

# Экзопланеты и поиски жизни



**Поиски жизни  
в  
Солнечной системе**

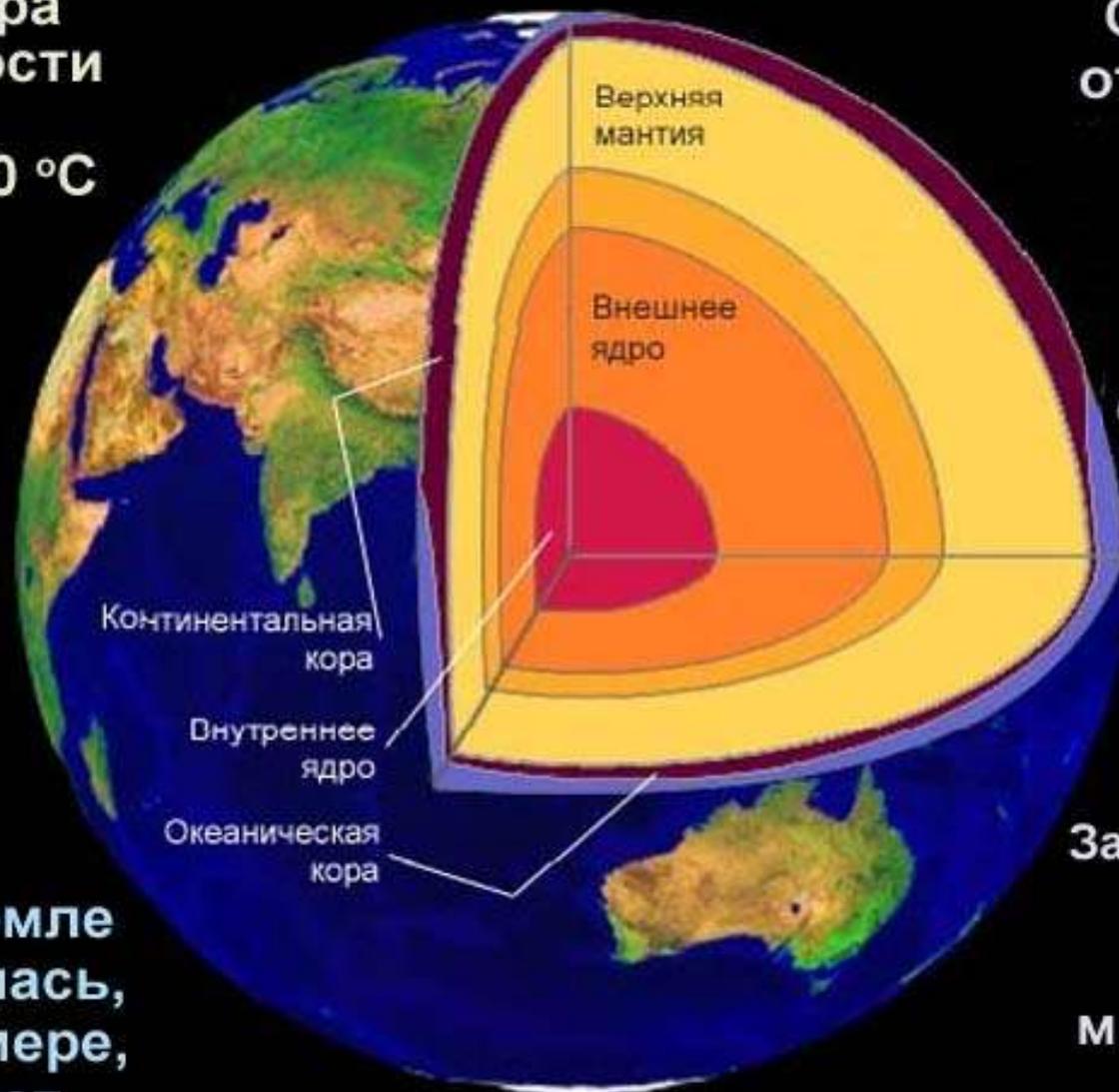






# Земля: экстремальные формы жизни

Температура  
на поверхности  
от +60 до -90 °C



Слой жизни  
от -3 до 10 км

Конец мощной  
метеоритной  
бомбардировки  
3,9 млрд лет  
Химические  
маркеры  
жизни  
3,85 млрд лет

