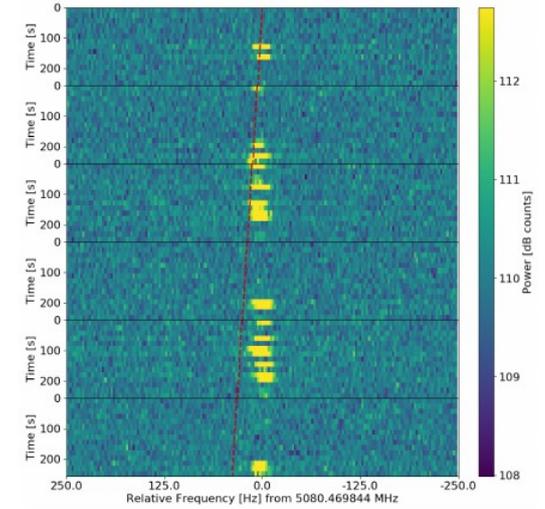
Table 4. The four potential candidate sets identified by the two filters. AH stands for “All-Hit Filter” and OND stands for “Only Non-Zero Drift Filter”.



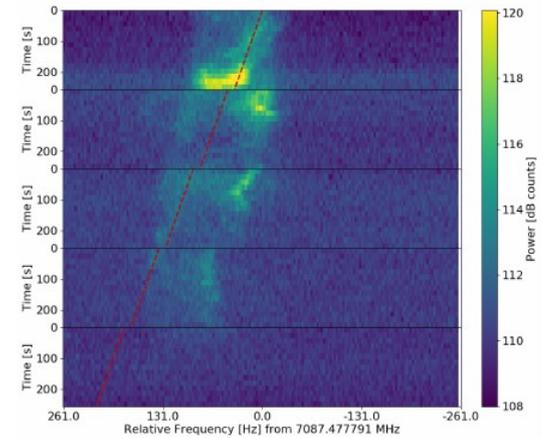
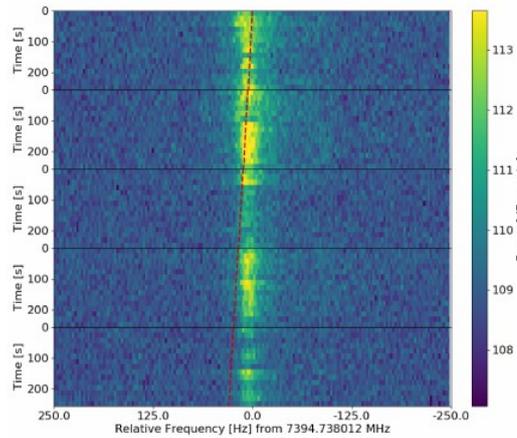
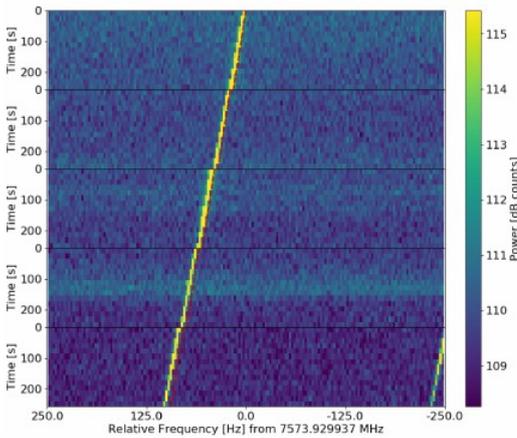
(d)



(e)



(f)



First SETI Observations with China's Five-hundred-meter Aperture Spherical radio Telescope (FAST)

ZHI-SONG ZHANG,^{1,2,3,4} DAN WERTHIMER,^{3,4} TONG-JIE ZHANG,⁵ JEFF COBB,^{3,4} ERIC KORPELA,³ DAVID ANDERSON,³
VISHAL GAJJAR,^{3,4} RYAN LEE,^{4,6,7} SHI-YU LI,⁵ XIN PEI,^{2,8} XIN-XIN ZHANG,¹ SHI-JIE HUANG,¹ PEI WANG,¹ YAN ZHU,¹
RAN DUAN,¹ HAI-YAN ZHANG,¹ CHENG-JIN JIN,¹ LI-CHUN ZHU,¹ AND DI LI^{1,2}

¹*National Astronomical Observatories, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100012, China*

²*University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China*

³*Space Sciences Laboratory, University of California, Berkeley, Berkeley CA 94720*

⁴*Department of Astronomy, University of California Berkeley, Berkeley CA 94720, USA*

⁵*Department of Astronomy, Beijing Normal University, Beijing 100875, China*

⁶*Department of Physics, University of California Berkeley, Berkeley CA 94720, USA*

⁷*Department of Computer Science, University of California Berkeley, Berkeley CA 94720, USA*

⁸*Xinjiang Astronomical Observatory, CAS, 150, Science 1-Street, Urumqi, Xinjiang 830011, China*

ABSTRACT

The Search for Extraterrestrial Intelligence (SETI) attempts to address the possibility of the presence of technological civilizations beyond the Earth. Benefiting from high sensitivity, large sky coverage, an innovative feed cabin for China's Five-hundred-meter Aperture Spherical radio Telescope (FAST), we performed the SETI first observations with FAST's newly commissioned 19-beam receiver; we report preliminary results in this paper. Using the data stream produced by the SERENDIP VI realtime multibeam SETI spectrometer installed at FAST, as well as its off-line data processing pipelines, we identify and remove four kinds of radio frequency interference (RFI): zone, broadband, multi-beam, and drifting, utilizing the Nebula SETI software pipeline combined with machine learning algorithms. After RFI mitigation, the Nebula pipeline identifies and ranks interesting narrow band candidate ET signals, scoring candidates by the number of times candidate signals have been seen at roughly the same sky position and same frequency, signal strength, proximity to a nearby star or object of interest, along with several other scoring criteria. We show four example candidates groups that demonstrate these RFI mitigation and candidate selection. This preliminary testing on FAST data helps to validate our SETI instrumentation techniques as well as our data processing pipeline.



Получает финансирование от BreakThrought Listen
Только 1 день наблюдений, 19 июля 2019 г.

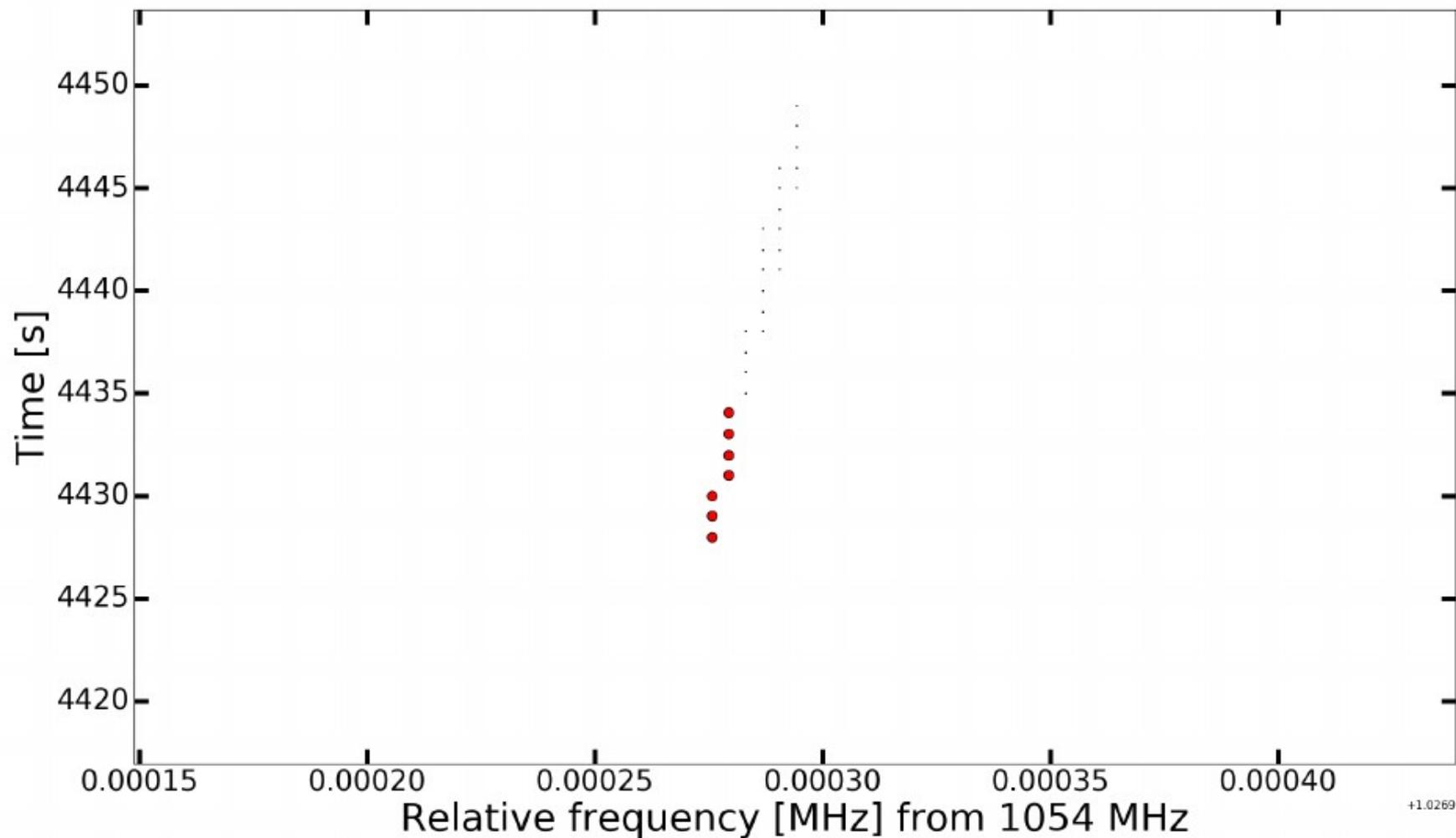


Figure 19. Zoom in of candidates in Figure 18. Group 1 in top panel only occupies one frequency channel. And Group 2 in bottom panel occupies six successive channels, totally ~ 18.6 Hz of bandwidth. Note that Group 2 is in two colors, because only the red points are found by the SETI pipeline while black points are from the raw data.

BREAKTHROUGH DISCUSS CONFERENCE

April 20-21, 2017

Stanford University

Attendance at this conference is by invite only.

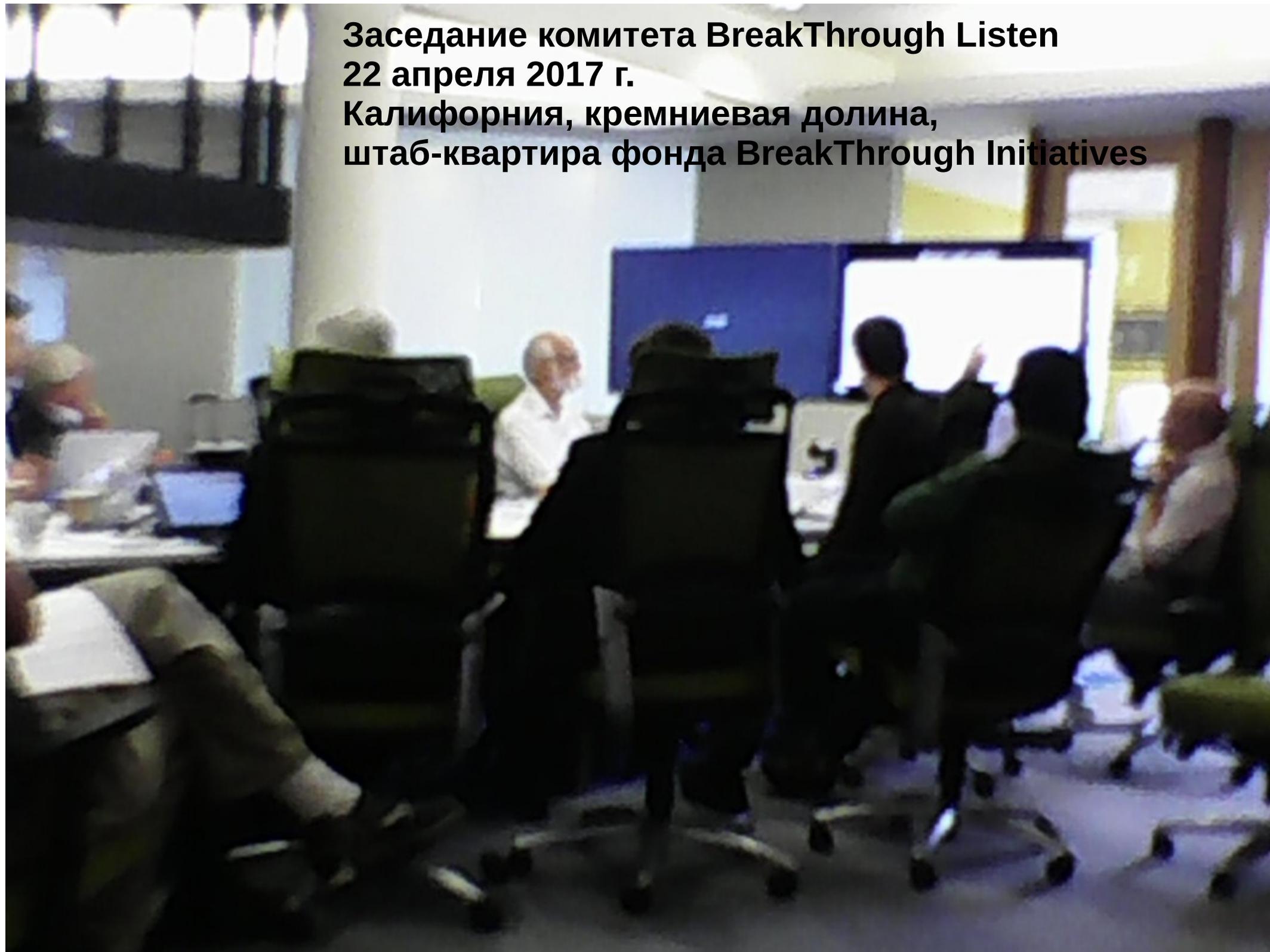
<https://breakthroughinitiatives.org/Events/Discuss>

Заседание комитета BreakThrough Listen

22 апреля 2017 г.

Калифорния, кремниевая долина,

штаб-квартира фонда BreakThrough Initiatives



Понимание проблемы начало меняться!



HOME	EVENT INFORMATION	FAQ	LOCATION AND TOURS	TRAVEL AND ACCOMMODATION	INDUSTRY	SPONSORS AND EXHIBITORS	NEWS AND MEDIA	ABOUT US	CONTACT
----------------------	-----------------------------------	---------------------	------------------------------------	------------------------------------------	--------------------------	-----------------------------------------	--------------------------------	--------------------------	-------------------------



IAC2017: A Great Success!