Зарождение жизни  
заняло  
десятки  
миллионов лет

Жизнь на Земле  
не прерывалась,  
по крайней мере,  
3,5 млрд лет

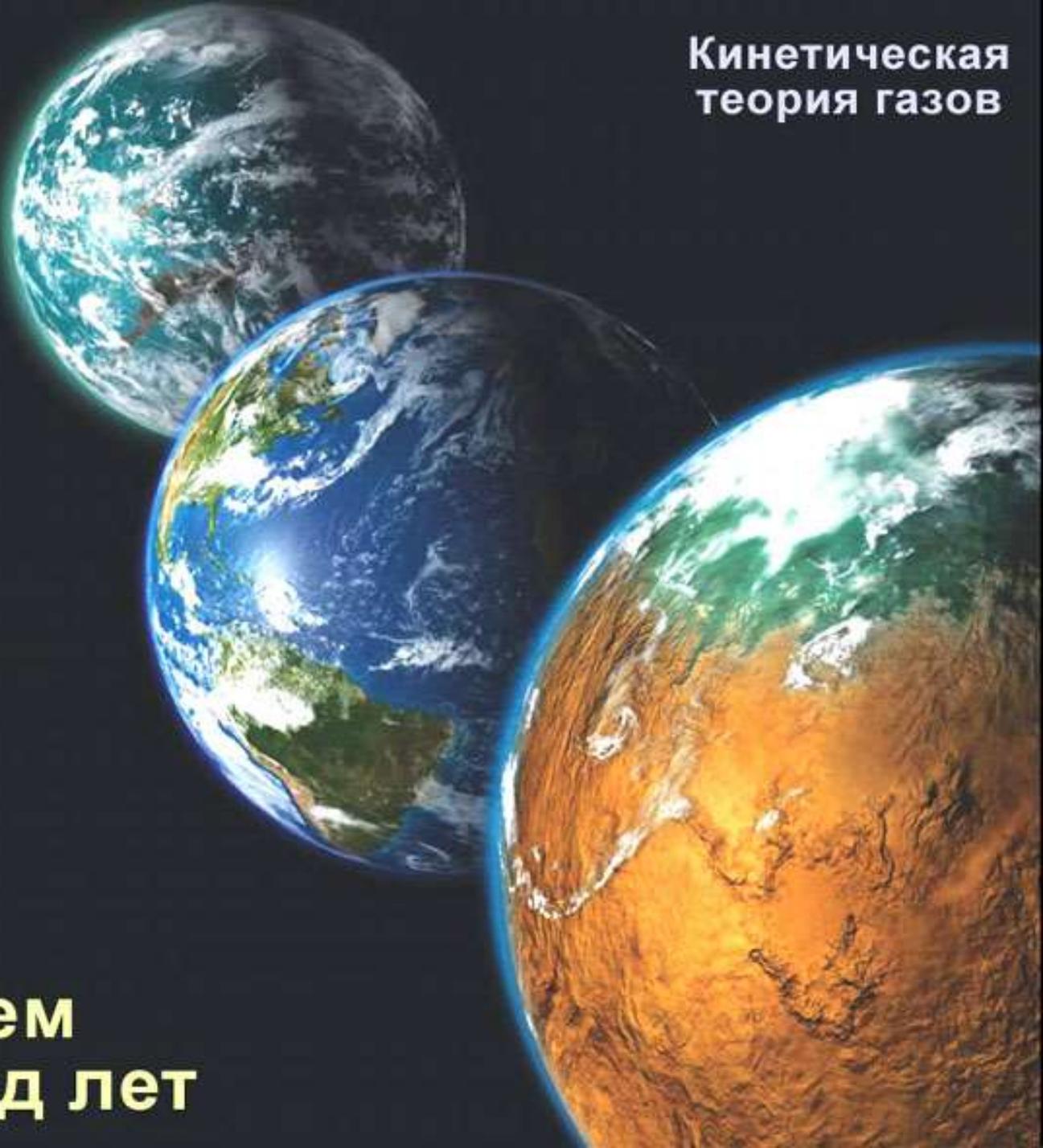
# Земля

Кинетическая  
теория газов

в прошлом  
3 млрд назад

сегодня

в будущем  
через 3 млрд лет





**TMO/JPL/NASA**



**James W. Young - 1966**





Хондрит



Ахондрит



Каменные  
метеориты



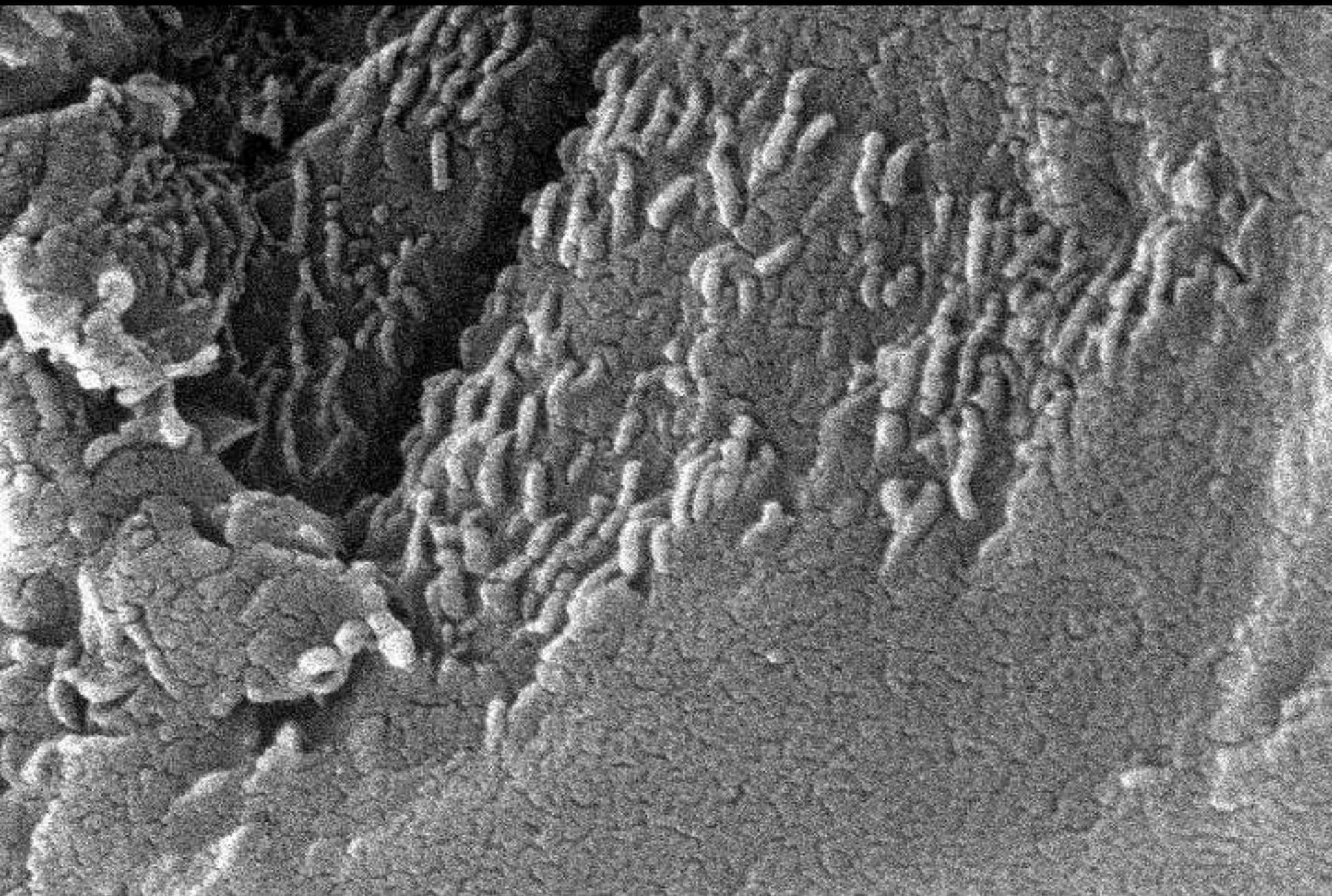
Железный  
метеорит

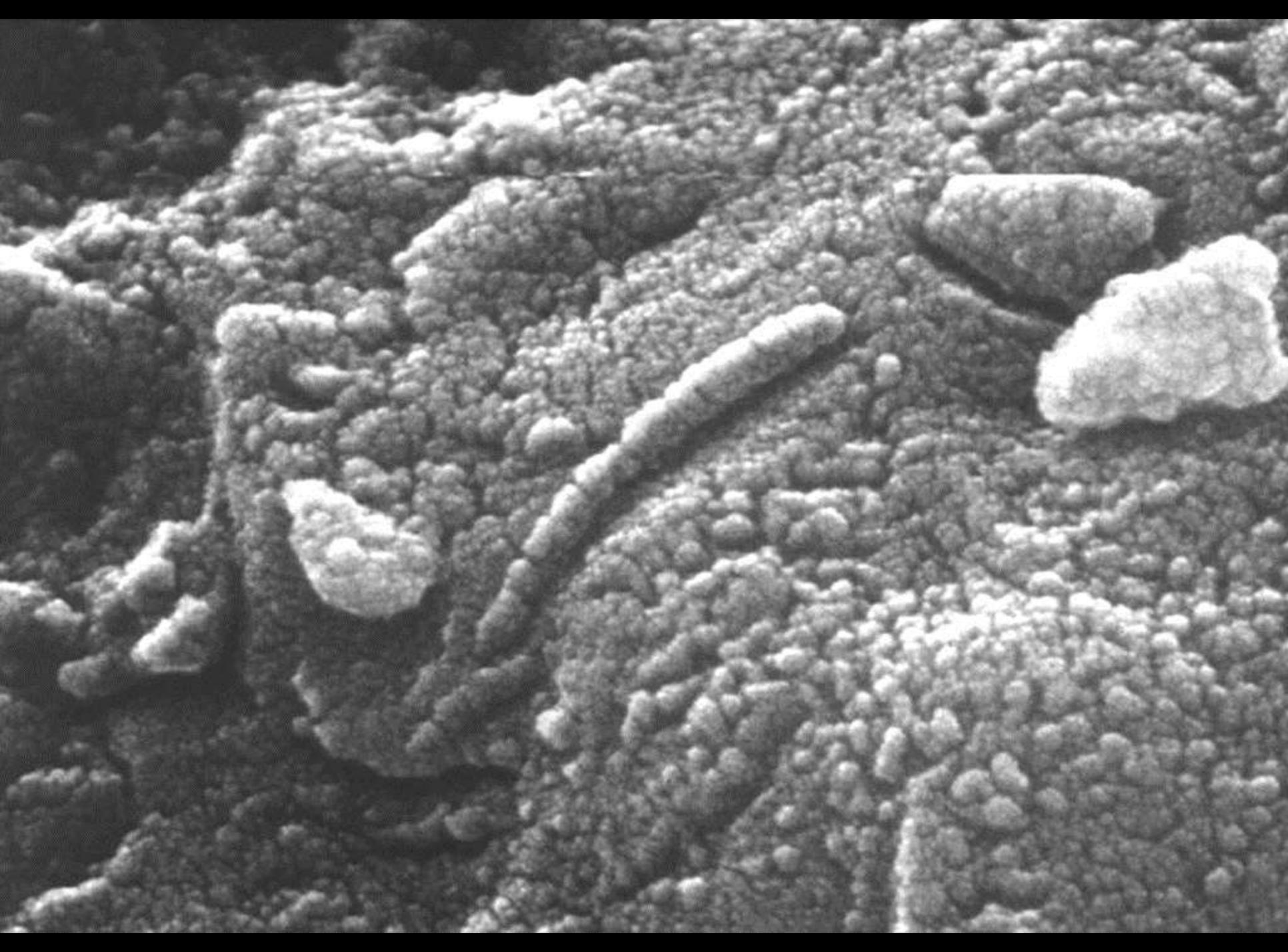
ALH84001,0

1cm

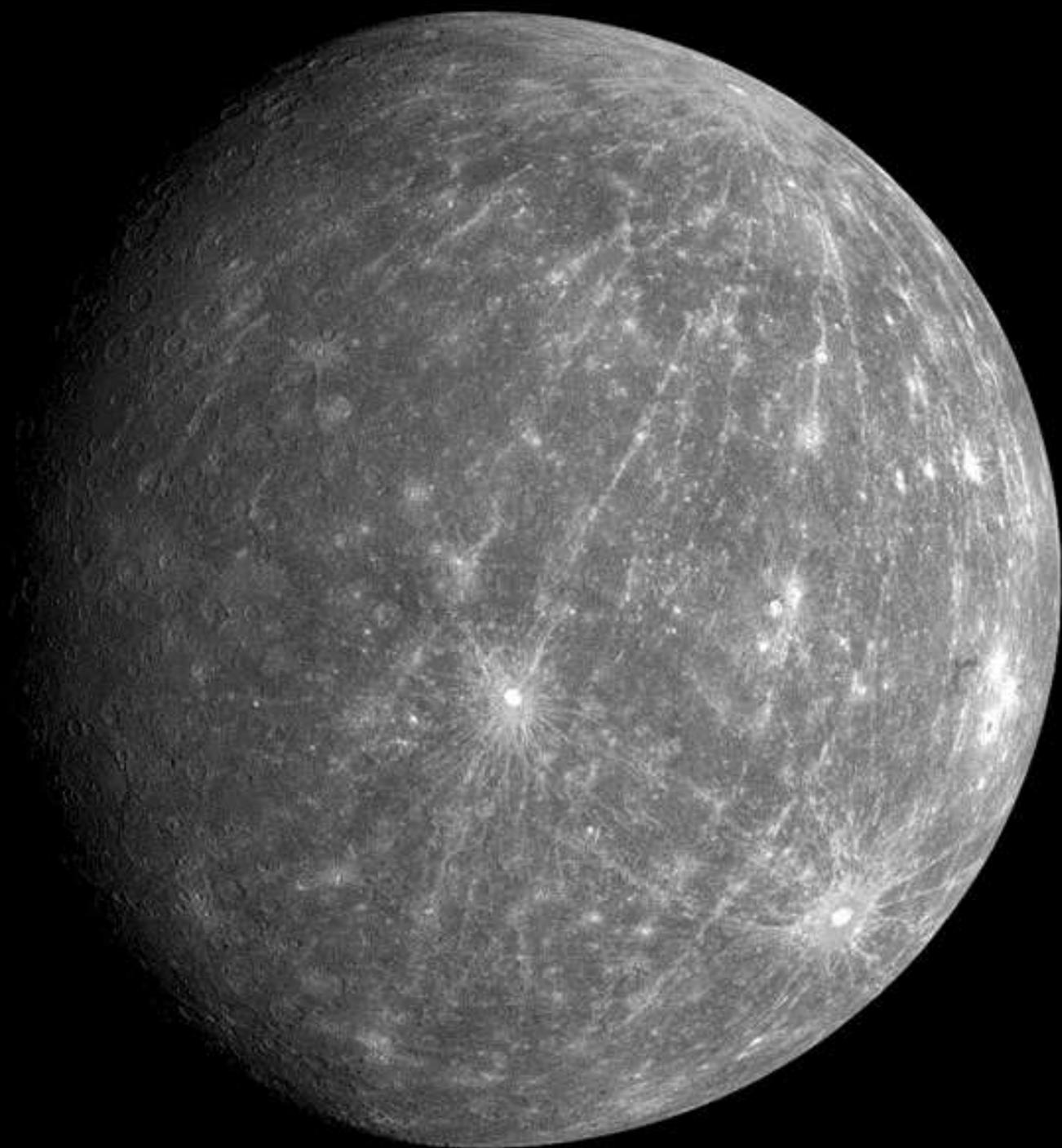
1  
E







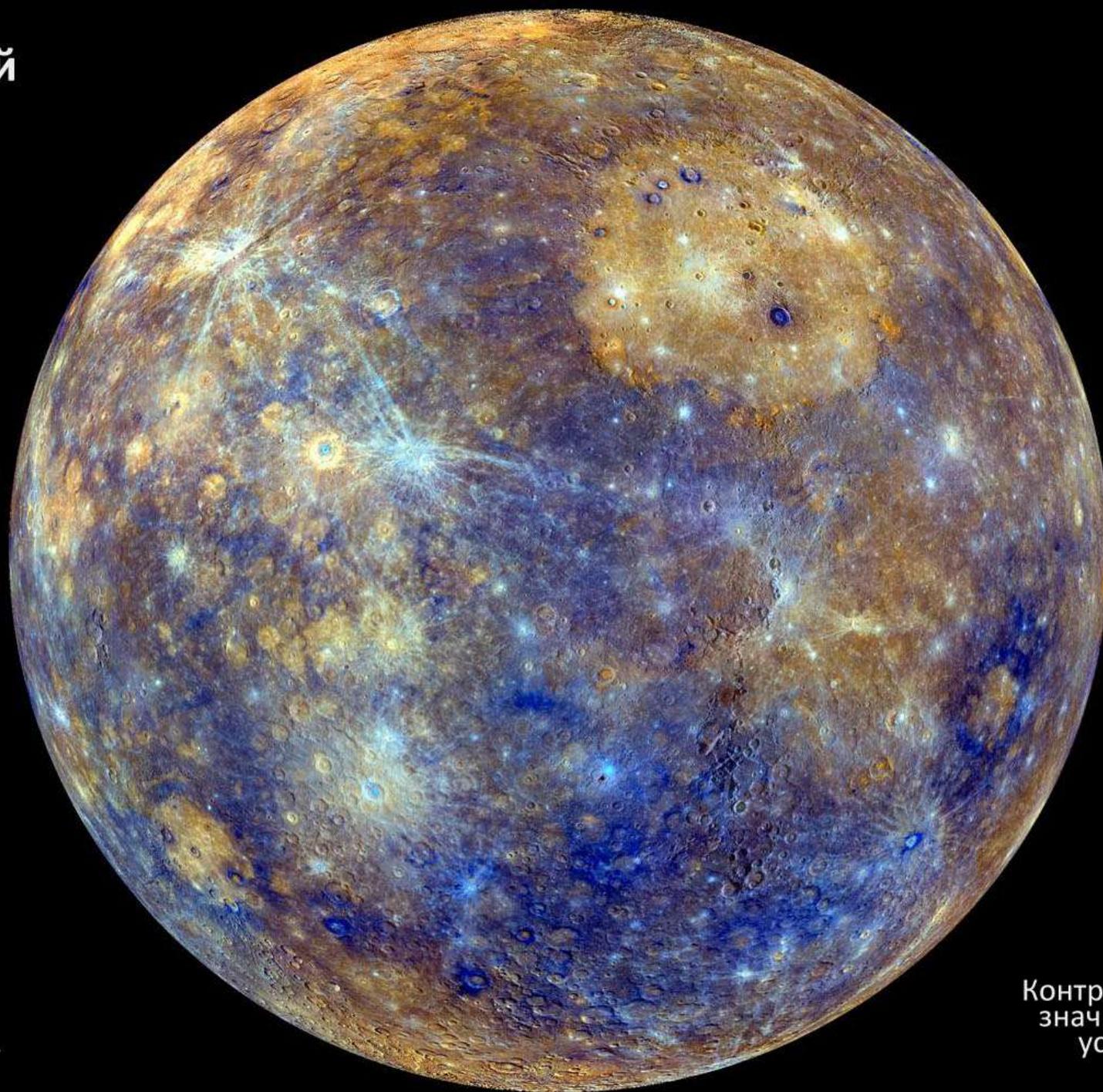
Меркурий



Messenger (NASA)