MANCHESTER
1824

The University of Manchester
Jodrell Bank Observatory

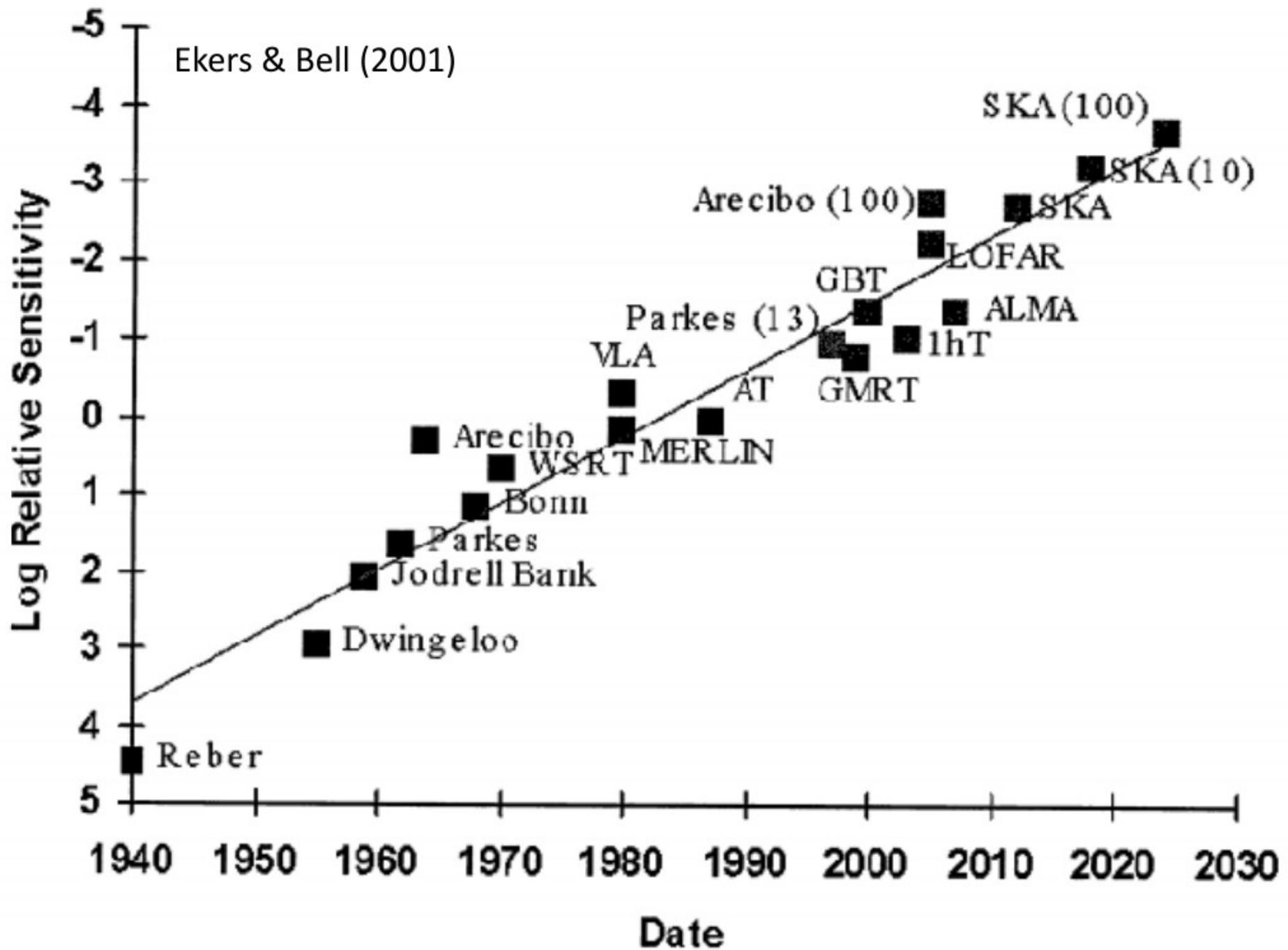
All-sky radio SETI

Mike Garrett

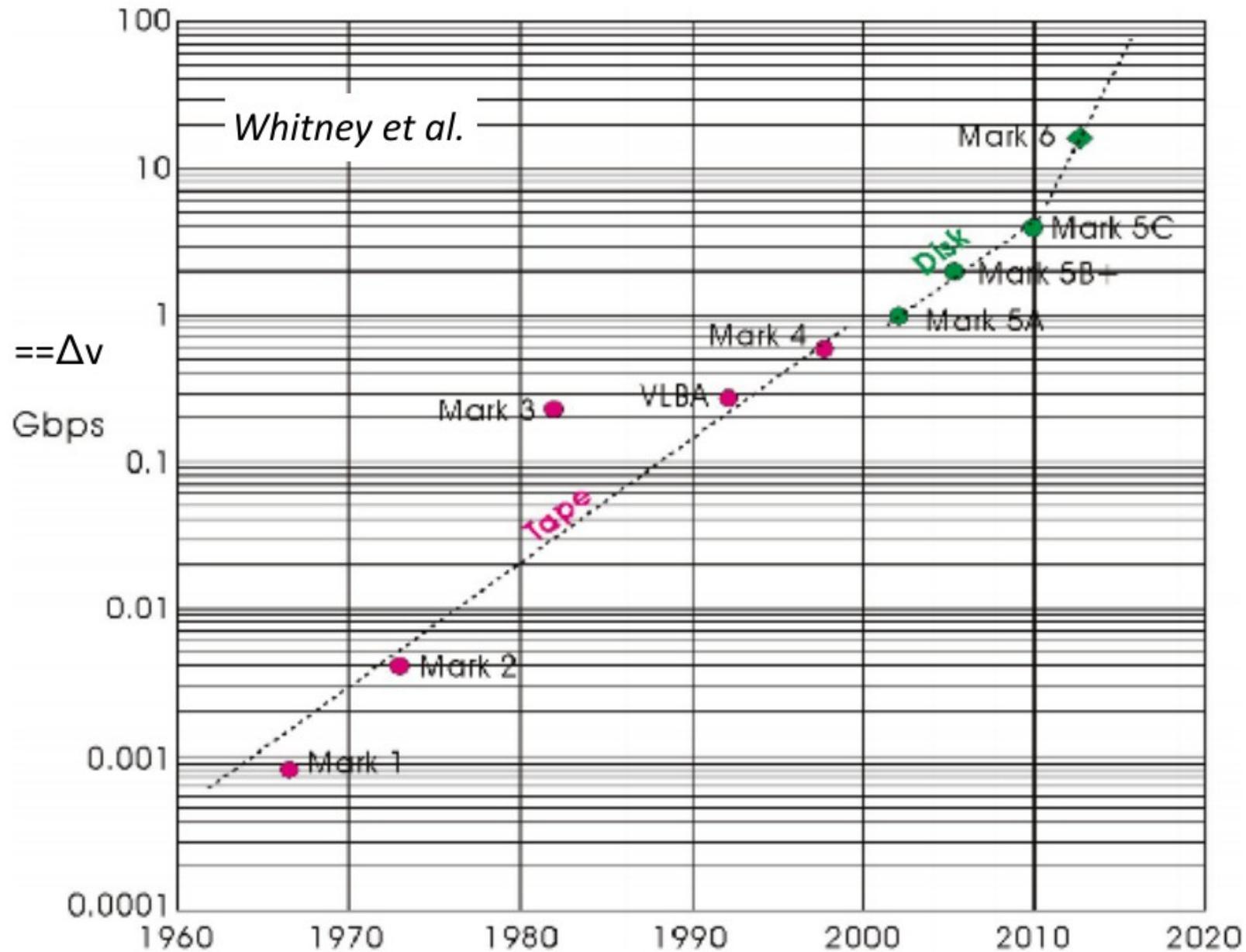
Sir Bernard Lovell Chair, Prof. of Astrophysics,
Director Jodrell Bank Centre for Astrophysics (JBCA).



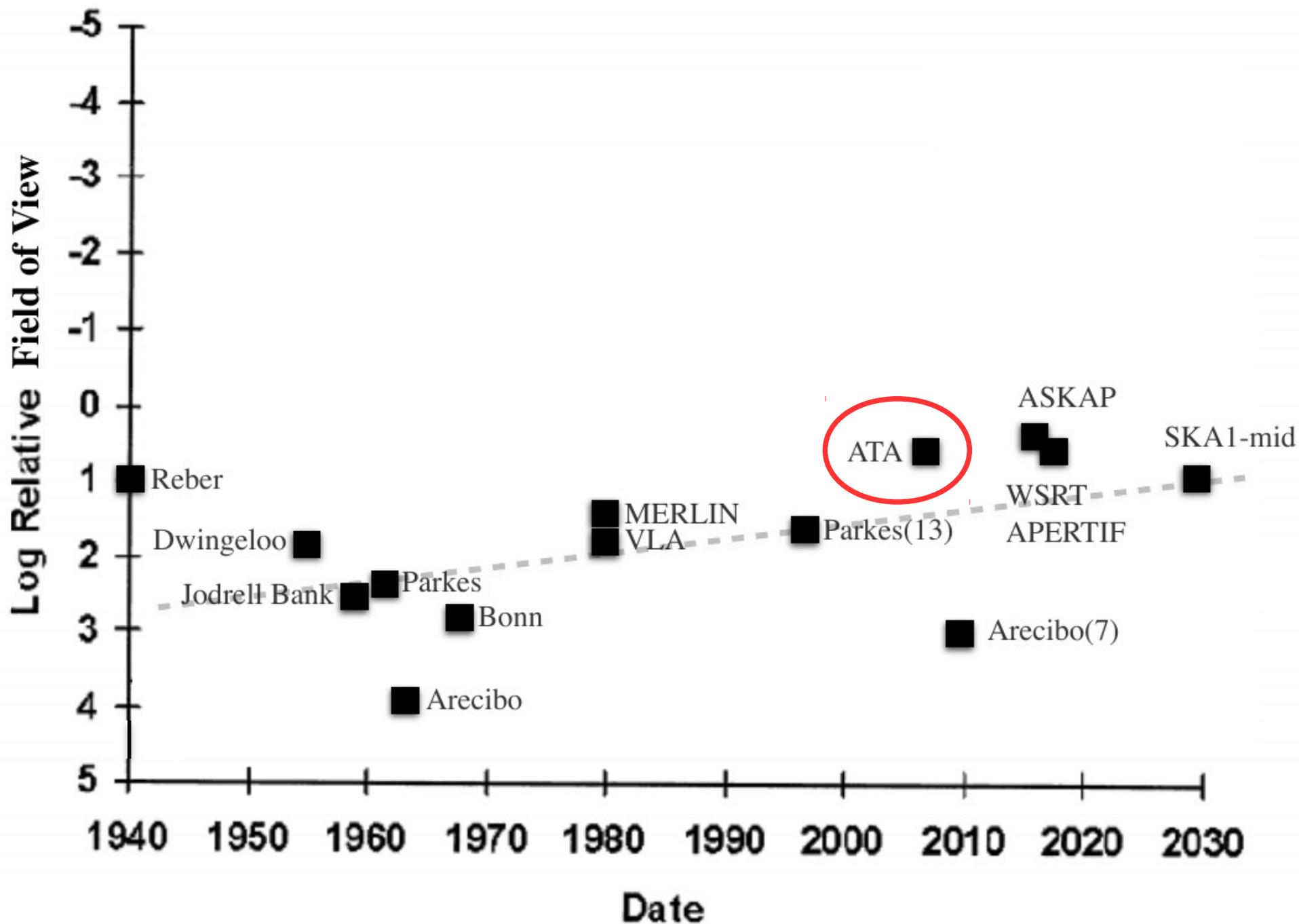
- Radio astronomy has enjoyed exponential gains in sensitivity...



- Exponential gains in instantaneous bandwidth too...

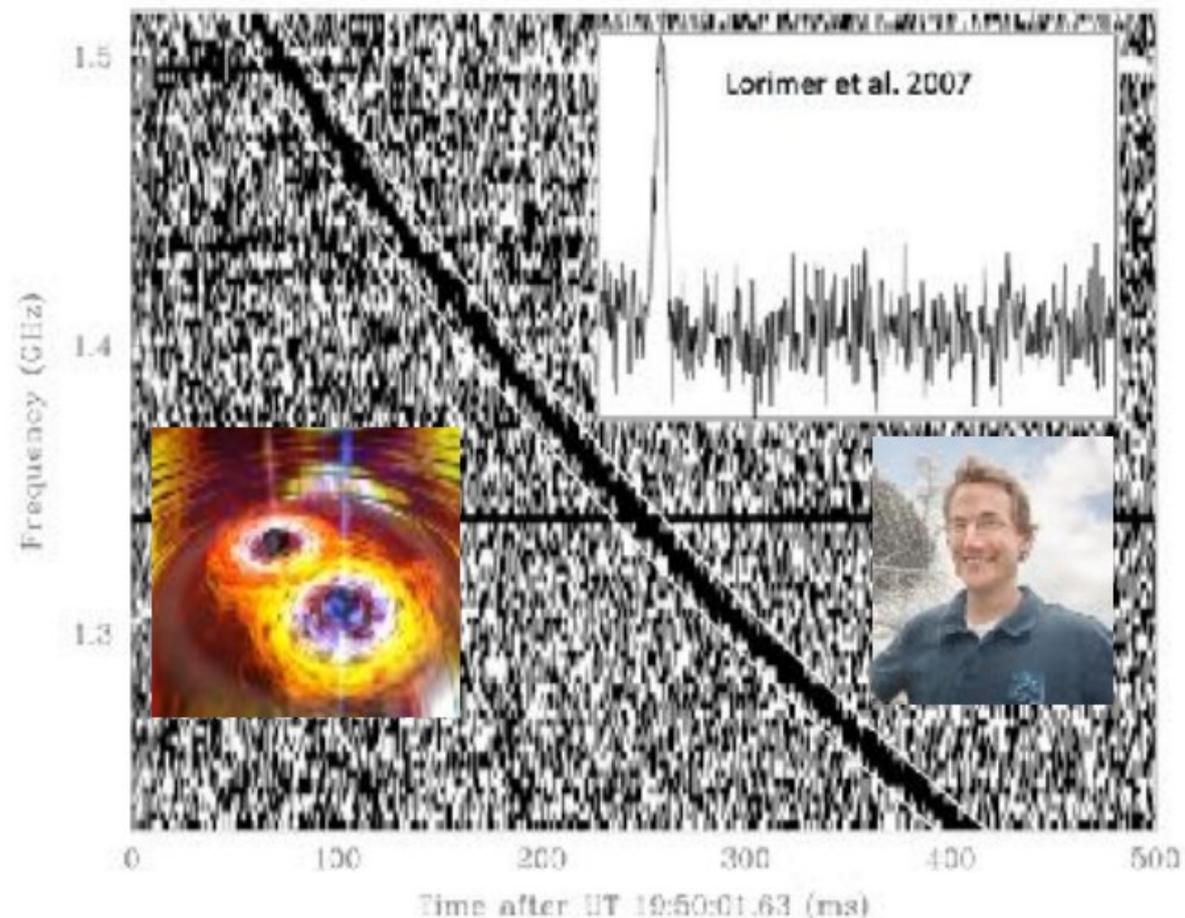


- Modest gains in field-of-view at cm wavelengths...

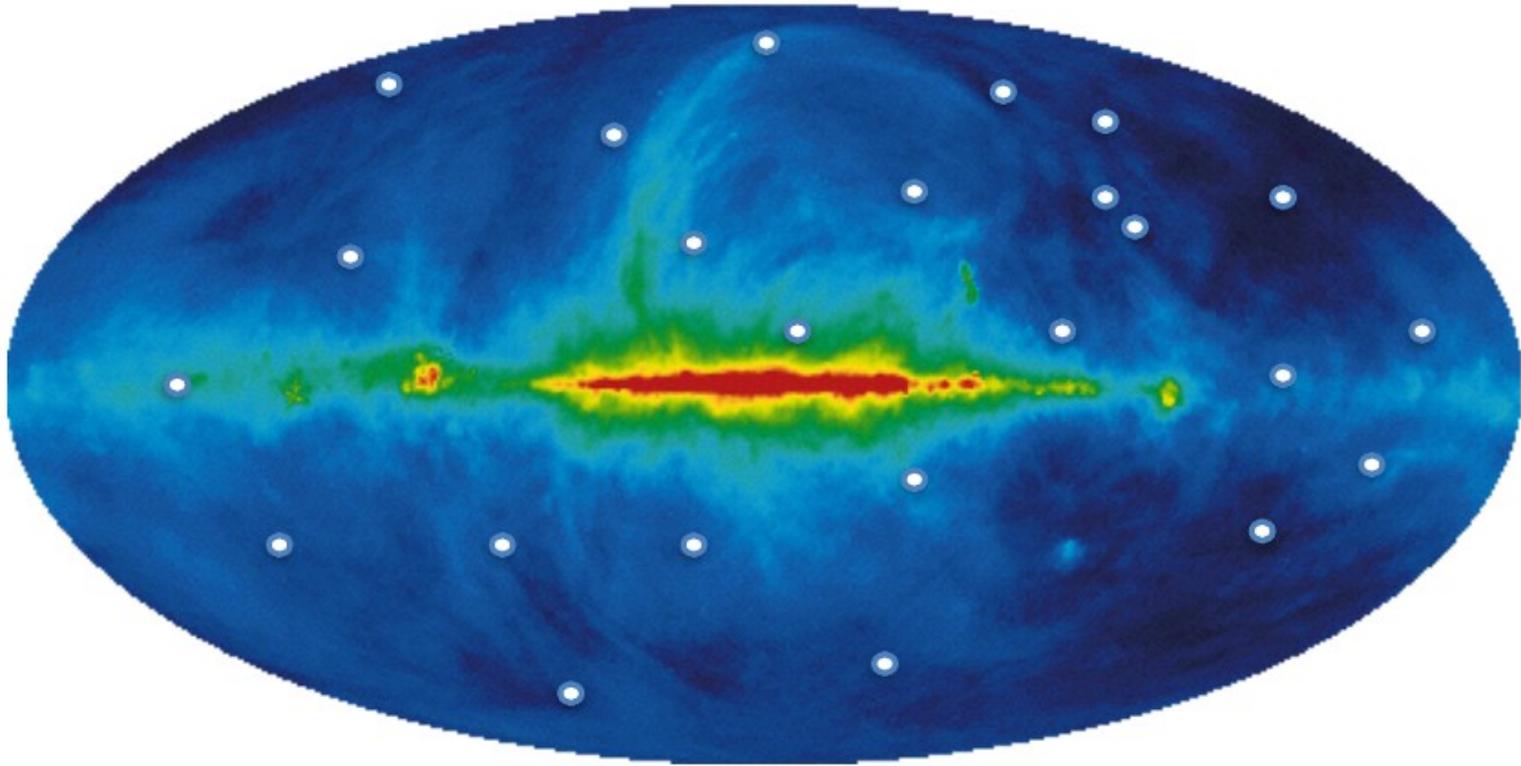


Fast Radio Bursts (FRBs) as an example?

FRBs are bright millisecond flashes of broadband radio emission randomly distributed on the sky...



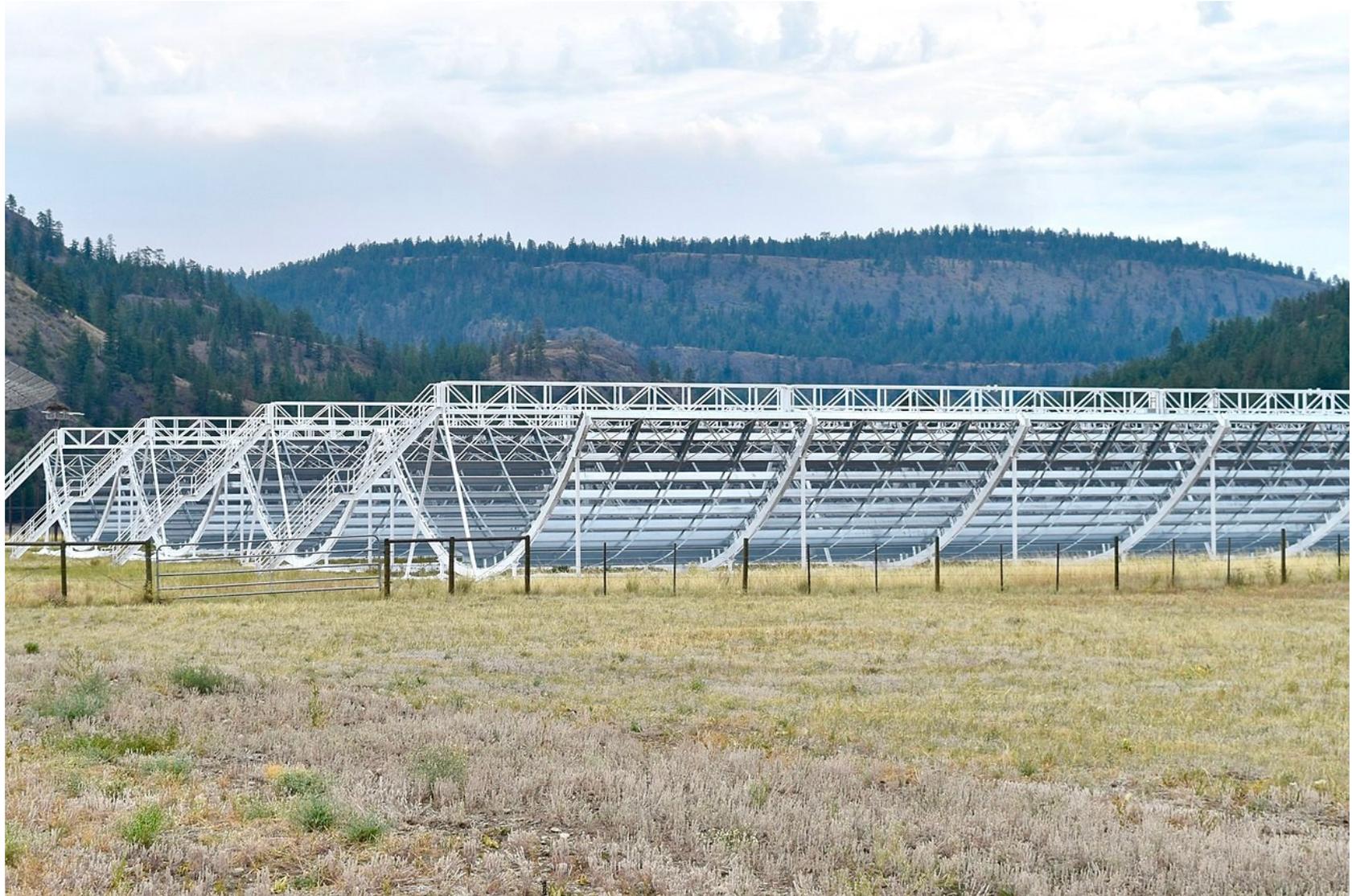
Somewhere between 5000-10000 FRBs events per day... !



We still don't know what FRBs are... and we typically detect almost *none* of them (or about 1 in 100000!)

CHIME/FRB telescope.

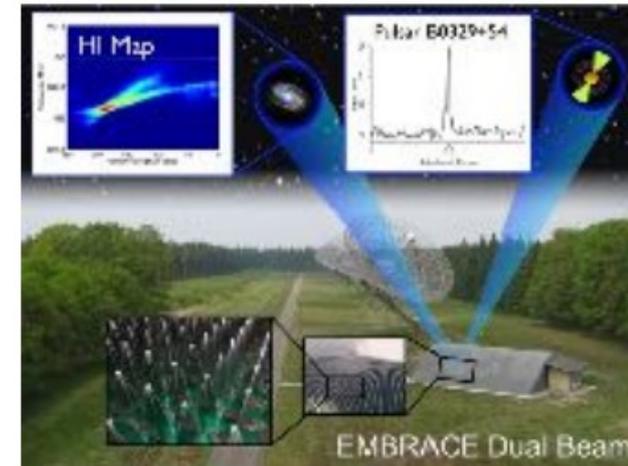
400–800 MHz; 1024 receivers; ~250 sq. deg field of view
1000-processor high-performance GPGPU cluster



CHIME/FRB Collaboration *et al.* CHIME/FRB Detection of Eight New Repeating Fast Radio Burst Sources. *Astrophys. J. Letters* **885**, L24 (2019). [1908.03507](https://arxiv.org/abs/1908.03507).

Prototype Aperture Array cm-wavelength antenna and beam-forming technology (e.g. van Ardenne et al.)

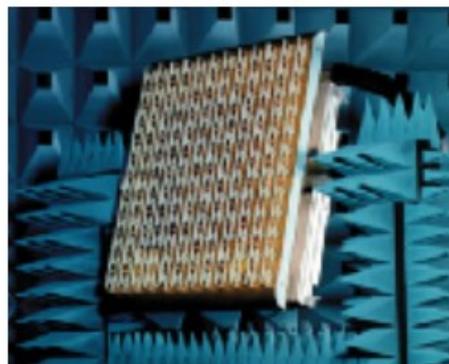
EMBRACE 2012



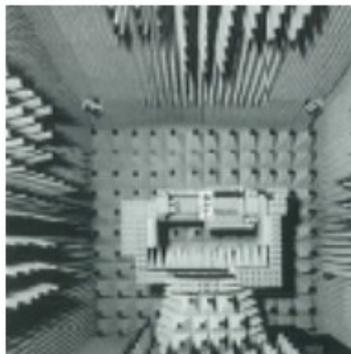
THEA 2004



OSMA 1999



AAD 1997



See van Ardenne et al. 2012



DRAFT

MANTIS:

The Mid-Frequency Aperture Array Transient and Intensity-Mapping System

W. van Cappellen on behalf of the AAMID Consortium

Contributions and support from M. Santos, J.P. Macquart, F. Abdalla, E. Petroff, A. Siemion, R. Taylor, O. Smirnov, D. Davidson, J. Broderick, J. van Leeuwen, P. Woudt, M. Garrett, A. Faulkner, G. Kruthof, S. Torchinak, I. van Bemmel and J. Hessels

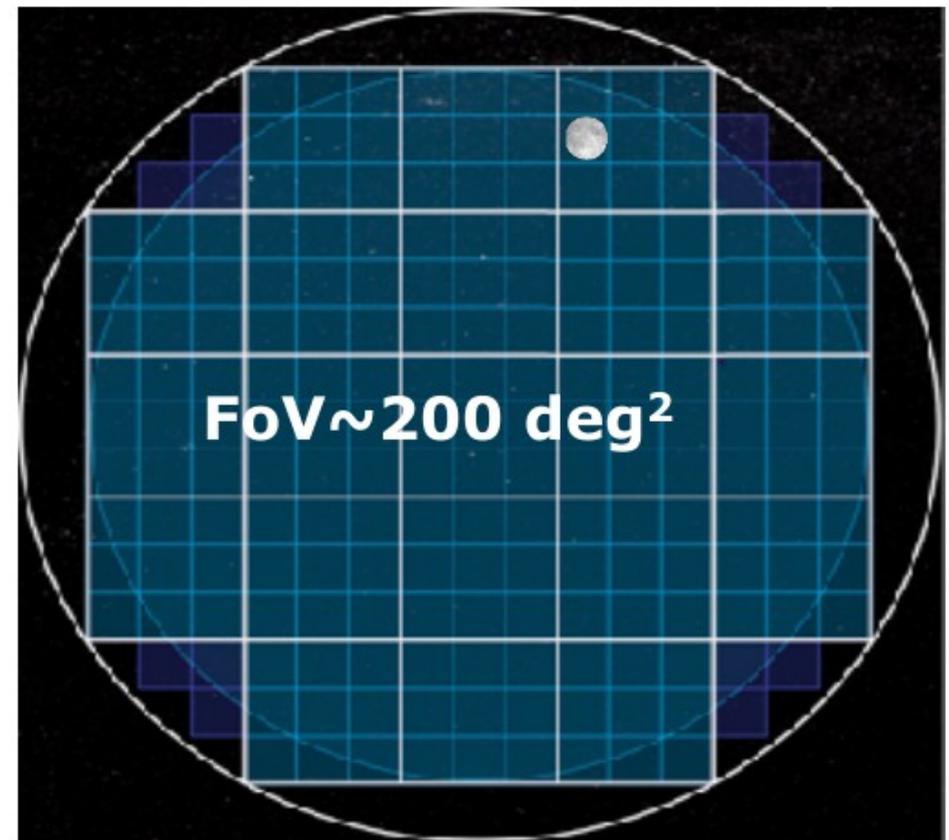
Summary

The objective of this paper is to present the main characteristics of a wide-field MFAA precursor that we envisage to be built at the SKA site in South Africa. Known as MANTIS (the Mid-frequency Aperture Array Transient and Intensity-Mapping System), this ambitious instrument will represent the next logical step towards an SKA-AAMID telescope. The goal is to use innovative aperture array technology at cm wavelengths, in order to demonstrate the feasibility of deploying huge collecting areas at modest construction and operational cost. Such a transformative step is required in order to continue the exponential progress in radio telescope performance, and to make the ambitious scale of the SKA Phase 2 a realistic near-time proposition.

This paper summarizes the ideas that were recently discussed at the recent AAMID/MIDPREP workshop in Cape Town. Consultations with the science community at the AAMID workshops in Stellenbosch (2014) and Cape Town (2016) indicated a strong interest in a wide-field science demonstrator instrument, roughly the size of a single MFAA station, operating in the 450 – 1450 MHz frequency range. Such an instrument could perform an outstanding science programme in its own right but would also support and provide leverage to various MeerKAT and SKA1-Mid science opportunities. An instrument of this size (~ 1500-2500 square metres) matches very well with the necessity to realize a sizable system to demonstrate competitiveness, feasibility and technology readiness of several key MFAA technologies and concepts, as required for the MFAA PDR. MANTIS will also provide a new reference for the costing of SKA-AAMID, both deployment costs (hardware and installation) and operational costs (in particular power consumption and maintenance). Finally, MANTIS will present an opportunity to involve the South African science, engineering and industrial communities in this novel and innovative technology at an early stage.



0.45-1.45GHz, $A \sim 1500-2500 \text{m}^2$, SEFD $\sim 74-44 \text{Jy}$



Dedicated SETI instruments...?

Location: SKA-SA "K4".

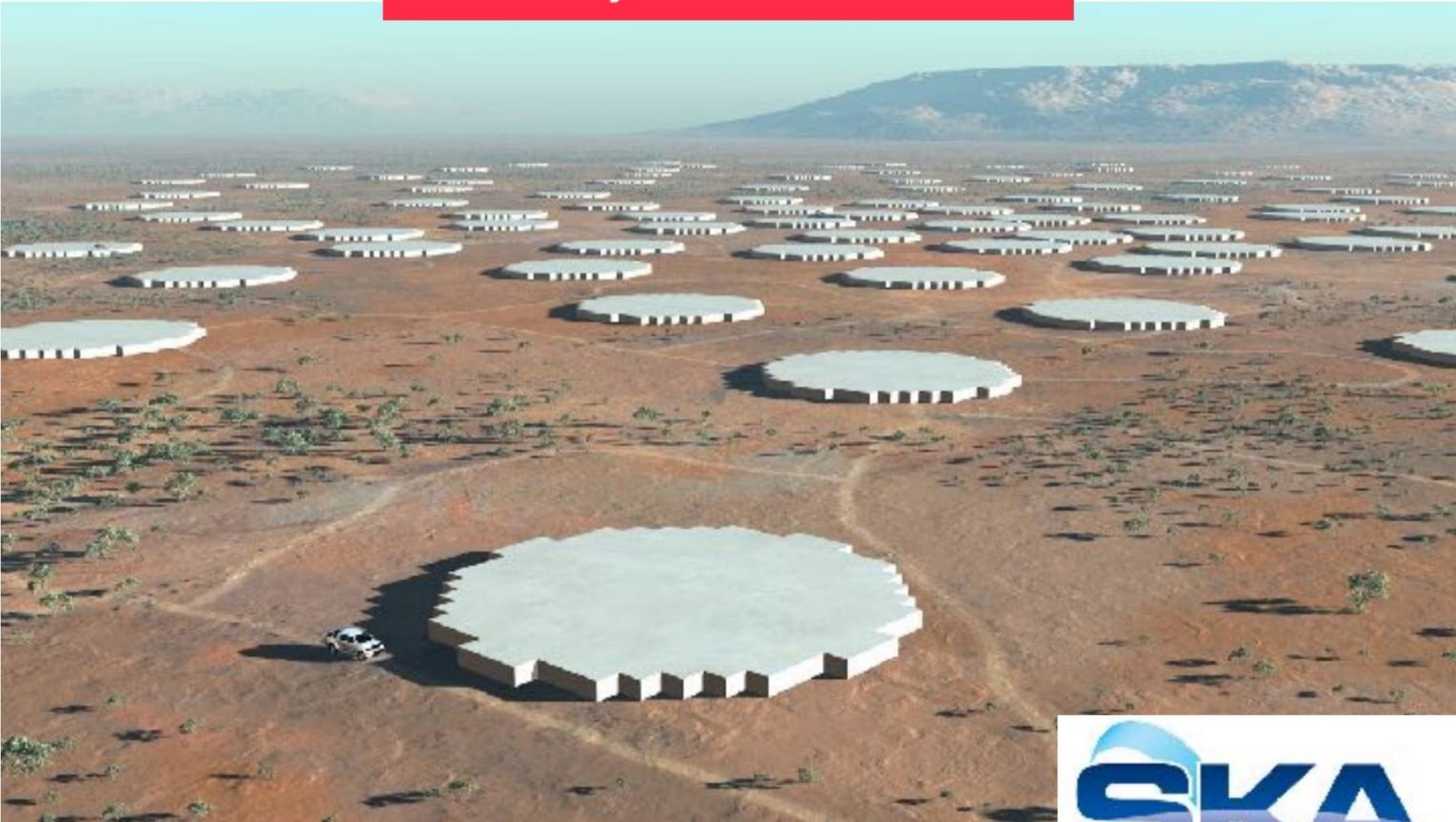


FoV $\sim 200 \text{ deg}^2$

0.45-1.45GHz, $A \sim 1500\text{-}2500\text{m}^2$, SEFD $\sim 74\text{-}44\text{Jy}$