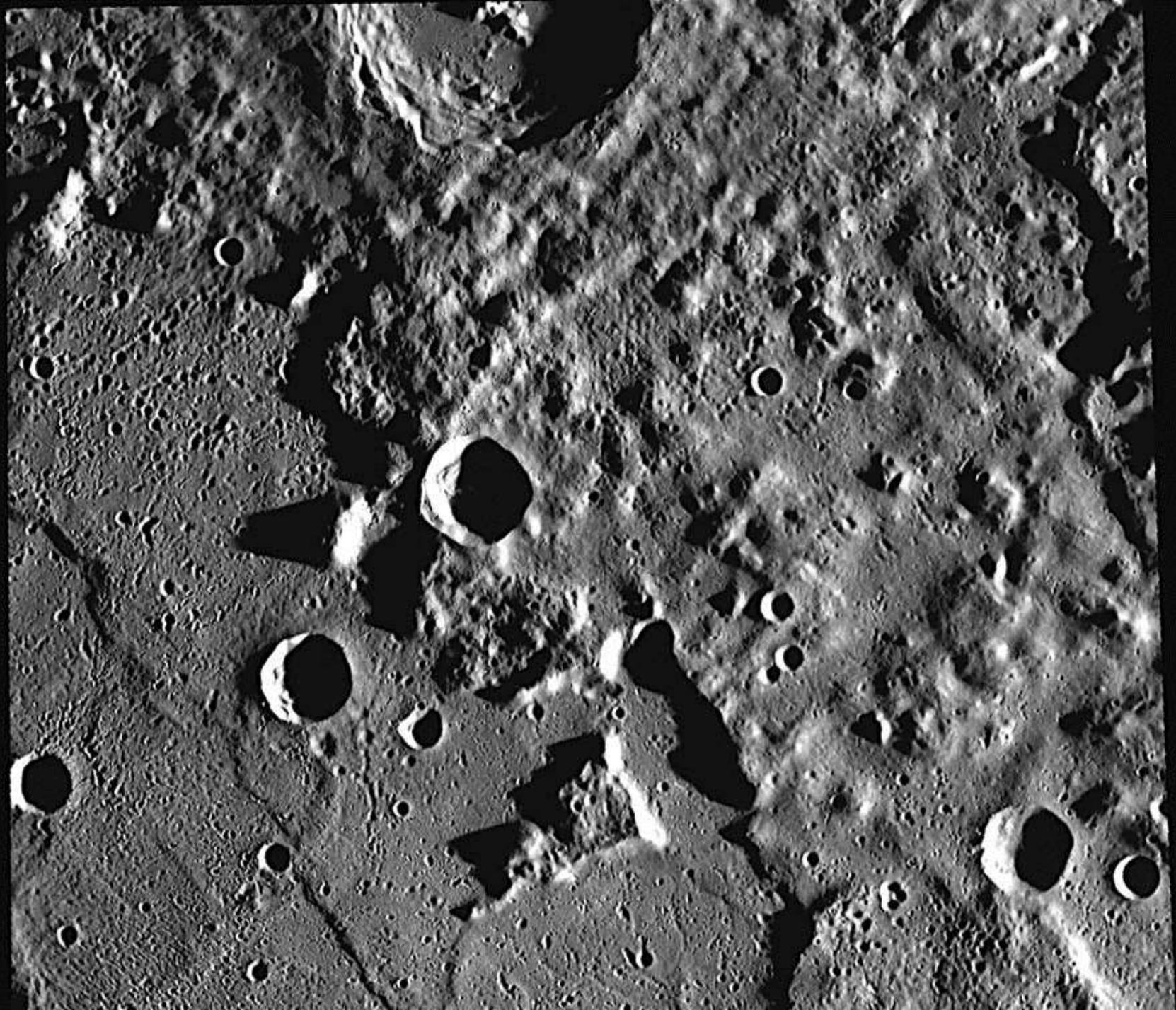
Oct 2008

# Меркурий



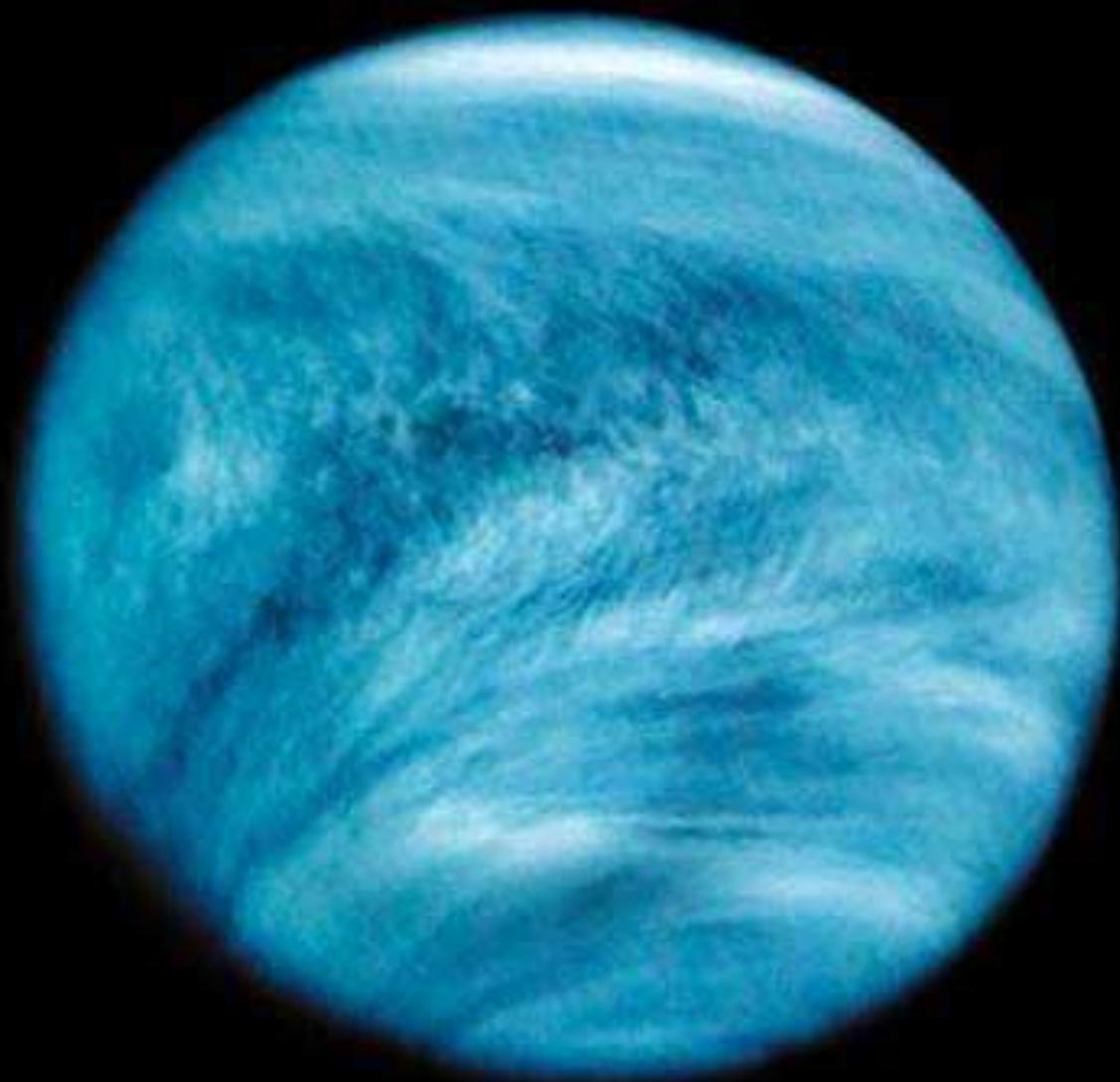
Messenger  
NASA, 2011

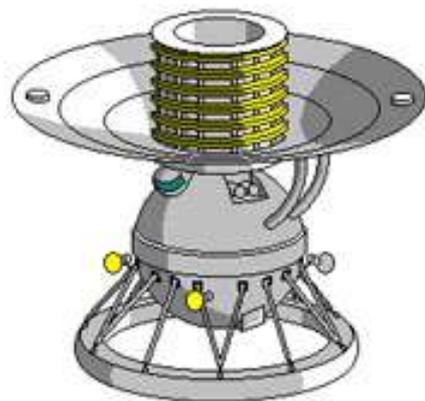
Контраст цвета  
значительно  
усилен





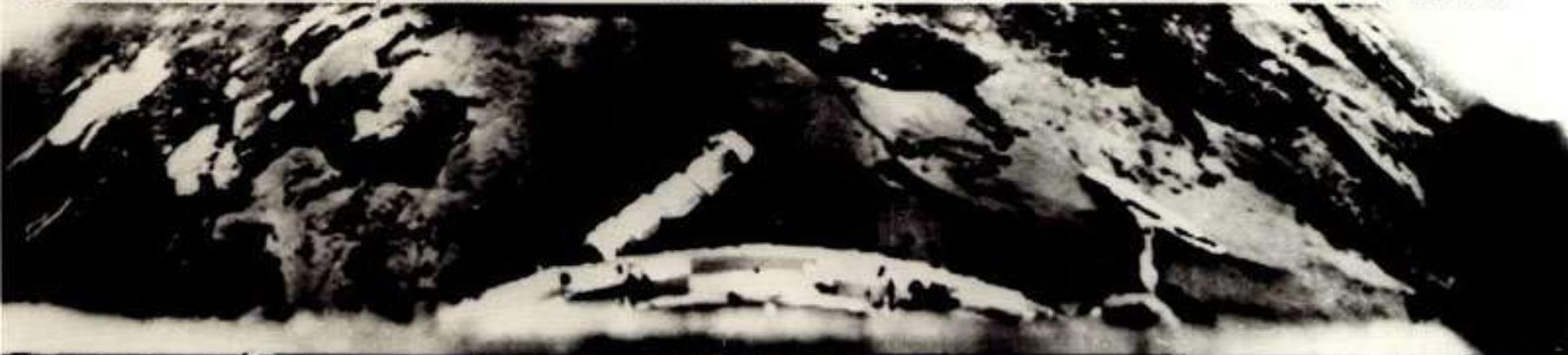
Венера





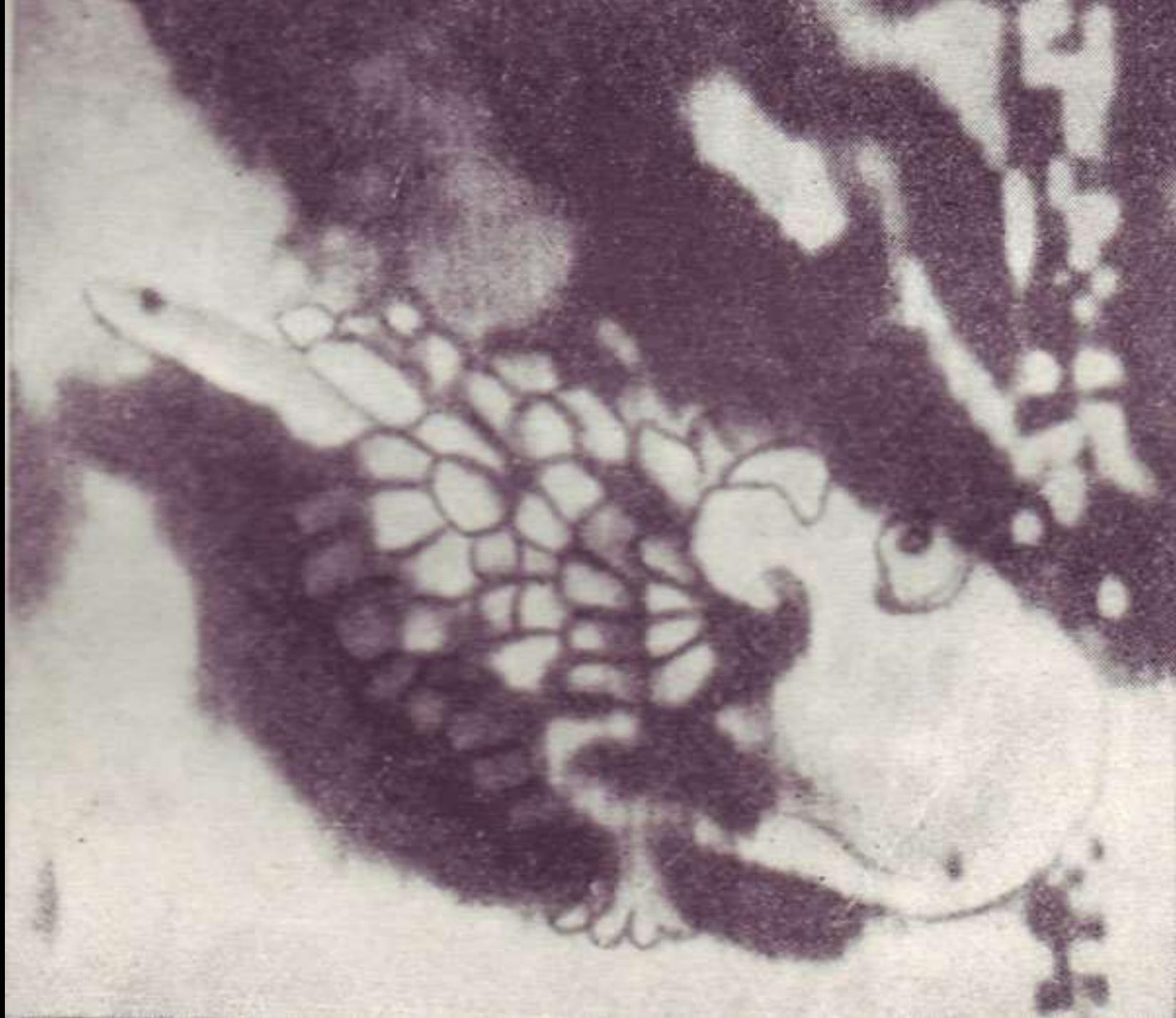
ВЕНЕРА-9 22.10.1975

ОБРАБОТКА ИППИ АН СССР 28.2.1976



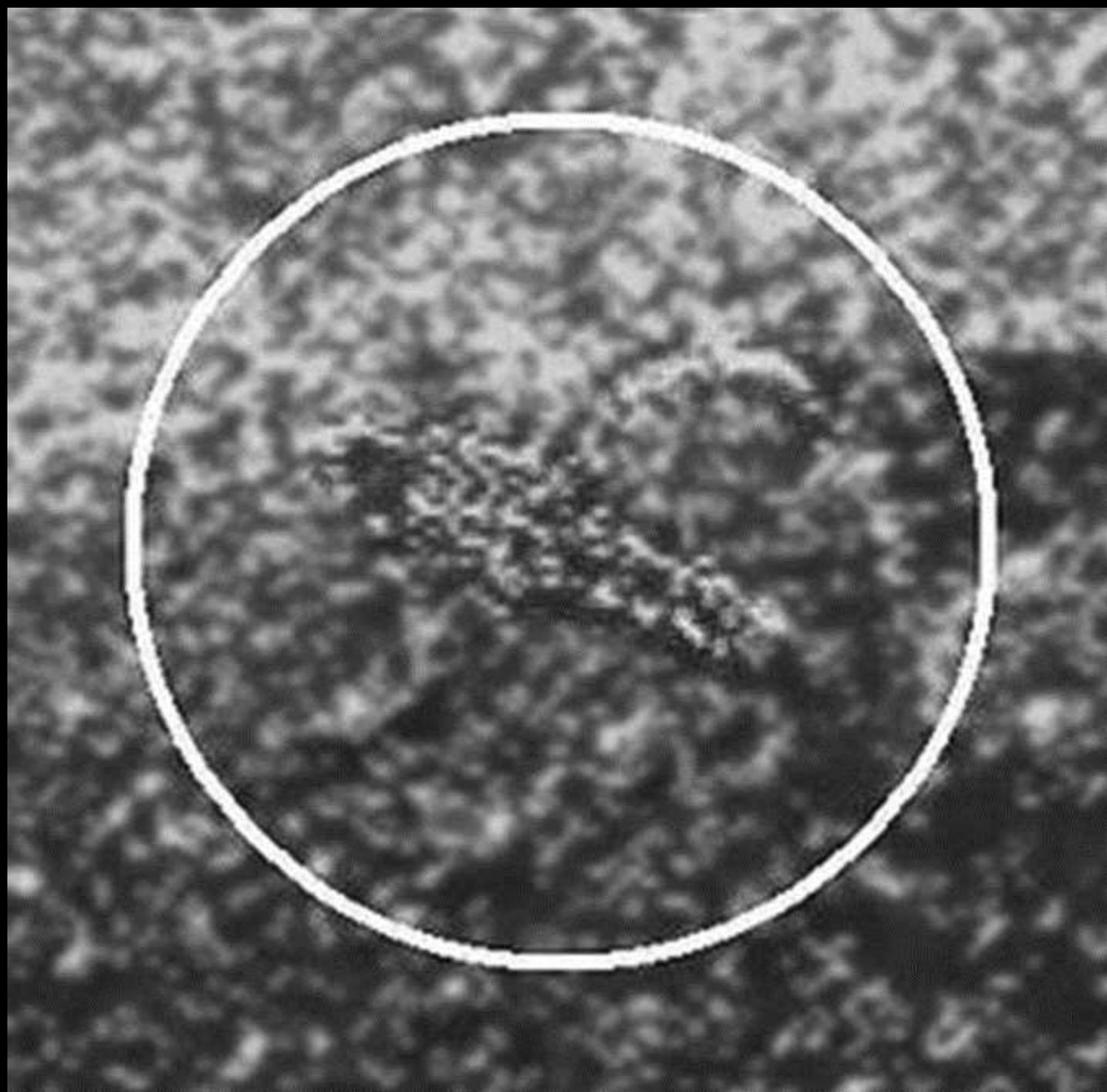
ВЕНЕРА-10 25.10.1975

ОБРАБОТКА ИППИ АН СССР 28.2.1976





Don P. Mitchell



Mapc



Feb 1995 HST



—  
2/3"

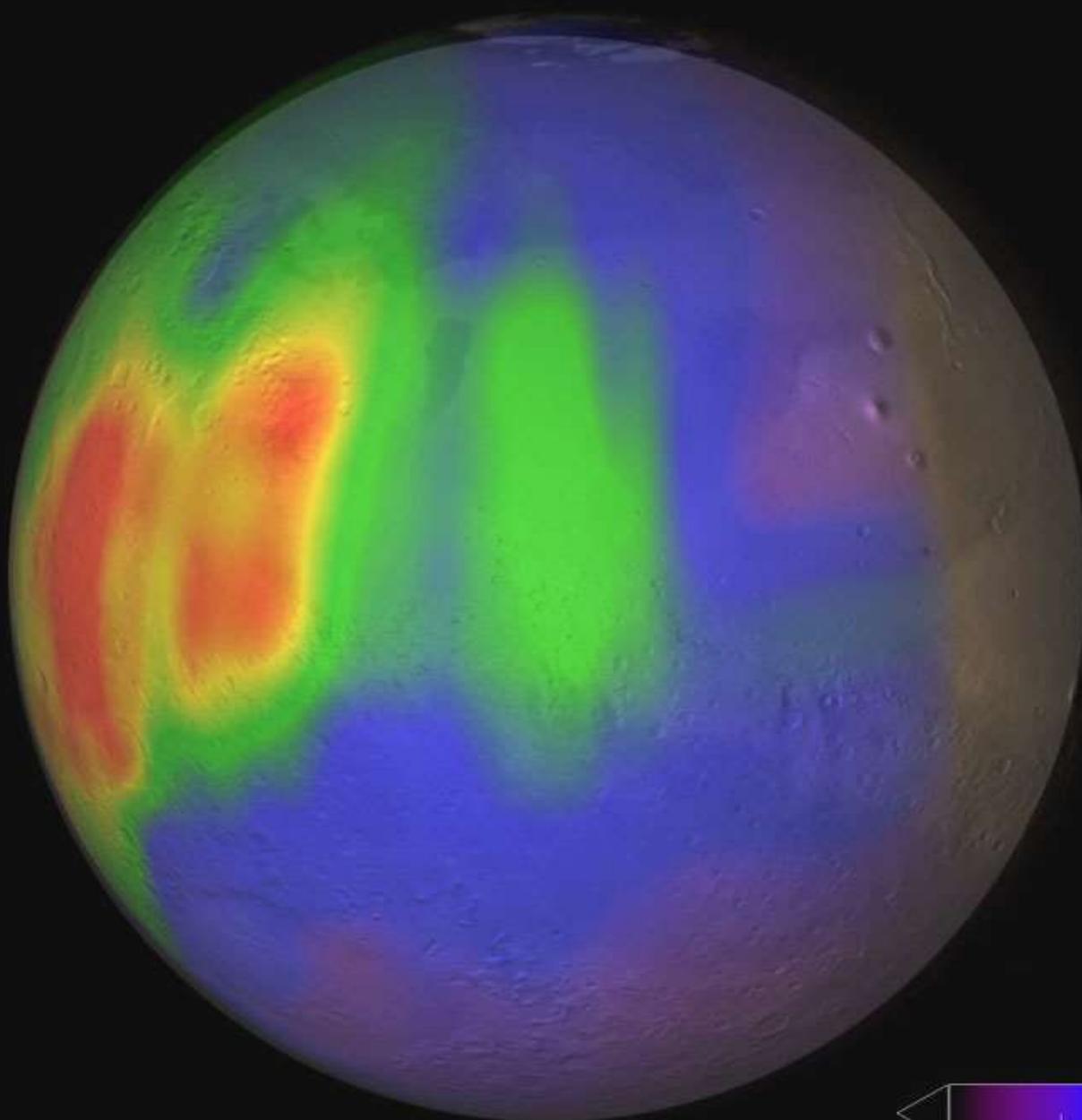


# Mars

Methane release:  
Northern summer

NASA 2009

Large ground-based telescopes



Methane Concentration



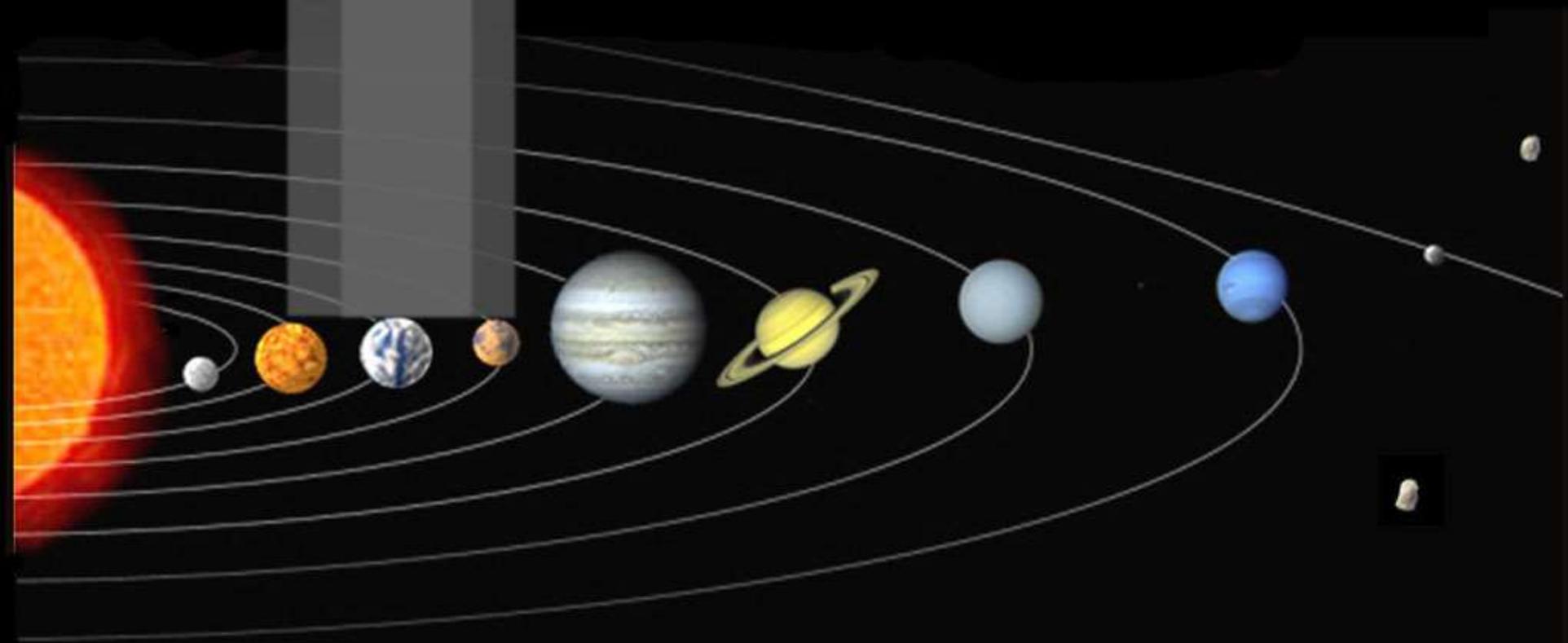
# Зона жизни

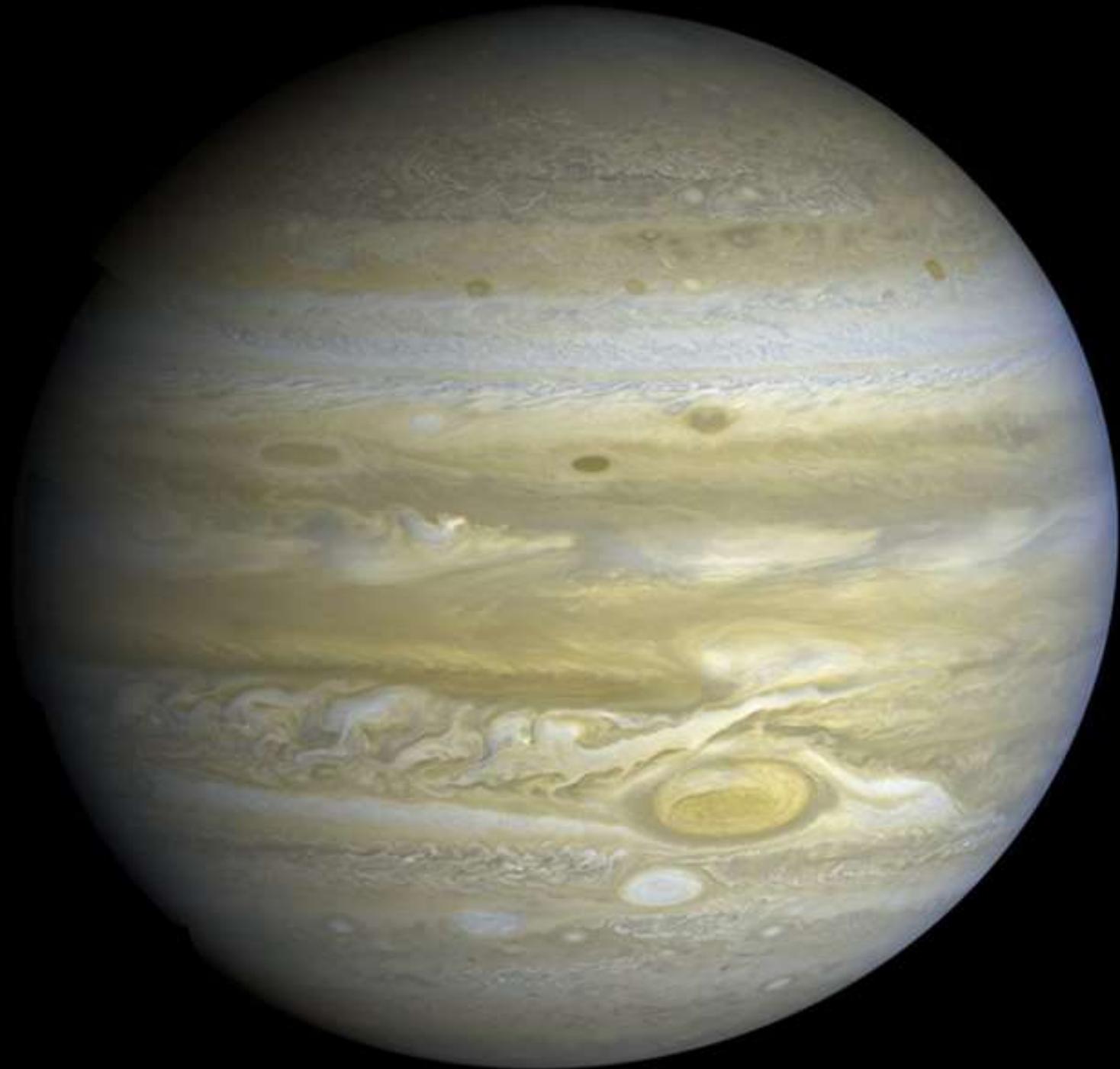
4,5 млрд лет назад

Сегодня

$T < 0\text{ }^{\circ}\text{C}$

Возможна ли жизнь?