SKA2-AA

All-sky Radio SETI

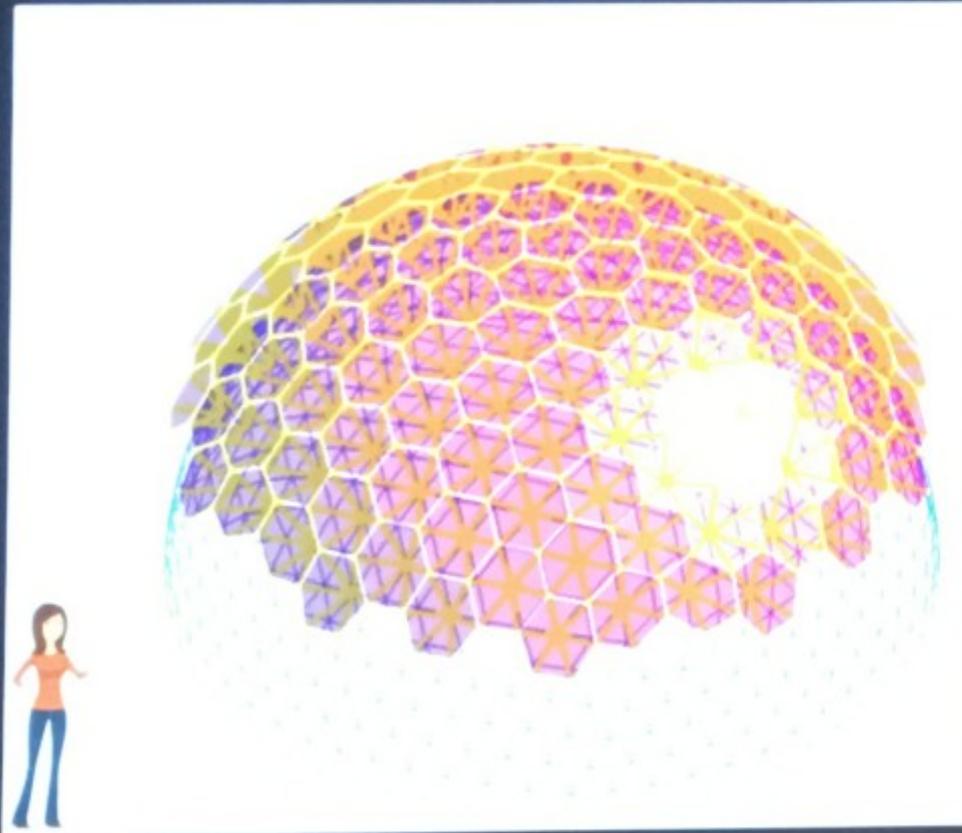


PANO-SETI

All observable sky, all time.

Broadband (320-1700nm, UVA/Visible/NIR).
High Time Resolution (nanosecond)

Field-of-view coverage



PANO-SETI

All observable sky, all time.

PARAMETER	VALUES	
	Visible	Near-Infrared
Light collecting areas	126 x 0.5-m f/1 optical grade Fresnel lenses	
Detectors	88,000 x Hamamatsu 3mm MPPC-S13360-3025CS	2 x InGaAs D-APDs 200 μ m-pixels 30x4 Arrays
Sensitivity	25 photons per pulse	100 photon/pulse (5% false alarm rate/night)
Wavelength coverage	400 - 1700 nm	
Lambda resolution	Visible or near-infrared	
Pulse duration	1 ps - 100 ns	
Time waveform resolution	0.5 ns, rise and fall	
Target goals	Drift scan mode	
Average duration	Sidereal rate	
Plate scale	0.36 degree per 3mm pixel	82.5 arcsec/pixel (6.8 arcmin/mm)
Sky coverage	10,300 sq. deg. in drift scan mode	0.06 sq. deg in drift scan mode, all-(observable) sky in 230 clear nights
<i>Minimum</i> Dwell time	All-(observable) time	22s (all detectors), 5.5s (pixel)

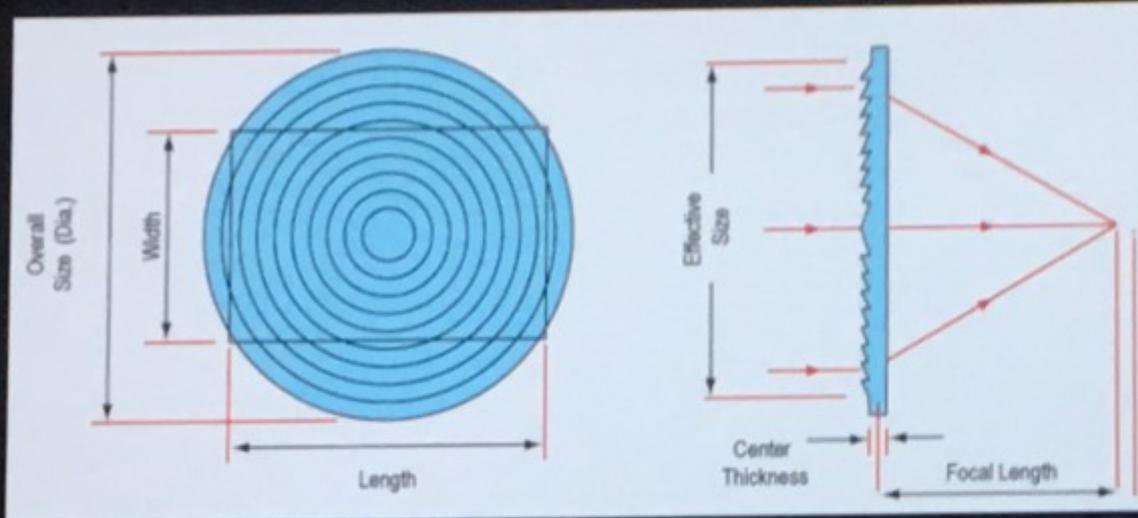
Ultraviolet



Infrared

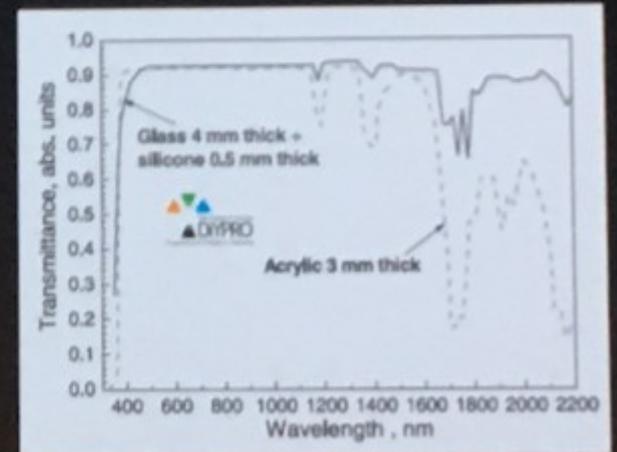
PANO-SETI

Optical design



Fresnel lenses advantages:

- 1) ideal for low angular resolution observations (with large detectors MPPCs, APDs,...)
- 2) cheap (optical grade acrylic for instance)
- 3) light, so ideal for large-scale assembly of many lenses
- 4) highly transmissive in visible and NIR (up to H-band)



<https://oirlab.ucsd.edu/PANOSETI.html>

Mini-MegaTORTORA, Special Astrophysical Observatory RAN

- Automatic nine-channel telescope
- Field angle 900 square degrees
- Time resolution 0.1 sec
- Real-time analysis



Grigory
Beskin



The development of the idea: **SAINT system** (Small Aperture Imaging Network Telescope)

Channel diameter	40 cm
Effective telescope diameter	867 cm
Optical efficiency	0.5
Angular pixel size in the sky	1.7 arcsec
Number of channels	470
Channel field of view	1.1 sq. deg
Total field of view	506.6 sq. deg
Limiting B-magnitude of one channel on time scales:	
0.1 s	16.8
10 s	19.3
1000 s	21.8
Limiting B-magnitude for all channels on time scales:	
0.1 s	20.1
10 s	22.6
1000 s	25.1



К 2025-30 гг. можно ожидать постоянного мониторинга всего неба для поиска мощных маяков в основных радио- и оптических диапазонах (низкая чувствительность).

Если цивилизации II типа нашей Галактики ставят такие маяки, они должны быть обнаружены.

А если нет?

**К четвертому периоду SETI -
регулярное решение задачи
2025/30 - ????**

Для решения проблемы SETI для цивилизаций I-го типа (маломощные узконаправленные излучатели) с вероятностью, априори **не являющейся исчезающе малой**, требуется непрерывный индивидуальный мониторинг $\sim 10^6$ звезд мощными радиотелескопами (не 3-х метровыми тарелками!) во всех разумных диапазонах частот

Это трудно организовать даже с использованием антенных решеток при сколь угодно высоком уровне мотивации (в пределах современного понимания, которое может измениться)
Проблема космического стога сена (Джилл Тартер)

Не нужно рассчитывать на поиски «вслепую».

Альтернатива (жизнь заставит): вести поиски по мере открытия подходящих кандидатов SETI в прямых наблюдениях экзопланет земного типа.



HabEx

Habitable Exoplanet Observatory

Exploring New Worlds,
Understanding Our Universe

arXiv:2001.06683
Проект, 498 страниц

In 2016, NASA began considering Large strategic science missions

- [Habitable Exoplanet Imaging Mission \(HabEx\)](#)
- Large UV Optical Infrared Surveyor (LUVOIR)
- Origins Space Telescope,
- Lynx X-ray Surveyor.

Отбор - конец 2020, Запуск - примерно 2035.

[The Habitable Exoplanet Imaging Mission \(HabEx\)](#)

A mission to directly image planetary systems around Sun-like stars.

HabEx will be sensitive to all types of planets;

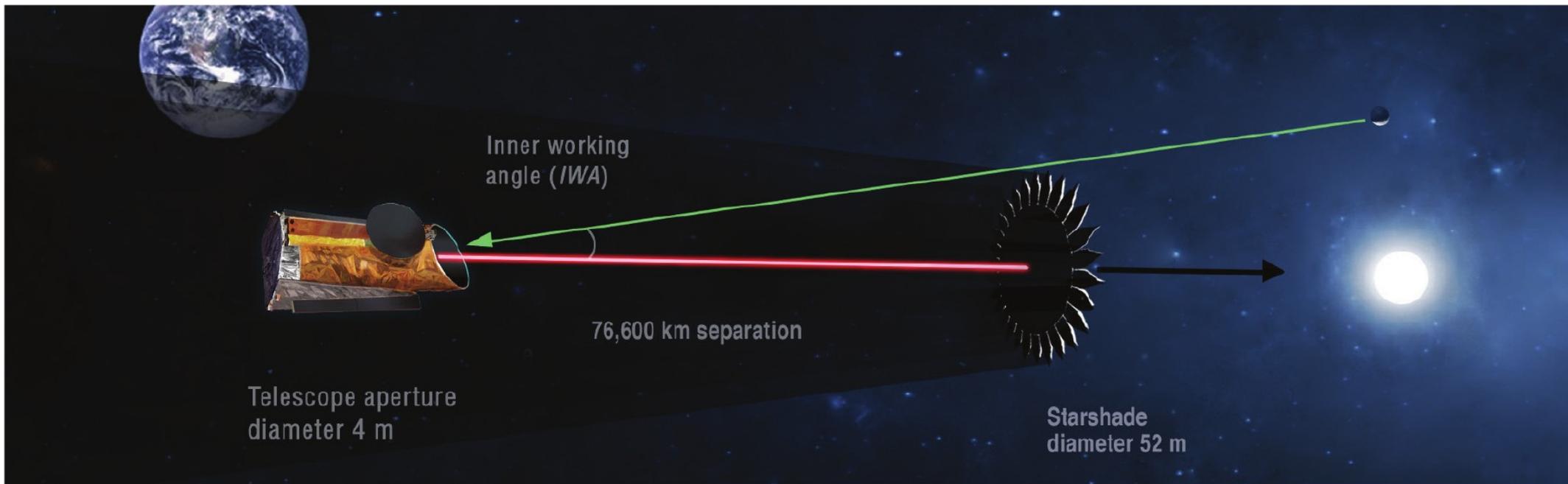
Main goal is to directly image Earth-size rocky exoplanets,
and characterize their atmospheric content.

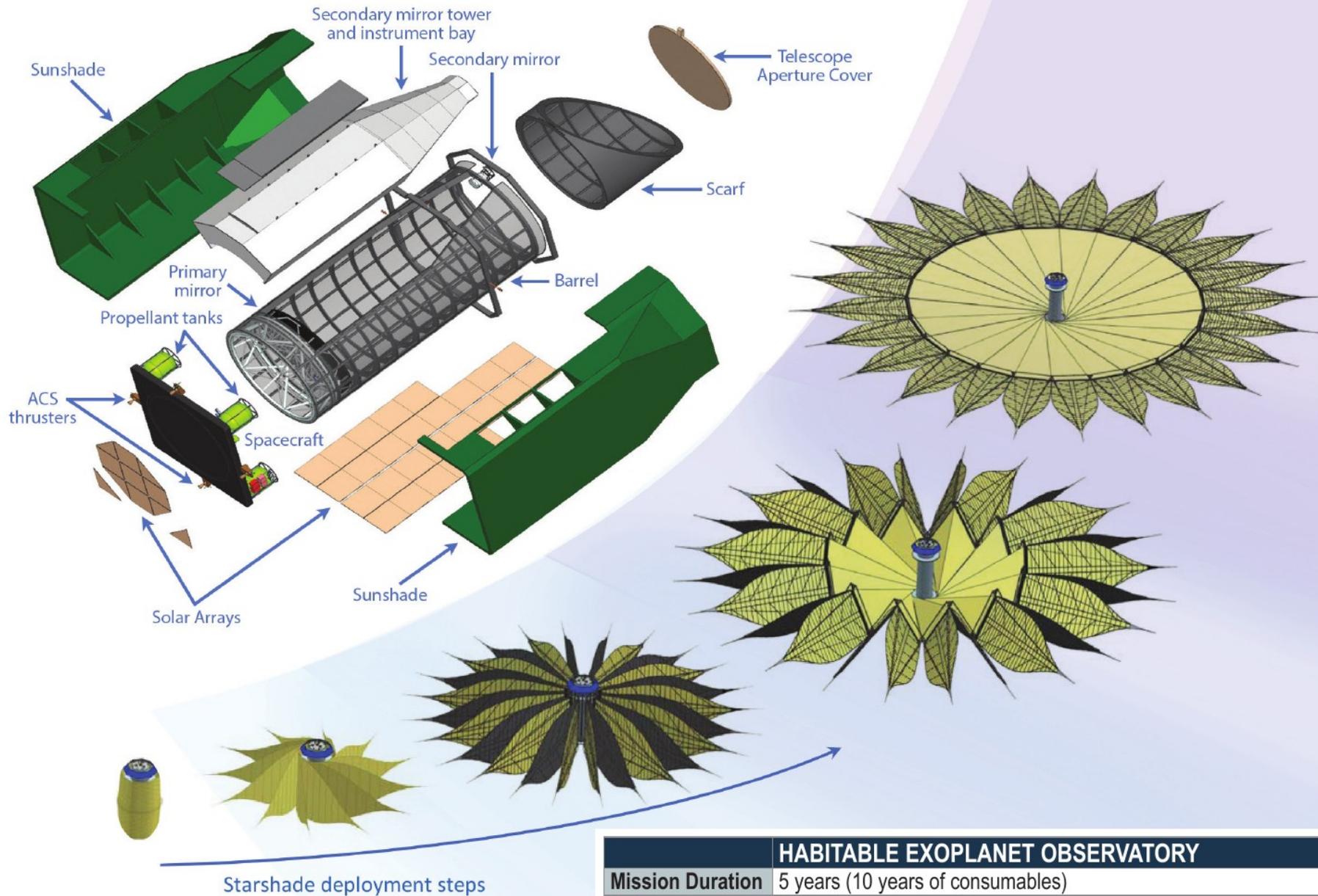
Солнечно-земная точка Лагранжа L2

Монолитное зеркало 4 м

Wavelengths 0.3 – 2.5 μm , depending on the cost and complexity

В системе присутствуют одновременно коронограф и система starshade





HABITABLE EXOPLANET OBSERVATORY	
Mission Duration	5 years (10 years of consumables)
Orbit	Earth-Sun L2 halo orbit
Telescope Aperture	4 m unobscured
Telescope Type	Off-axis three-mirror anastigmat
Primary Mirror	Monolithic; glass-ceramic substrate; Al + MgF ₂ coating
Instruments (4)	Exoplanet science: Coronagraph (HCG), Starshade (SSI) Observatory science: UV spectrograph (UVS), Workhorse Camera (HWC)
Attitude Control	Slewing; hydrazine thrusters; Pointing: microthrusters

National Aeronautics and Space Administration

Jet Propulsion Laboratory
California Institute of Technology
Pasadena, California

www.nasa.gov

Copyright 2019. All rights reserved.

Астроинженерные конструкции. Астроархеология

L₂ point

Millimetron

1 500 000 km

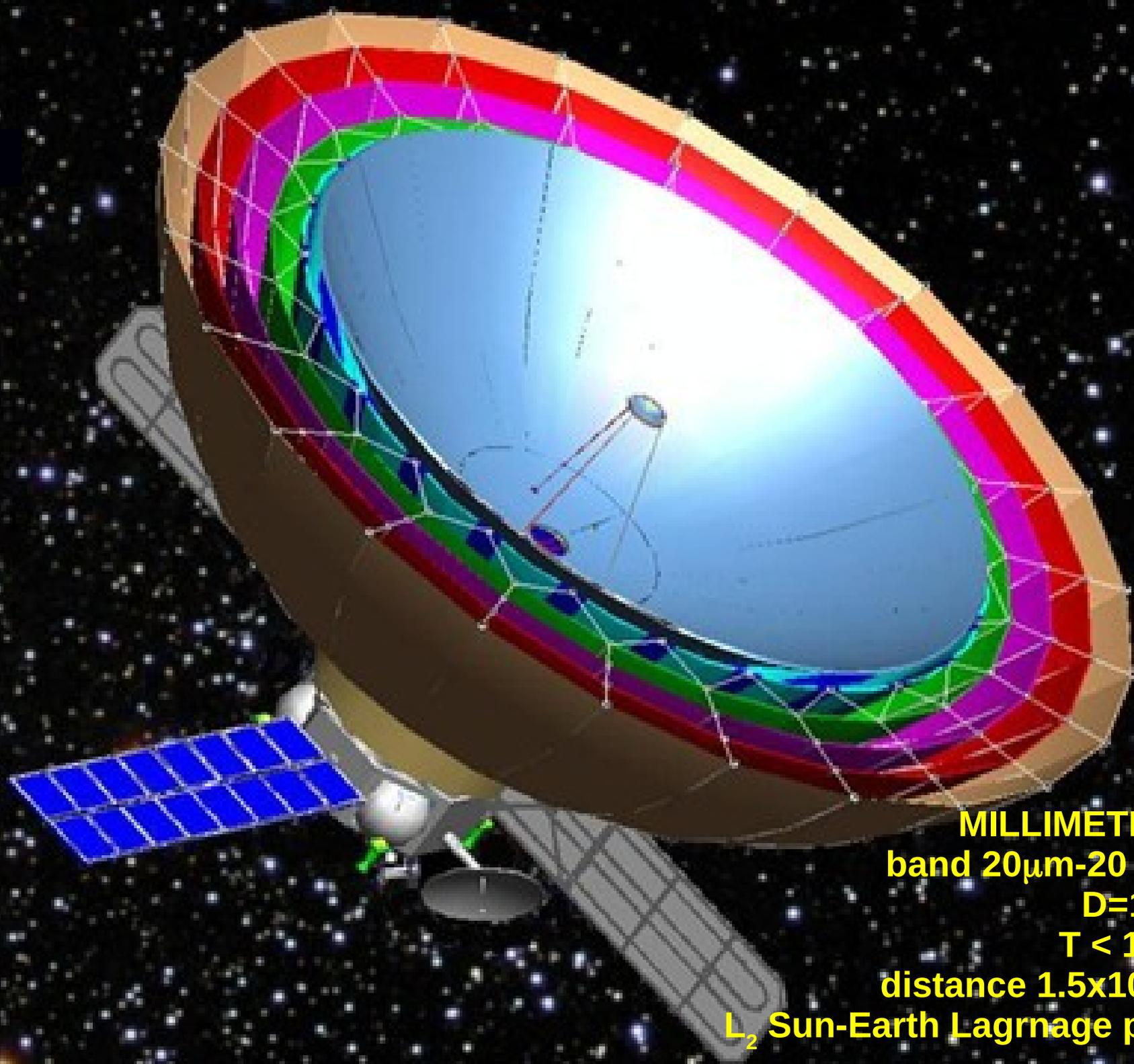
350 000 km

RadioAstron



**Nikolay
Kardashev**





MILLIMETRON:
band $20\mu\text{m}$ -20 mm,
D=10 m,
T < 10 K°
distance 1.5×10^6 km.

L₂ Sun-Earth Lagrange point

CRITICAL EXPERIMENTS OF THE SPACE OBSERVATORY MILLIMETRON.

- 1. The physics near BH's horizon, CR's accelerators.**
- 2. SMBH's formation and evolution, cosmological parameters, dark matter and dark energy. Early objects in the Universe, first stars and galaxies, primordial BH's, WH's, wormholes and Multiverse.**
- 3. Formation and evolution galaxies, stars and planetary systems, gravitational lensing.**
- 4. The structure, physics and beaming of the most powerful explosions.**
- 5. Condensed matter objects in Solar system, our and others galaxies, evidences of life and intelligence.**

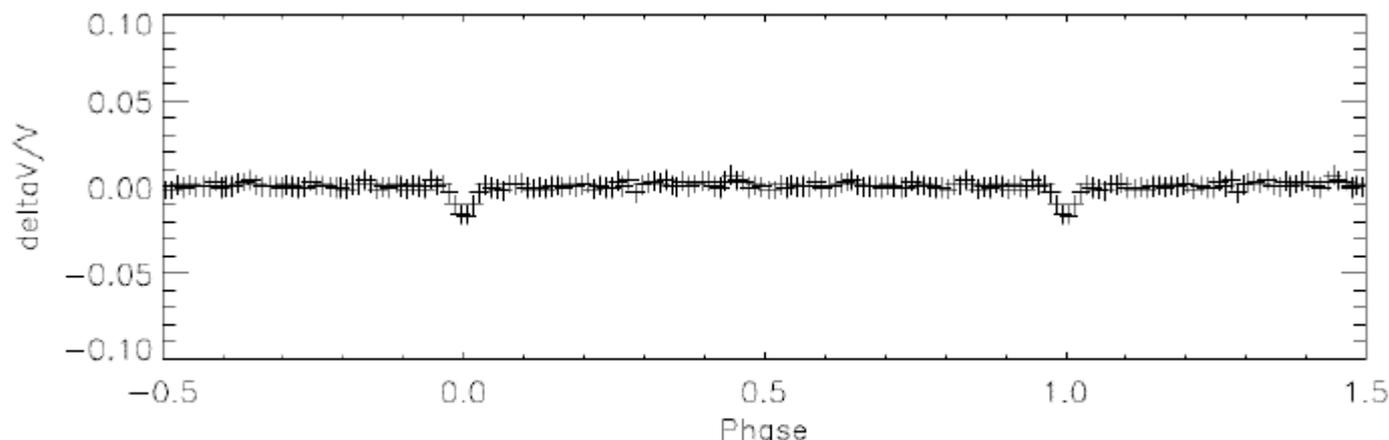
Астроинженерные конструкции:

СПУТНИК 1SWASP-J161732.90+242119.0: АНОМАЛЬНАЯ ЭКЗОПЛАНЕТА ИЛИ АСТРОИНЖЕНЕРНАЯ КОНСТРУКЦИЯ?

Архипов А.В.
РИ НАН Украины, г. Харьков

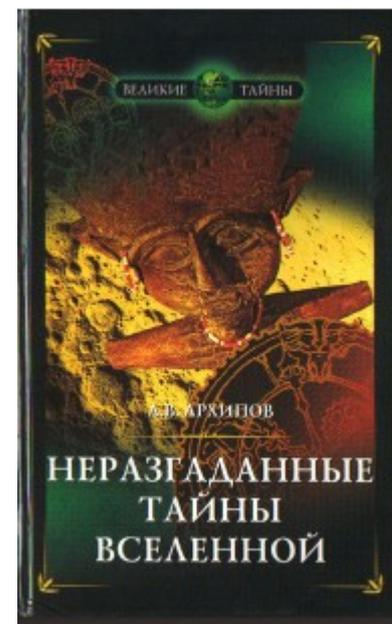


А.В. Архипов



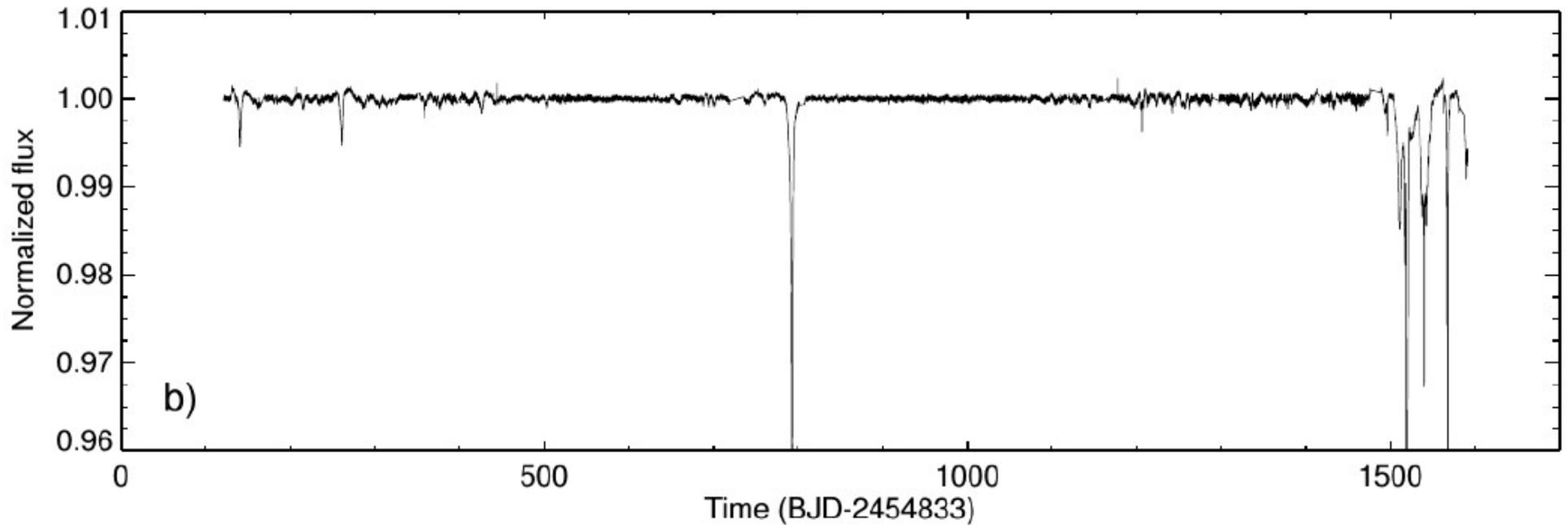
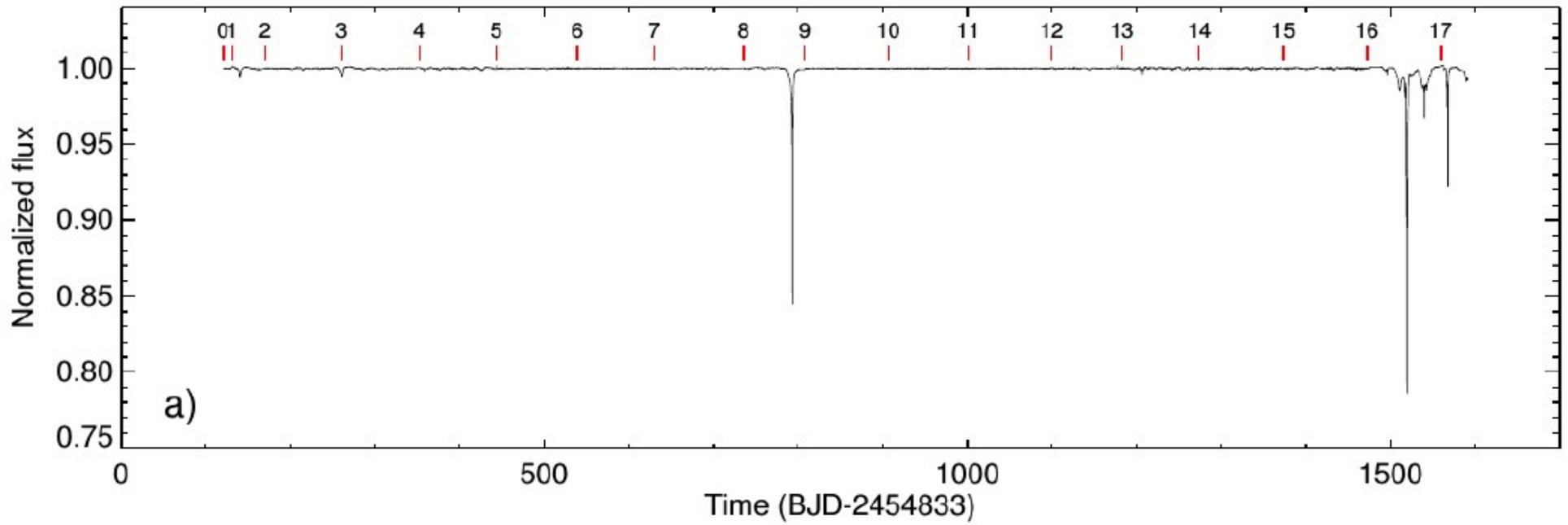
Кривая блеска звезды 1SWASP-J161732.90+242119.0 с минимумами затмений объектом неизвестной природы.

- Период 1.4537 суток, длительность затмения 1.44 часа.
- Радиус = 76% радиуса Юпитера.
- Масса меньше 3% массы Юпитера (спектральным методом не обнаружена).
- Плотность меньше 0.1 г/см^3



KIC 8462852

Звезда Табби



Астроархеология

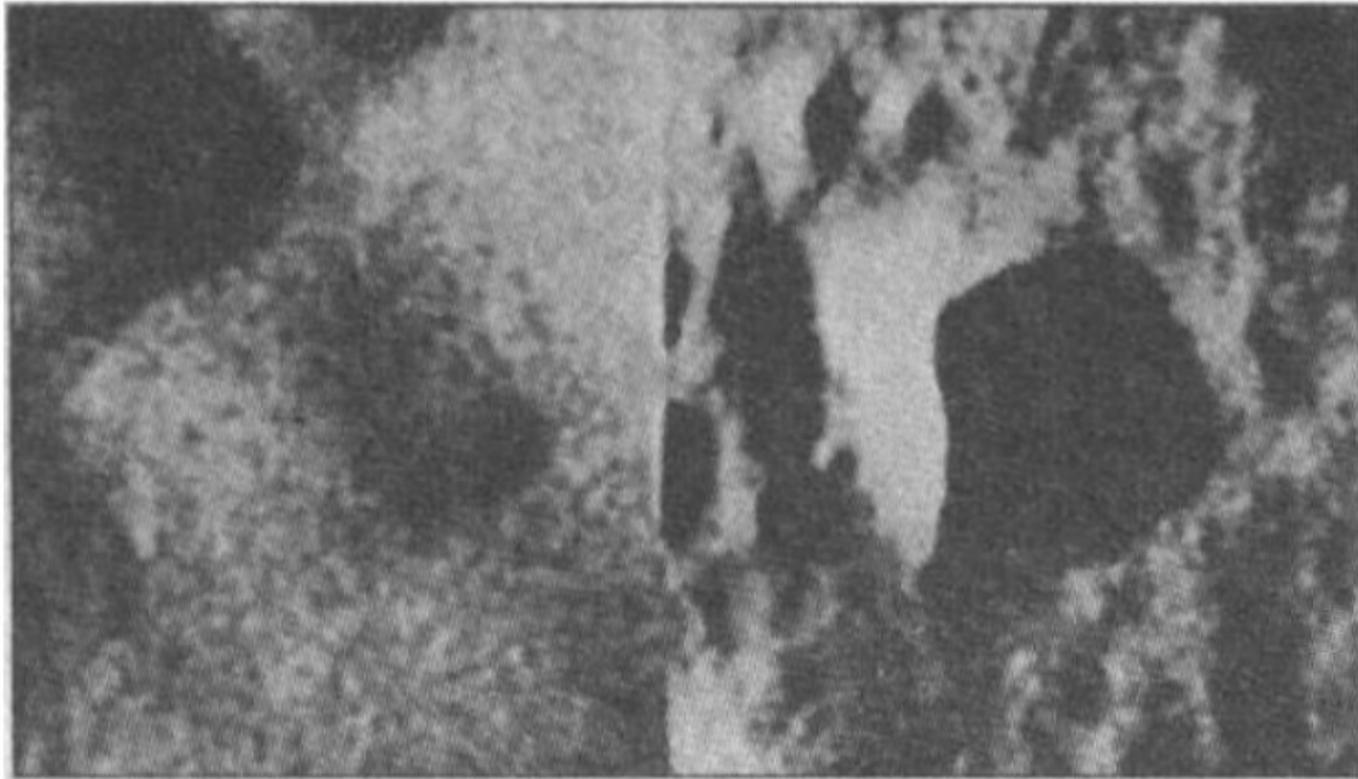


Рис. 28. Примеры прямоугольных депрессий Луны. Снимки станции «Клементина» LHD5713Q.156 (слева) и LHD5650R.072 (справа).