**Юпитер (2005 г.)**

**63 спутника**



# Галилеевы спутники Юпитера



Ио

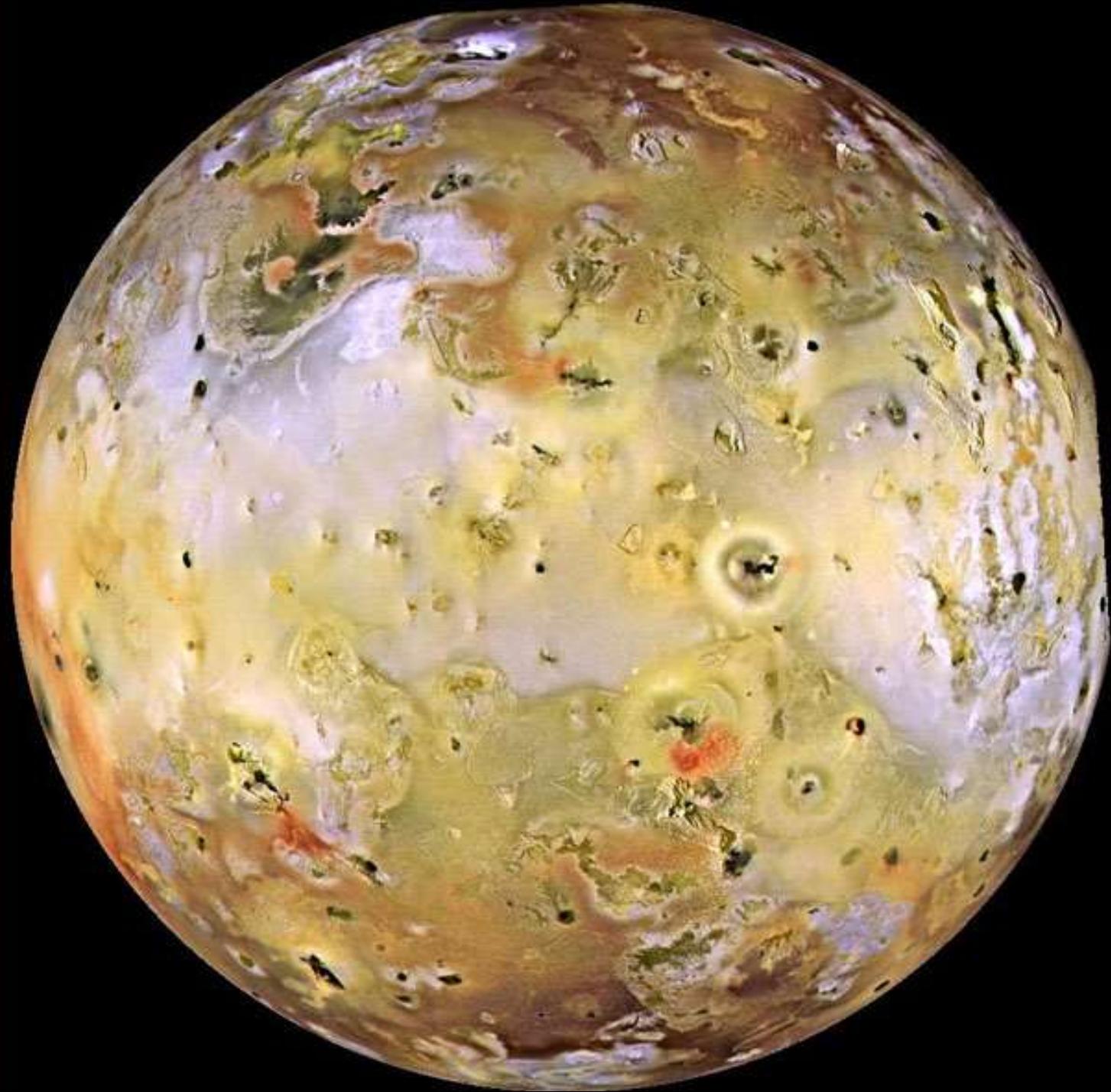
Европа

Ганимед

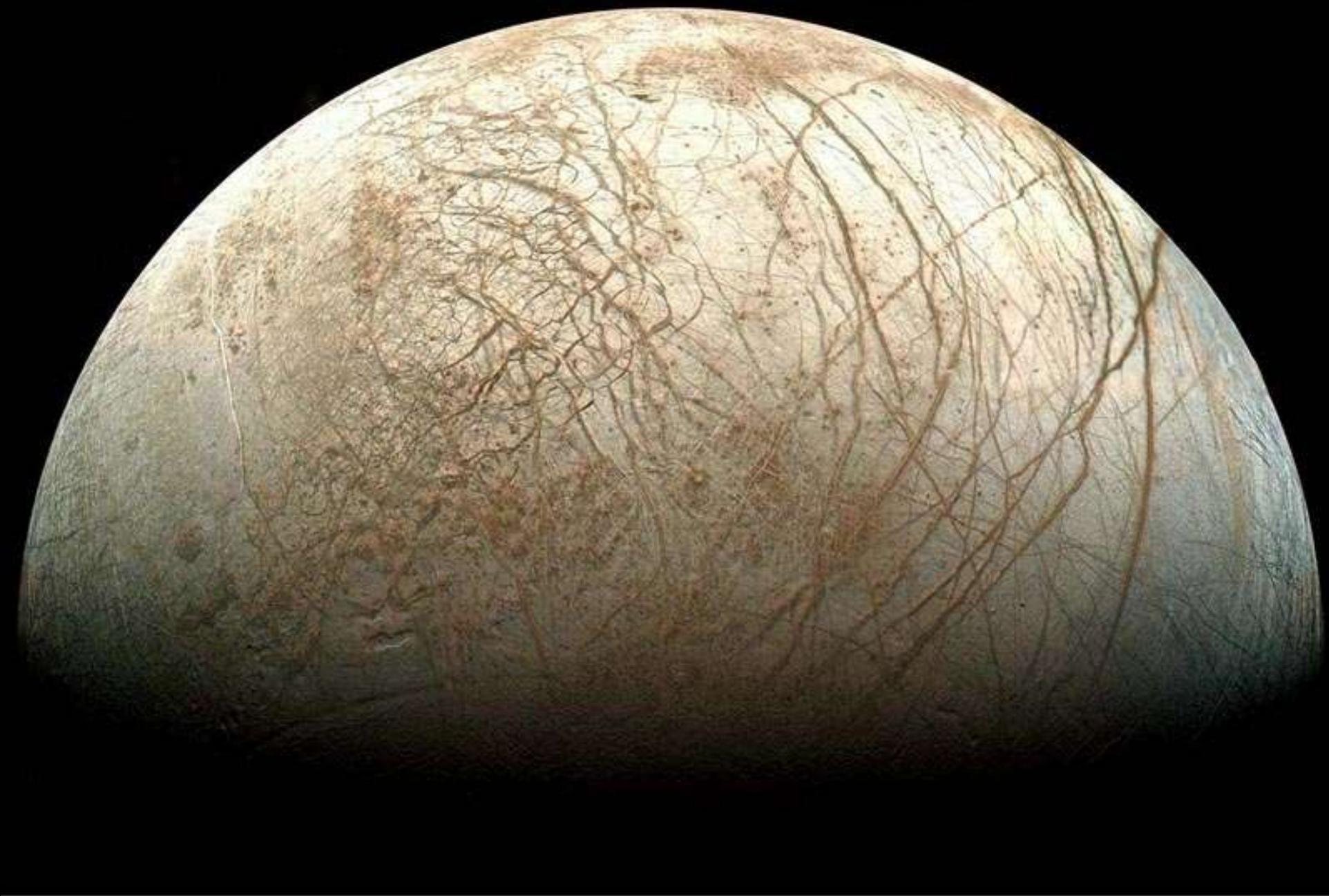
Каллисто

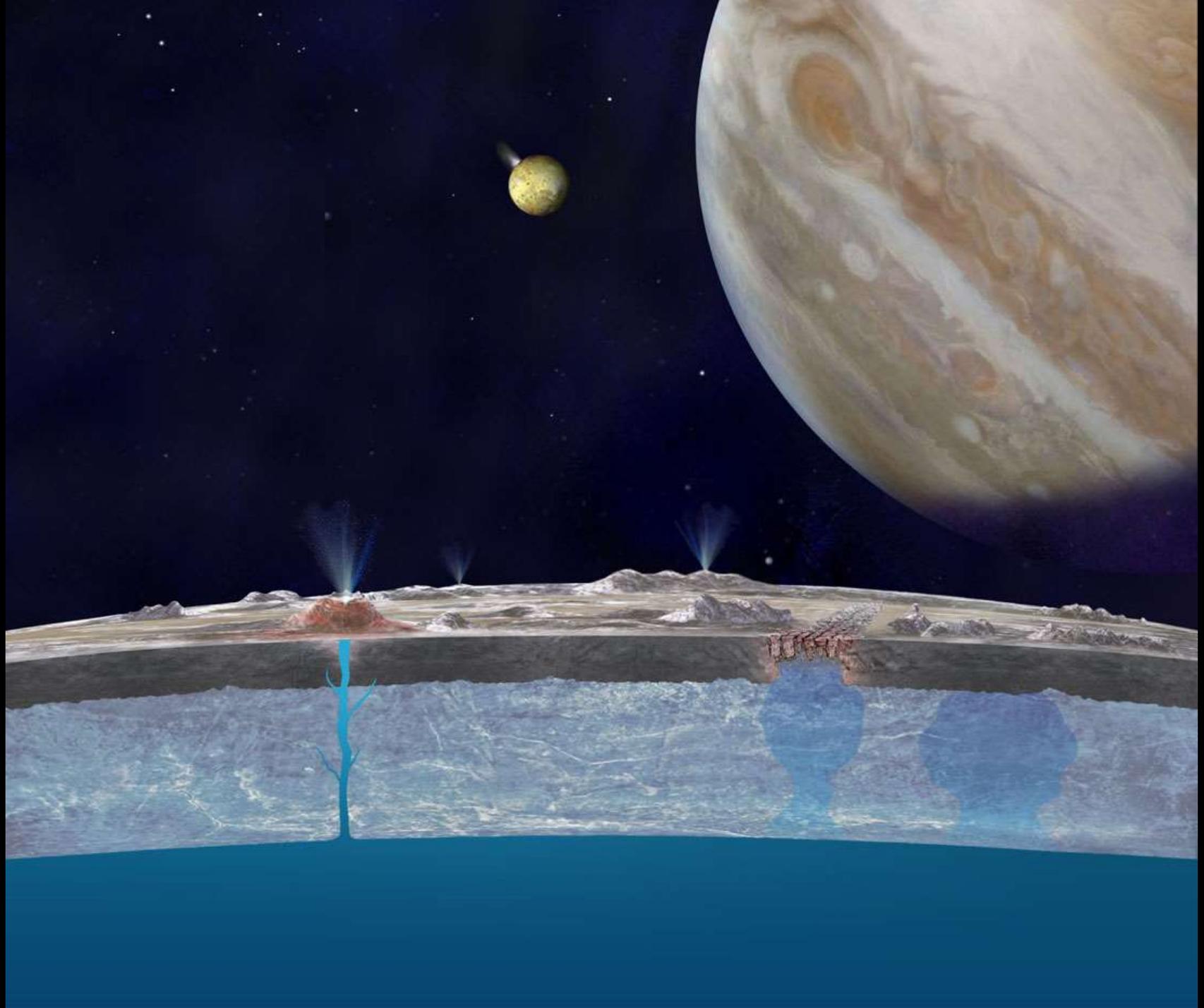


Луна



Европа







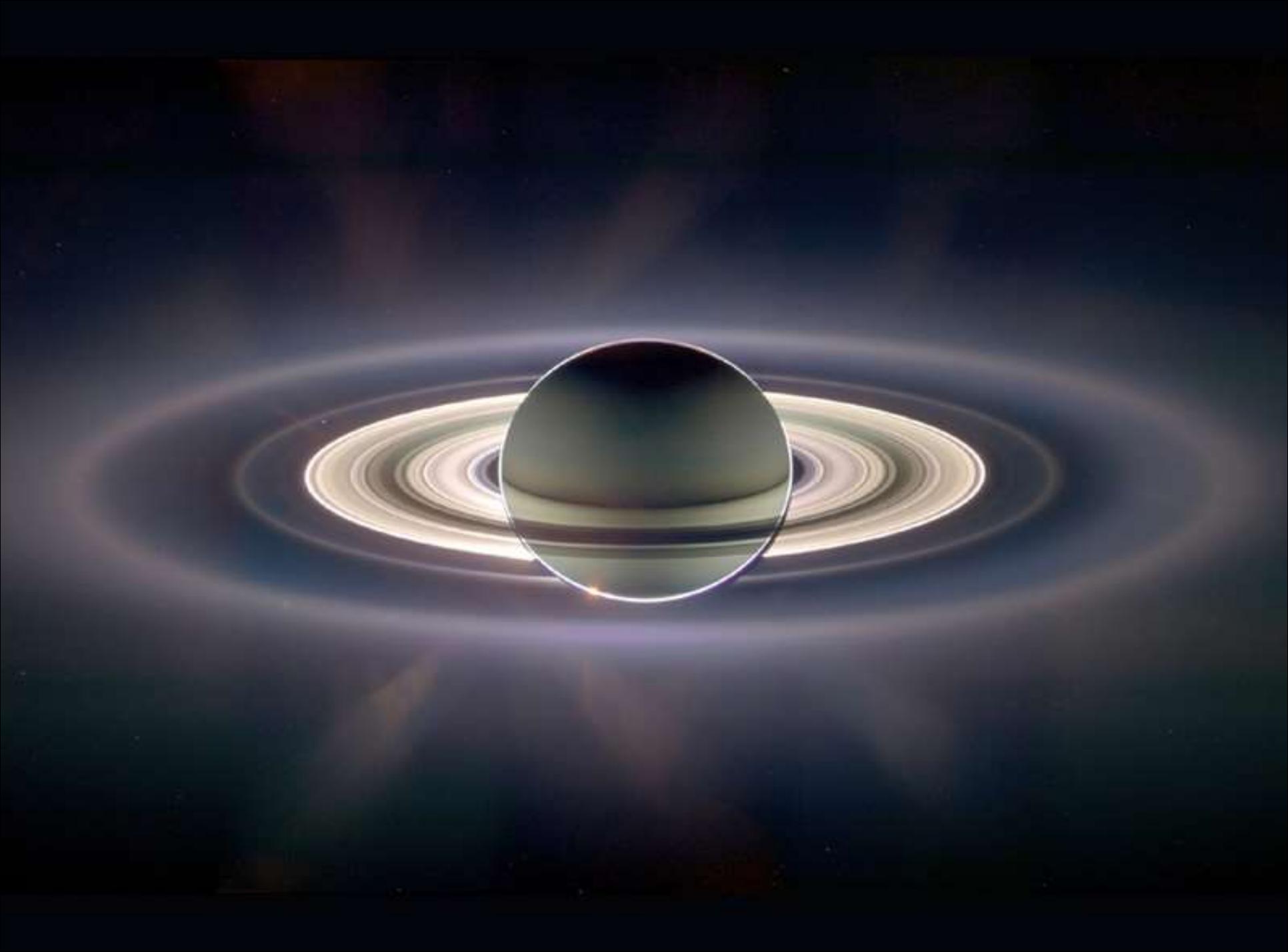
Ганимед



Galileo (NASA),  
2003



Сатурн