Unsupervised Distribution Learning for Lunar Surface Anomaly Detection

Adam Lesnikowski
NVIDIA
2701 San Tomas Expressway
Santa Clara, CA 95051
alesnikowski@nvidia.com

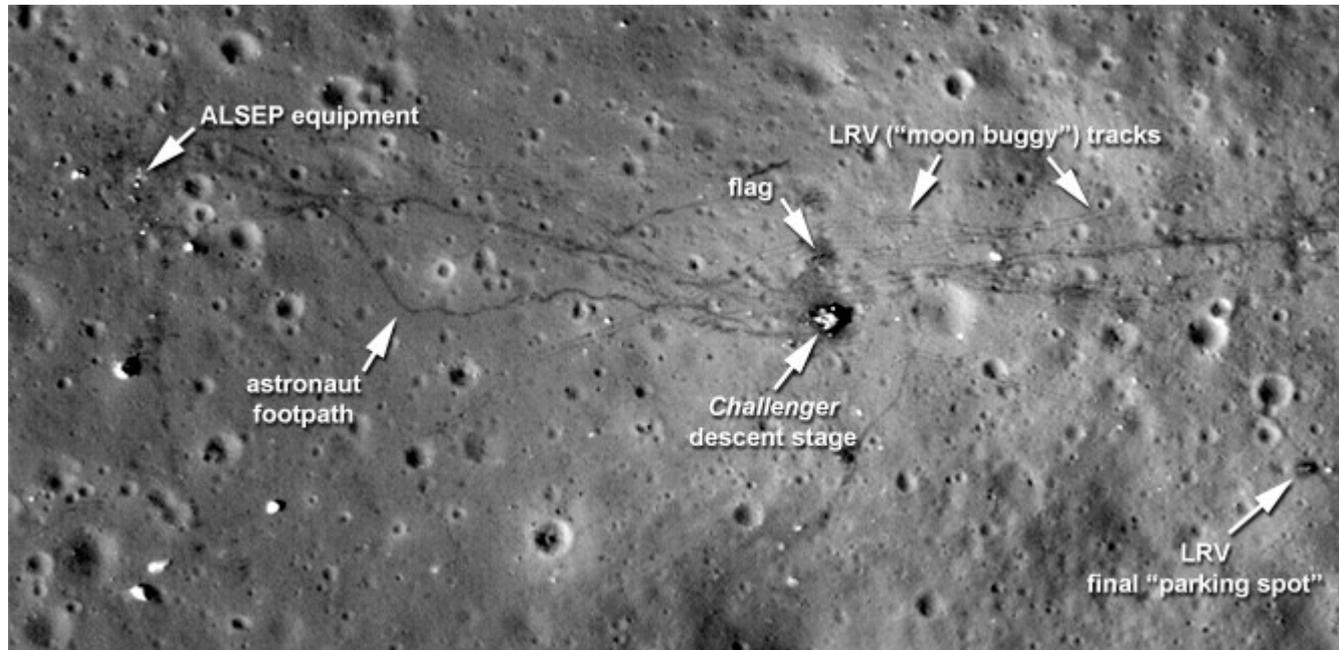
Valentin T. Bickel
ETH Zurich & MPS Goettingen
Sonneggstrasse 5
Zurich, 8092, CH
valentin.bickel@erdw.ethz.ch

Daniel Angerhausen
(a) Center for Space and Habitability
University of Bern
Gesellschaftsstrasse 6
3012 Bern
daniel.angerhausen@csh.unibe.ch
(b) Blue Marble Space Institute of Science
1001 4th Ave, Suite 3201
Seattle, Washington 98154

Lunar Reconnaissance Orbiter (LRO).
Narrow Angle Camera (NAC)
Launch in 2009,
NAC covered the entire surface of the Moon multiple times,
more than 1.6 million optical images
spatial resolution ranging from 0.5 to 1.5 m/pixel.
These NAC images can be retrieved from the Planetary Data System(PDS)
in a large variety of formats and processing levels.

Нужен
компьютерный
поиск
аномалий или
артефактов

Использованы места посадок Аполлон 15 и Аполлон 17 0.8 м/пиксель

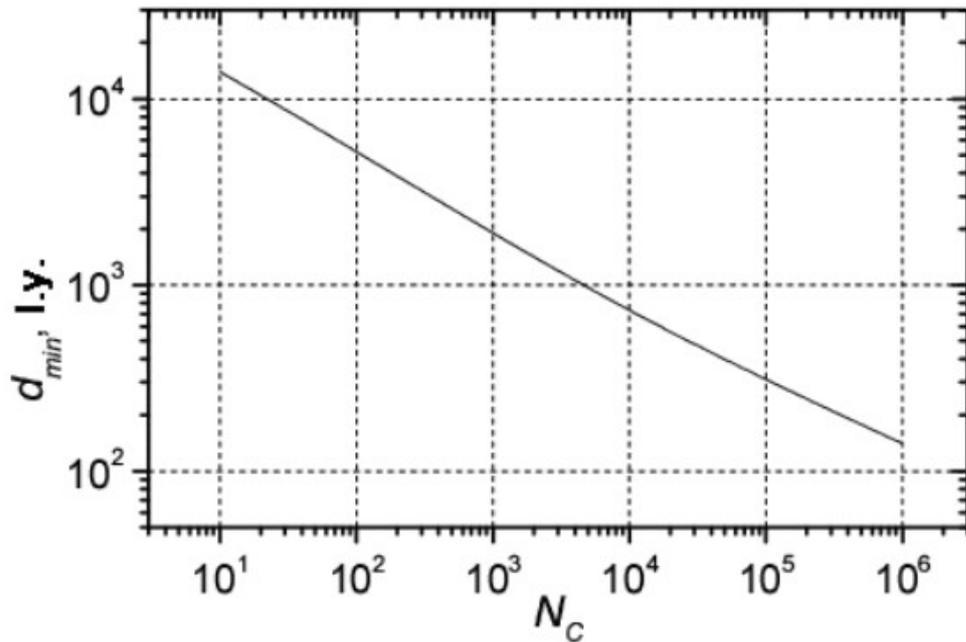


2.4 Software, Hardware

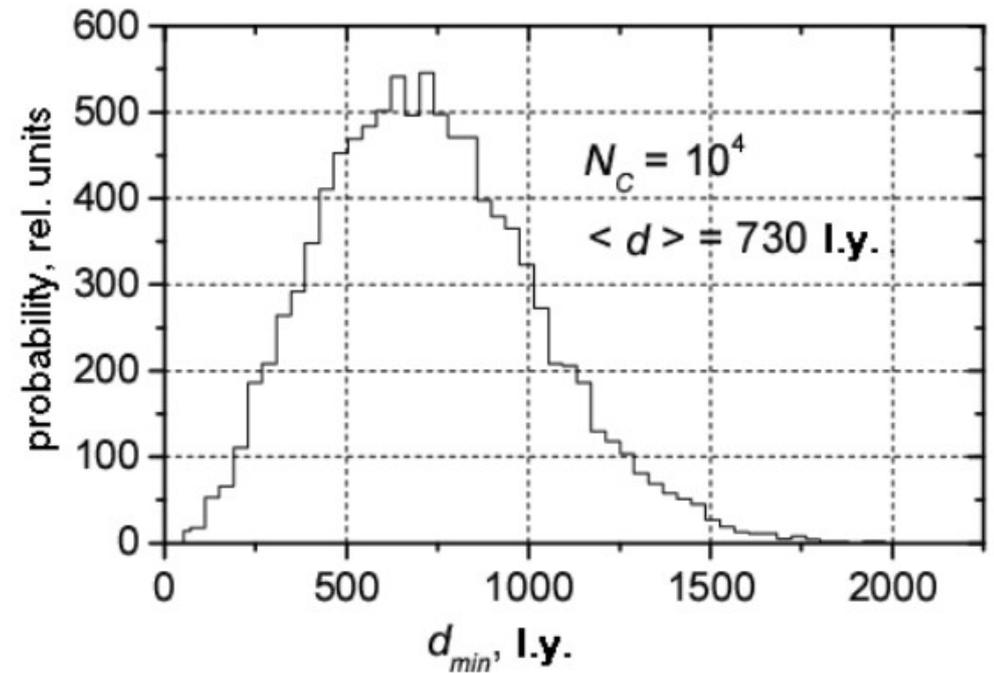
We used PyTorch for training, JupyterLab with Python to coordinate the experiments, and the seaborn statistical visualization python package to view and plot results. We used an NVIDIA GeForce GTX 1070 and Intel Core i7 system with 512 GB SSD for training and validation.

**Теория,
понимание процессов,
ожидания**

How far the nearest communicative civilization (CC) from us is?



The expected distance to the nearest CC as a function of the number of CCs in the Galaxy



Probability distribution of distances to the nearest CC for the case of $N_C = 10000$

Monte Carlo calculations with

- Realistic density of star distribution in the Galaxy
- Actual position of the Sun $R_\odot = 8.5$ kpc

Allen C.W. Astrophysical quantities.
University of London, The Athlone
Press 1973.

What should be done:

- It is necessary to develop ***dynamical theory*** of CC population to allow for the development times, the variability of star formation rate, etc
- ***Simple linear theory, linear population analysis***
 - Consider CC to be isolated objects: no influence of CC to each other and no influence of CC population to surrounding medium
- ***Non-linear theory, beyond the linear population analysis***
 - Consider influence of CC to each other, other feedback connections and possible related non-linear phase transitions in the population of CC.

Linear theory of Kreifeldt-Gindilis

$$N_C(T) = \int_0^T d\tau \tilde{R}(T - \tau) \int_0^\infty d\omega [C(\tau) - C(\tau - \omega)] P_L(\omega)$$

$N_C(T)$ - the number of communicative civilizations in the Galaxy

$\tilde{R}(T - \tau)$ - the formation rate of *suitable* stars

$C(\tau)$ - the probability of communicative phase origin before age τ of the star

$P_L(\omega)$ - probability density of CC lifetimes

The number of CC is a linear response on the star formation rate – the theory is linear.

The system of equation of the linear theory

The dynamics of the star population:

ageing

star death

$$\begin{cases} \frac{\partial n_S(M, \tau, T)}{\partial T} = -\frac{\partial n_S(M, \tau, T)}{\partial \tau} - \Lambda_S(M, \tau)n_S(M, \tau, T). \\ n_S(M, \tau, 0) = 0, \\ n_S(M, 0, T) = R(M, T). \end{cases}$$

star birth

$$-\Lambda_S(M, \tau) = \frac{\partial \ln L_S(M, \tau)}{\partial \tau}$$

The dynamics of the civilization population

civilization death

parent star death

$$\begin{cases} \frac{\partial n_C(M, \tau, \omega, T)}{\partial T} = -\frac{\partial n_C(M, \tau, \omega, T)}{\partial \omega} - [\Lambda_C(M, \omega) + \Lambda_S(M, \tau + \omega)]n_C \\ n_C(M, \tau, \omega, 0) = 0 \\ n_C(M, \tau, 0, T) = n_S(M, \tau, T)B(M, \tau) \end{cases}$$

civilization origin near the parent star

The system of equations is solved exactly

$$n_S(M, \tau, T) = R(M, T - \tau) L_S(M, \tau)$$

$$n_C(M, \tau, \omega, T) = R(M, T - \tau - \omega) L_S(M, \tau + \omega) B(M, \tau) L_C(M, \omega)$$

The number of civilizations in the Galaxy

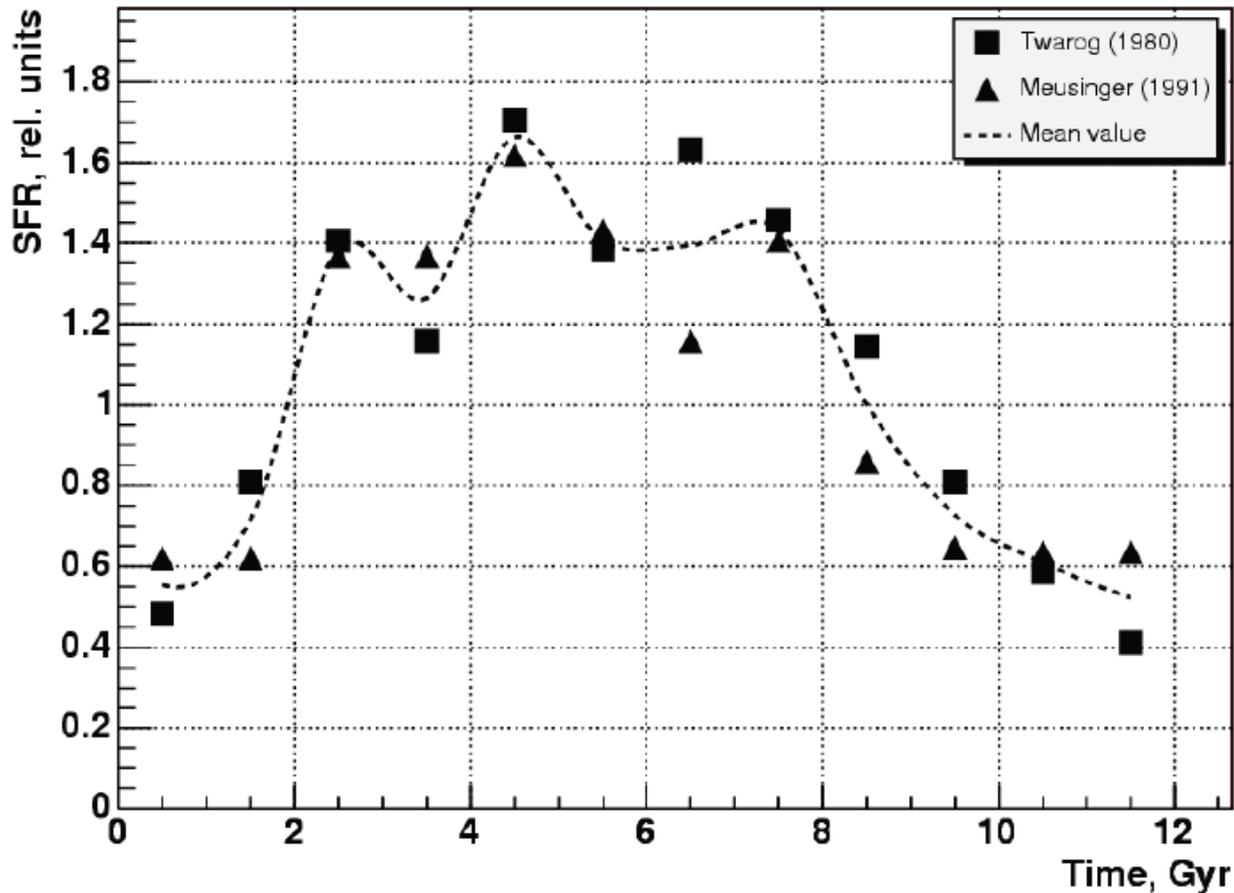
$$N_C(T) = \int_0^\infty dM \int_0^T d\tau \int_0^{T-\tau} d\omega n_S(M, \tau + \omega, T) B(M, \tau) L_C(M, \omega) =$$
$$\int_0^\infty dM \int_0^T d\tau \int_0^{T-\tau} d\omega R(M, T - \tau - \omega) L_S(M, \tau + \omega) B(M, \tau) L_C(M, \omega)$$

A huge number of various tasks may be studied exactly!

Kreifeldt-Gindilis equation and Drake formula may be deduced under a number of additional assumptions and restrictions.

We are going to build up realistic calculations based on genuine rather detailed astrophysical data

Star formation rate $R_*(T)$



The absolute normalization:

Contemporary mass of the Galaxy disc is $8.7 \times 10^{10} M_{\odot}$

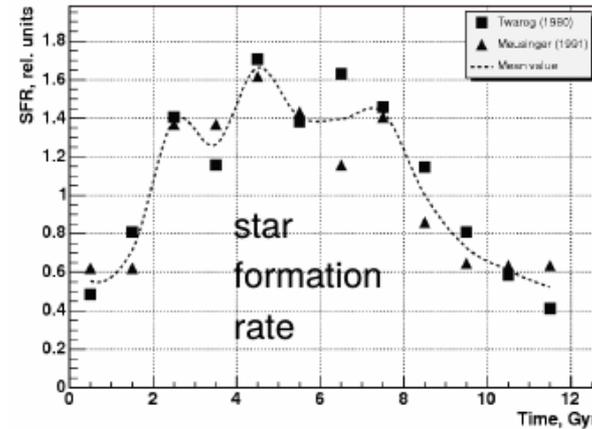
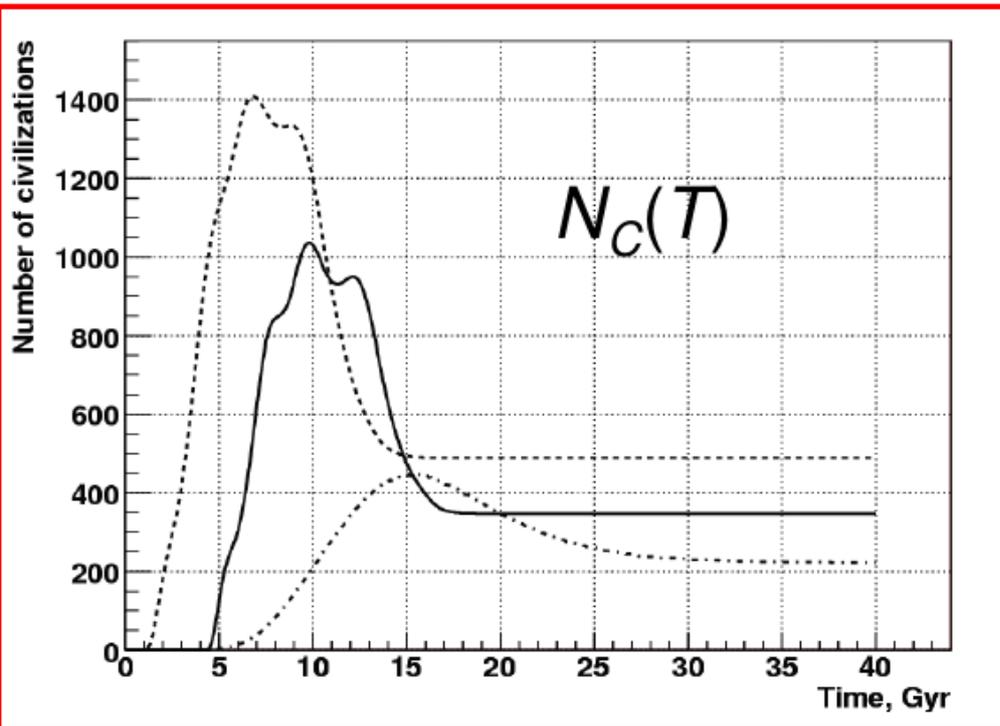
$5.5 M_{\odot}/\text{year}$, or
11 stars/year ($\langle M \rangle = 0.5 M_{\odot}$)

References:

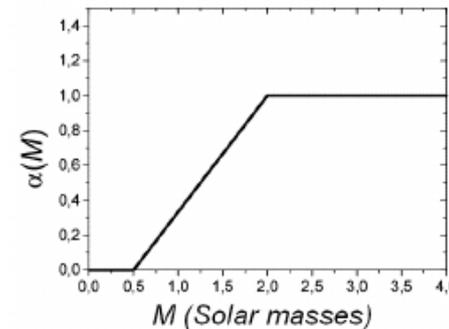
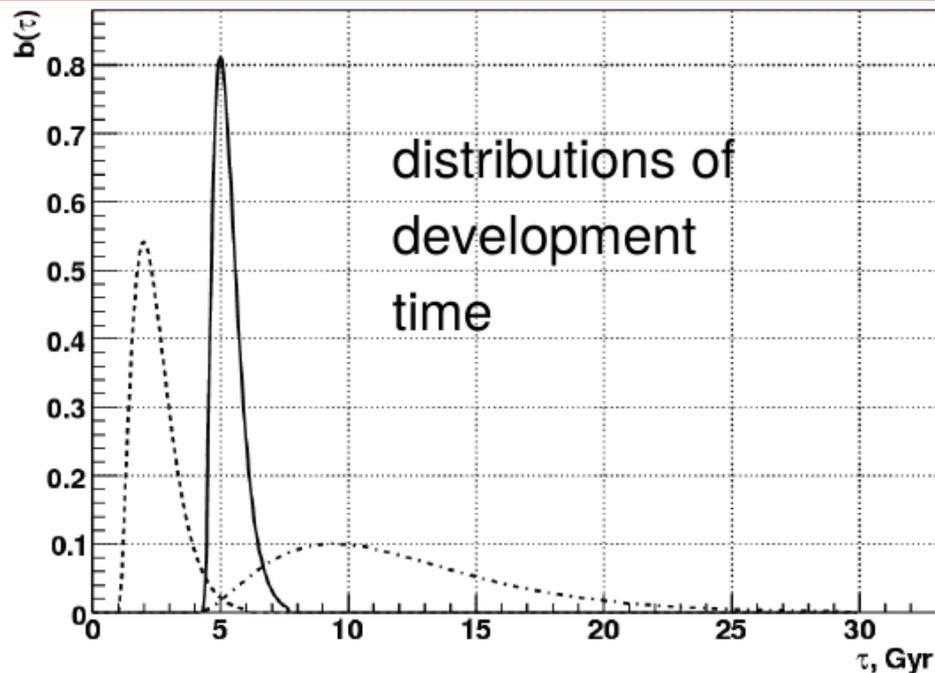
Twarog B. A. Astrophys. J.,
V. 242, P. 242, 1980.

Meusinger H. Astrophys. Space Sci.,
V. 182, P. 19, 1991

Results of calculations in the linear theory – linear demographic vawe

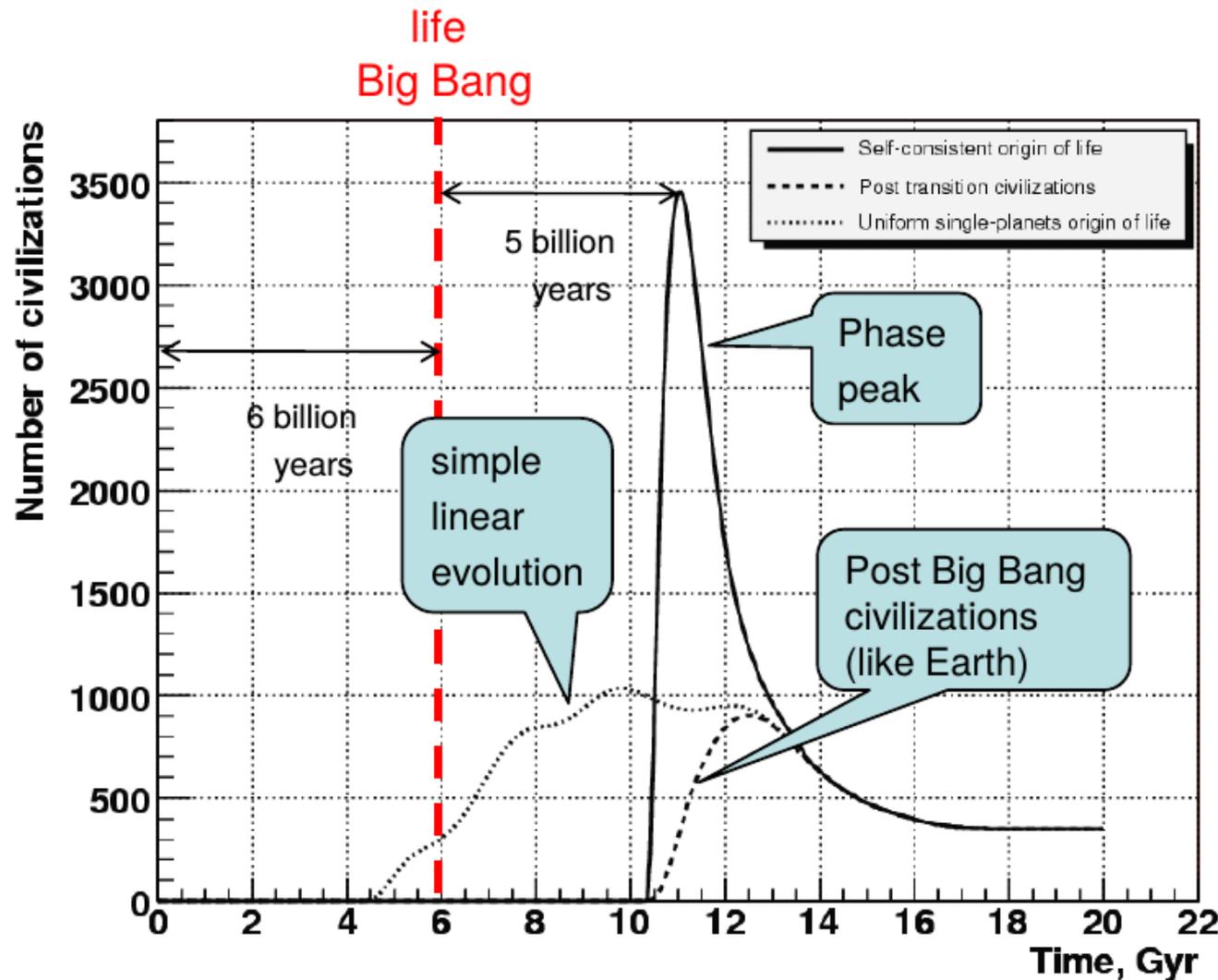


- The linear demographic vawe is a linear response on the peak in SFR
- Different asymptotics for constant SFR are the result of final star lifetimes (essential no-Drake phenomenon)
- The results can be scaled for other L_0 and $\alpha(M)$



For example, the maximal value of $\alpha(M)$ may be decreased

The linear population dynamics with the hypothesis of the self-consistent origin of life in the Galaxy ('life Big Bang')



- Life Big Bang at 6 billion years the after start of the Gaxy disc formation
- Time of development ~5 billion years
- Earth civilization is near the phase peak
- Important for non-linear processes (tempering phenomenon)

Non-linear effects

- Linear theory: $R(M, T)$, $B(M, \tau)$, $L_C(\omega)$ do not depend on the CC population (N_C)
- N_C affect the $R(M, T)$ – the “artificial creation of stars”
- N_C affect the $B(M, \tau)$ – directed panspermia of life or intelligence
- N_C affect the $L_C(\omega)$ – influence of communications on stability (lifetime) of civilizations

The equations of the non-linear theory

- The equations of the *linear* theory

$$\begin{cases} \frac{\partial n_C}{\partial T} = -\frac{\partial n_C}{\partial \omega} - [\Lambda_C(M, \omega) + \Lambda_S(M, \tau + \omega)]n_C \\ n_C(M, \tau, \omega, 0) = 0 \\ n_C(M, \tau, 0, T) = n_S(M, \tau, T)B(M, \tau) \end{cases}$$

divergence of the current in \mathbf{q} -space

- The equations of the *non-linear* theory :

$$\begin{cases} \frac{\partial n_C}{\partial T} = -\frac{\partial n_C}{\partial \omega} - [\Lambda_C(M, \mathbf{q}, \omega) + \Lambda_S(M, \tau + \omega)]n_C - \frac{\partial}{\partial \mathbf{q}} [\mathbf{j}(\mathbf{q}, \omega, T)n_C] \\ n_C(M, \tau, \mathbf{q}, \omega, 0) = 0 \\ n_C(M, \tau, \mathbf{q}, 0, T) = n_S(M, \tau, T)B(M, \tau, \mathbf{q}) \end{cases}$$

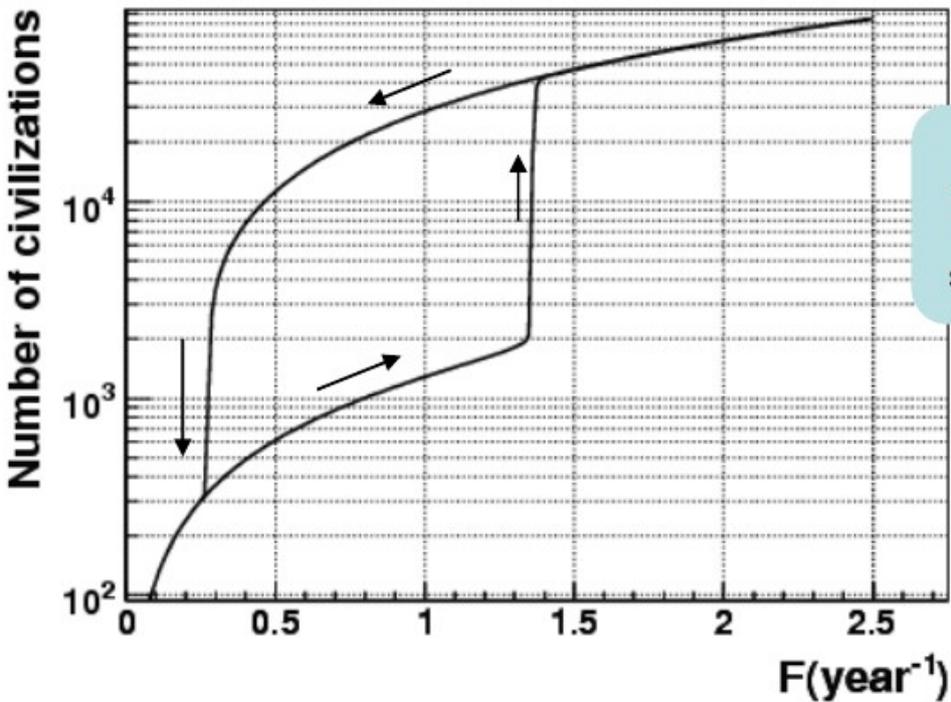
\mathbf{q} -distribution of the born civilizations

- Additive approximation:
$$\frac{d\mathbf{q}_A}{dt} = \sum_i \mathbf{K}(\mathbf{q}_A, \omega_A, \mathbf{q}_{B_i}, \omega_{B_i})$$

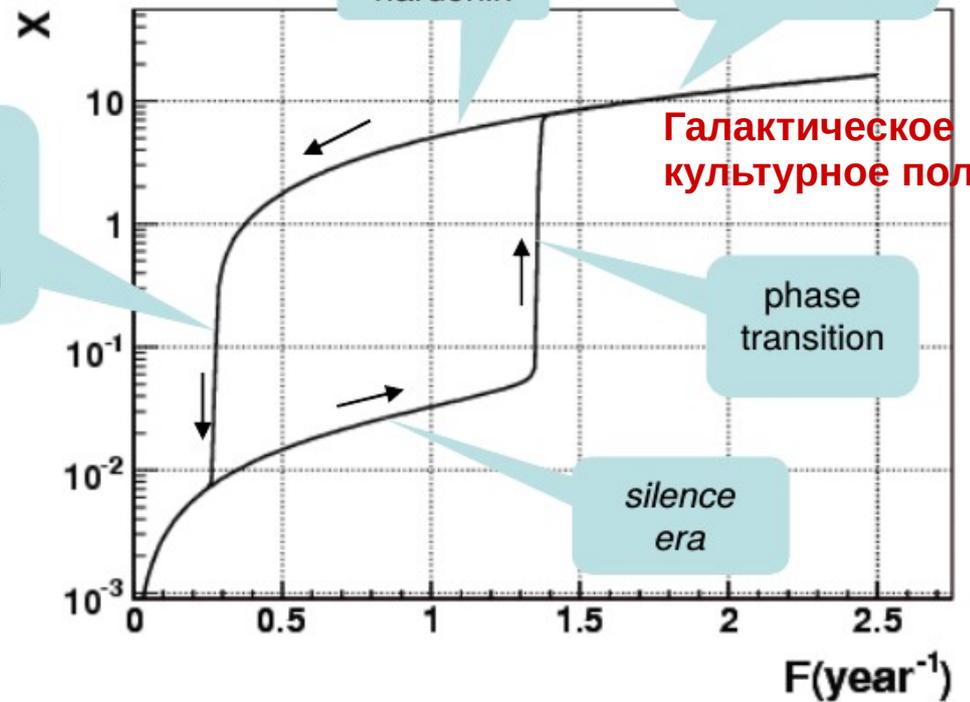
- The current in additive approximation and for large homogenous galaxy:

$$\begin{aligned} \mathbf{j}(\mathbf{q}, \omega, T) = & \frac{4\pi}{V_G} \int d\omega' \int d\mathbf{q}' \mathbf{K}(\mathbf{q}, \omega, \mathbf{q}', \omega') \int_{T-r(\mathbf{q}, \omega, \mathbf{q}', \omega')/c}^T cdT' [c(T - T')]^2 \cdot \\ & \int dM \int d\tau n_C(M, \tau, \mathbf{q}', \omega', T'). \end{aligned}$$

The results of calculation. Bistability of pulation against CC formation rate

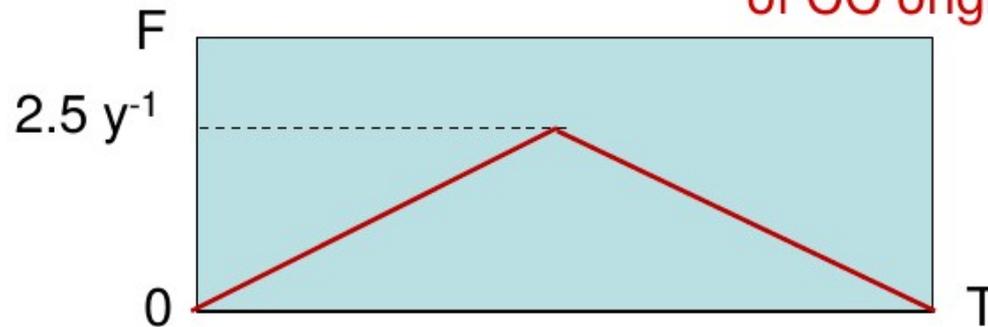


decay of the era of contacts saturation



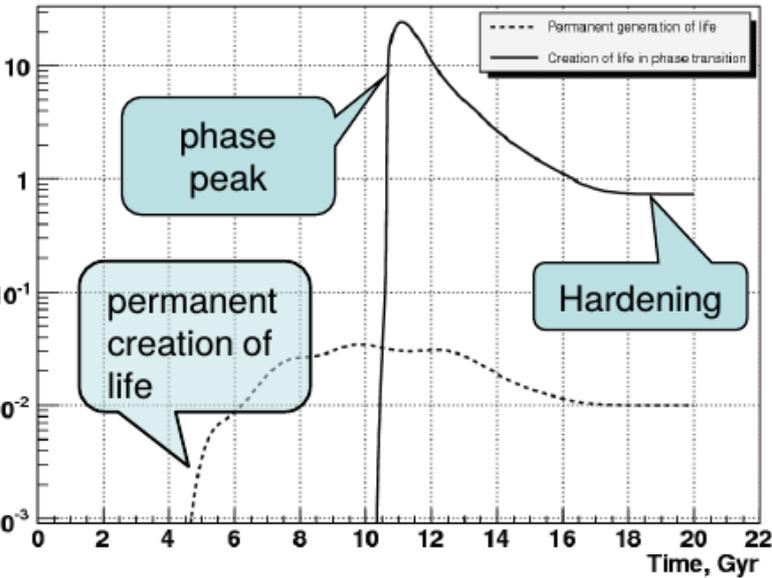
The dependency of the number CC in the Galaxy from the rate of CC origin

The dependency of mean number of contacters from the rate of CC origin



•Astrosociological paradox (Fermi paradox) – a contradiction between the widely accepted notions about plurality of CCs and the absence of any evident manifestations of their activity

•ASP can be easily explained when supposing that the main way of contact between CCs is the contact with the help of *any* beam emitters and receivers



Even under the conditions of the contact saturation epoch, the detection of a CC can be an extremely difficult task.

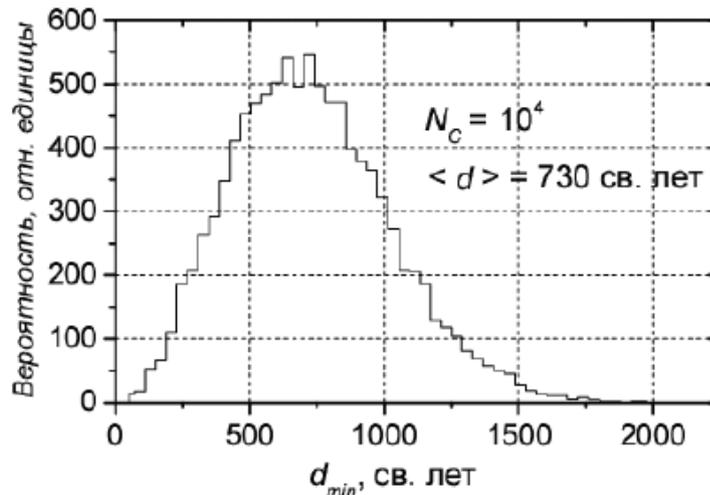
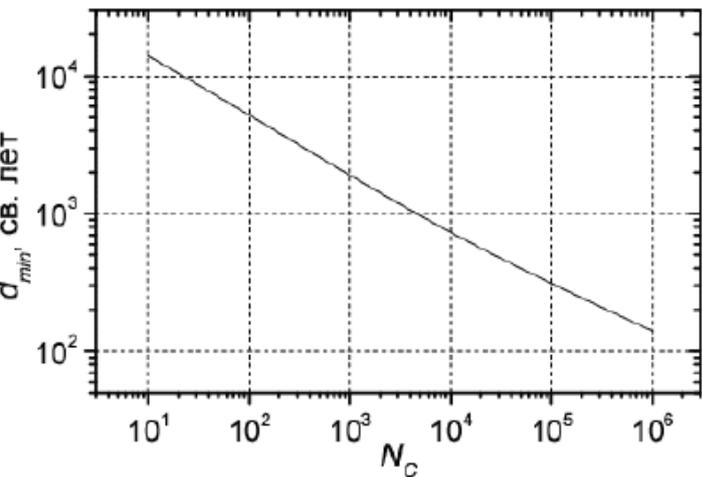
The region of “hardening”:

- 5000 CC
- Expected distance to the nearest CC = 1000 l.y.
- Search range = 2000 l.y.
- 1 star / 8 pc³
- 10⁸ stars in the search range
- 1 star from ~100 is “suspicious”
- 10⁶ stars for continuous monitoring in all reasonable channels

The region of the “phase peak”:

- 125000 KЦ
- Expected distance to the nearest CC = 300 l.y.
- Search range = 600 l.y.
- 5×10⁴ “suspicious” stars

Actually at present time:
A few dozens, only occasionally



Question:
Why only beam emitters?

A.D. Panov
Post-singular Evolution
and Post-singular Civilizations

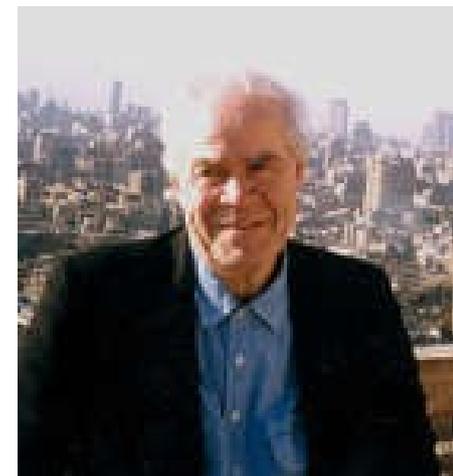
Published in almanach “Evolution”
issue 2, 2011.

Философия SETI

**Возможна ли
дешифровка (понимание)
космической передачи
иногo разума?**



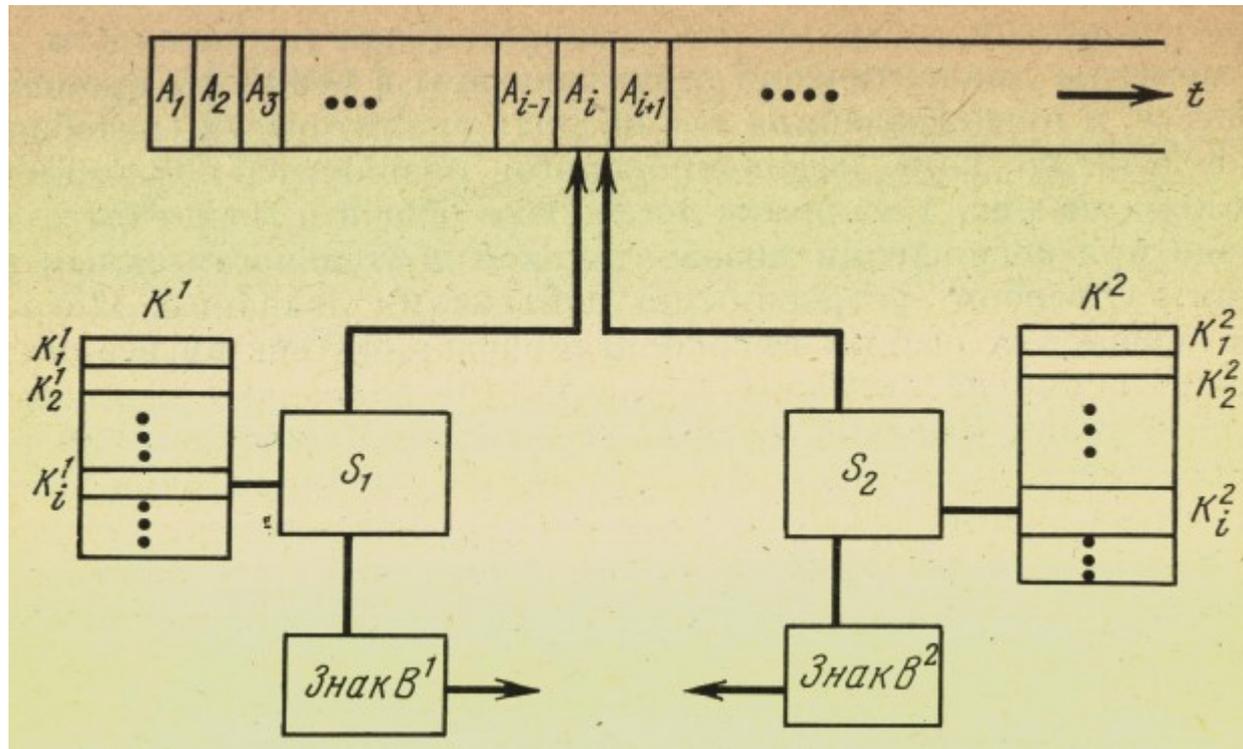
В.В. Казютинский



Г. М. Идлис

Б. Н. Пановкин

ИНФОРМАЦИОННЫЙ ОБМЕН
МЕЖДУ РАЗЛИЧНЫМИ
ВЫСОКООРГАНИЗОВАННЫМИ СИСТЕМАМИ



Б.Н. Пановкин

Задача дешифровки как
задача установления
соответствия между
тезаурусам K^1 и K^2

Рассмотрим некоторое разбиение I множества U

$$U = T_1^I \cup T_2^I \cup \dots \cup T_{m_I}^I,$$

а также разбиения каждого подмножества T_i на подмножества

$$T_i^I = E_{i1} \cup E_{i2} \cup \dots \cup E_{in_i}.$$

Рассмотрена модель информационного обмена между высокоорганизованными системами — «автоматами», использующими различные схемы классификации объектов действительности. Показано, что в наиболее благоприятном случае информационный обмен возможен при активном взаимодействии систем (рефлексивная игра высокого ранга с подтверждением) в прямом контакте.

Ил. 2, библиогр. 1 назв.

- В задачу SETI входит поиск внеземного разума (сигнал привлечения внимания)
Задача установления контакта (расшифровка) это задача SETI
- Независимо от возможности «дешифровки» сообщений будет возможно их всестороннее изучение, которое даст очень много.
Дешифровка - побочный продукт изучения сообщения.
- Цивилизации не являются «автоматами», кибернетическая точка зрения ограничена.
Разум (человеческий) способен на внелогические догадки (за границей Гёделя)
- Изучение сообщения - «экзонаука».
Не вполне является обычной наукой по своим методам.
Два информационных слоя:
 - Интерпретация «кода» для получения «содержания»
 - Интерпретация «содержания» для получения «знаний»
требуется элемента веры

Литература



1. Giuseppe Cocconi. Philip Morrison. Searching for interstellar communications. Nature, 1959, V. 184(4690), 844-846
2. И.С. Шкловский. Возможна ли связь с разумными существами других планет? «Природа», №7, 1960
3. И.С. Шкловский. Вселенная, жизнь, разум. Издания 1962 - 2006 гг.
4. Н.С. Кардашев. Передача информации внеземными цивилизациями, АЖ. 1964. Т. 41. Вып. 2. С. 282-287.
5. Л.М. Гиндилис, С.А. Каплан, Н.С. Кардашев, Б.Н. Пановкин, Б.В. Сухотин, Г.М. Хованов. Внеземные цивилизации. Проблема межзвездной связи. Москва, Наука, 1969.
6. Проблема SETI (Связь с внеземными цивилизациями). Бюракан, 5-11 сентября 1971 г. М.: Мир 1971.
7. Л.М. Гиндилис. SETI: Поиск внеземного разума. Москва, Физматлит, 2004.
8. Труды Всероссийской конференции по проблеме SETI, Нижний Архыз, САО, 2005 г. Бюллетень САО. Том 60-61. 2007г.
<http://w0.sao.ru/Doc-k8/Science/Public/Bulletin/Vol60-61/>
9. А.Д. Панов. Универсальная эволюция и проблема поиска внеземного разума (SETI). Издательство ЛКИ (УРСС), 2008.
10. Проблема поиска внеземных цивилизаций. М.: Наука, 1981.

11. Проблема поиска жизни во Вселенной. Труды Таллинского симпозиума. М.: Наука, 1986.
12. Материалы 3-й Международной конференции "Поиск внеземных цивилизаций (SETI-2011)" 27-30 в.уз 2011 г, С.-П. . Труды ИПА РАН. Вып. 22, 2011.
13. RUSSIAN SETI. <http://Infm1.sai.msu.ru/SETI/koi/>
14. Л.М. Гиндилис. История SETI в СССР и России. <http://Infm1.sai.msu.ru/SETI/koi/index-history.html>
15. Семинары НКЦ SETI. <http://Infm1.sai.msu.ru/SETI/koi/seminars.html>
16. Erik A. Petigura, Andrew W. Howard, and Geoffrey W. Marcy. Prevalence of Earth-size planets orbiting Sun-like stars. 2013. www.pnas.org/cgi/doi/10.1073/pnas.1319909110
17. Danny C. Price, J. Emilio Enriquez, Bryan Brzycki, et al. The Breakthrough Listen Search for Intelligent Life: Observations of 1327 Nearby Stars over 1.10-3.45 GHz. arXiv:1906.07750 [astro-ph.EP].
18. Sofia Z. Sheikh, Andrew Siemion, J. Emilio Enriquez, Danny C. Price, Howard Isaacson, Matt Lebofsky, Vishal Gajjar, Paul Kalas. The Breakthrough Listen Search for Intelligent Life: A 3.95-8.00 GHz Search for Radio Technosignatures in the Restricted Earth Transit Zone. arXiv:2002.06162 [astro-ph.EP]