**Сатурн (2007 г.)**

**60 спутников**



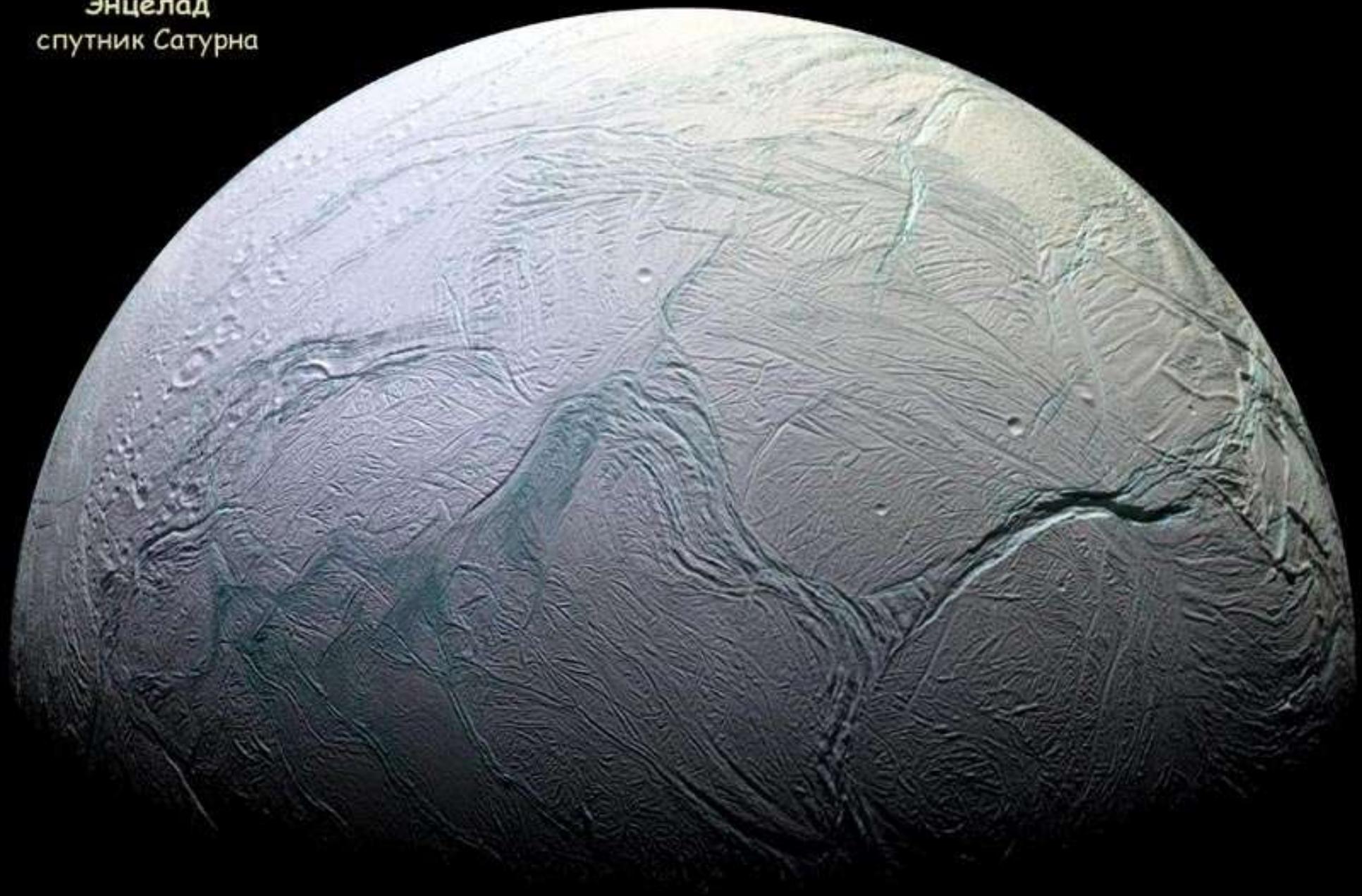
**Гиперион**  
спутник Сатурна

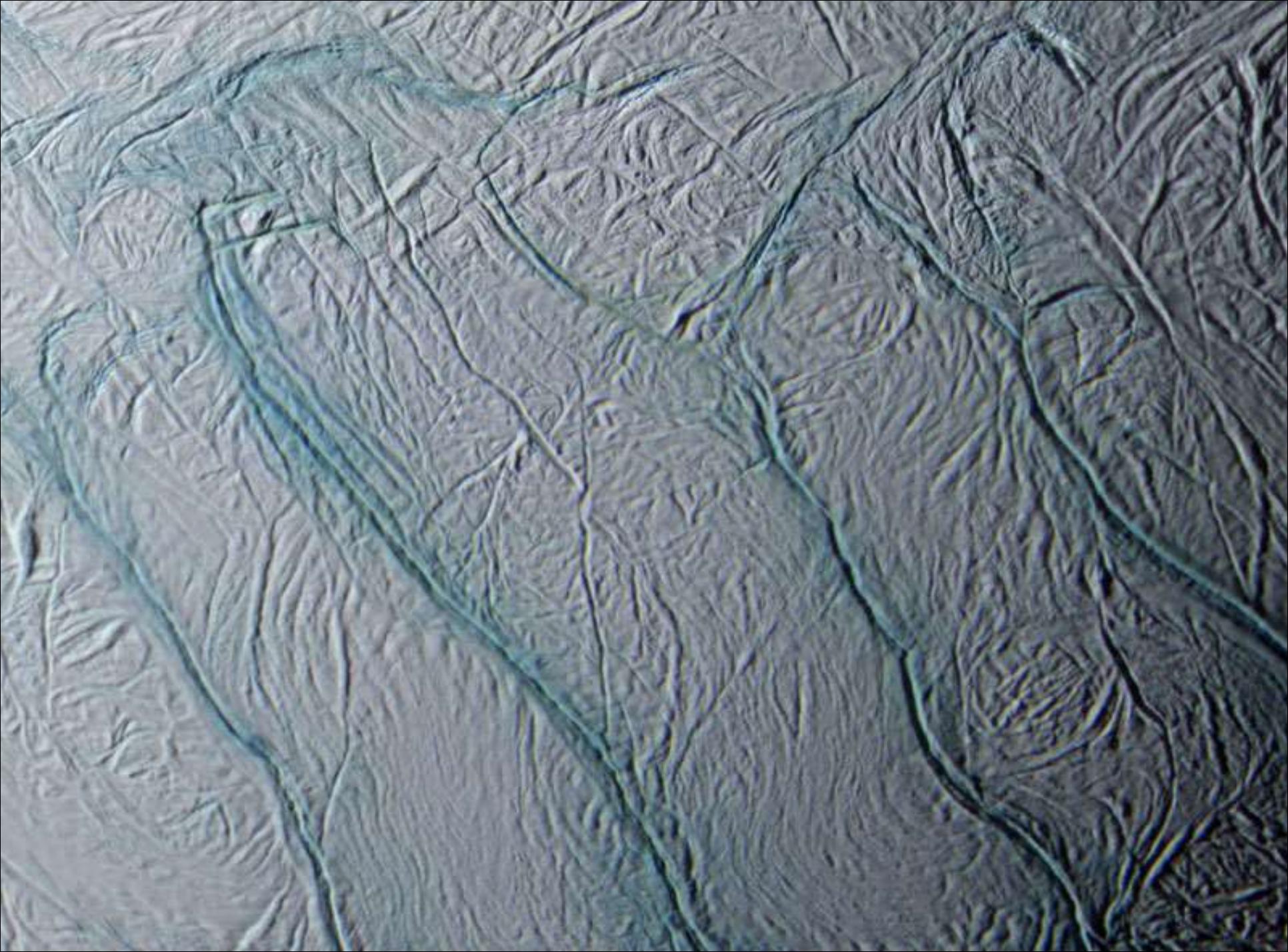


**370 x 226 км**

**0,57 г/см<sup>3</sup>**

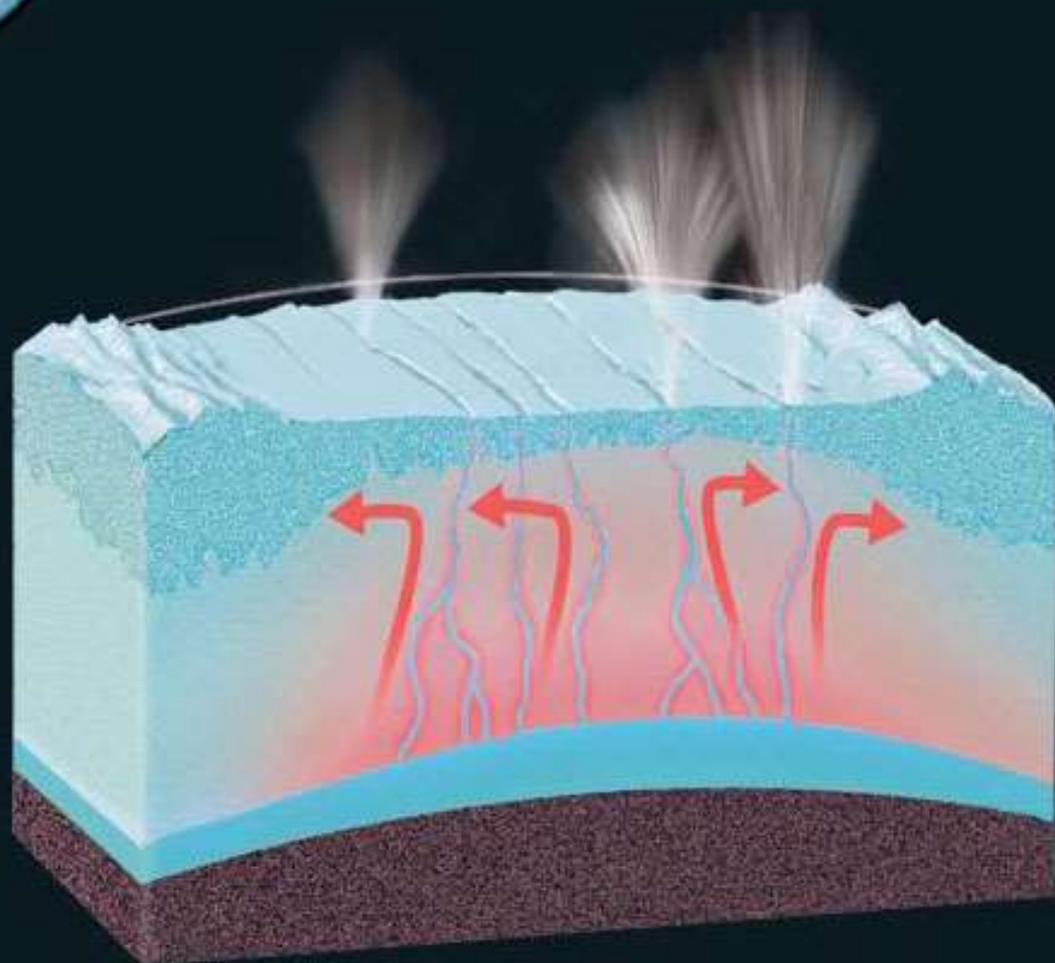
Энцелад  
спутник Сатурна

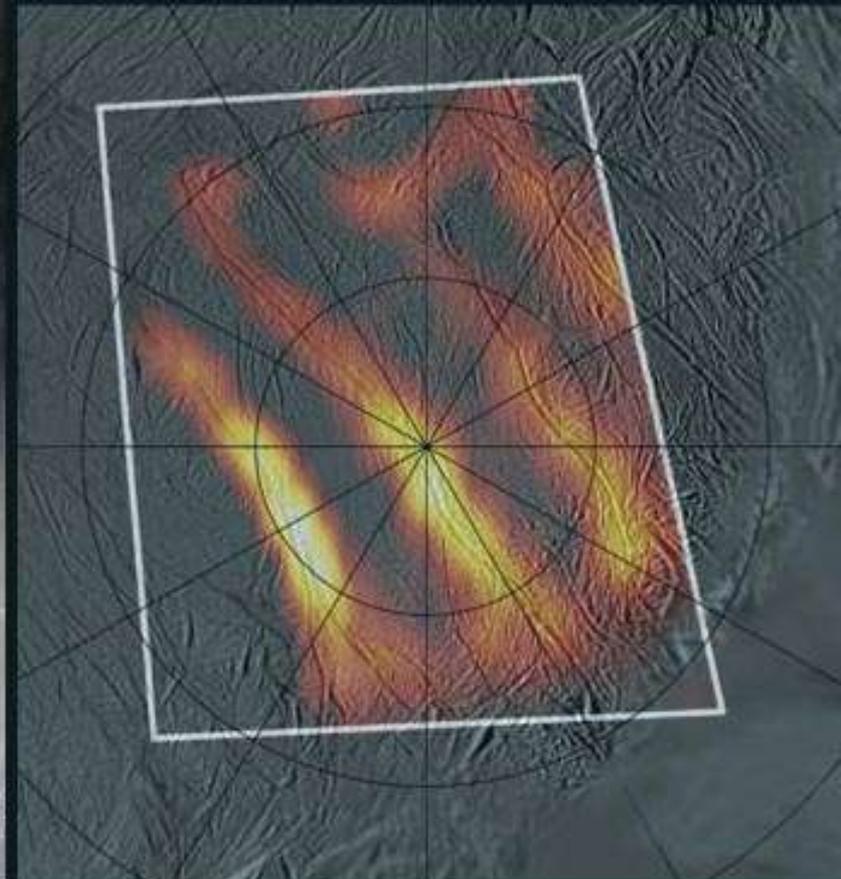






Холодные  
фонтаны  
Энцелада





Тепловая карта показывает рост температуры до 180 К вдоль полосок, что намного больше, чем было бы только при солнечном нагреве. Струи выбрасываются из самых горячих областей (по данным «Cassini», NASA, 2008)



Орбита Энцелада  
(кольцо F Сатурна)

## Фонтаны Энцелада

искусственными цветами  
передана градация яркости

# ПЛАНЕТЫ ИНЫХ ЗВЕЗД



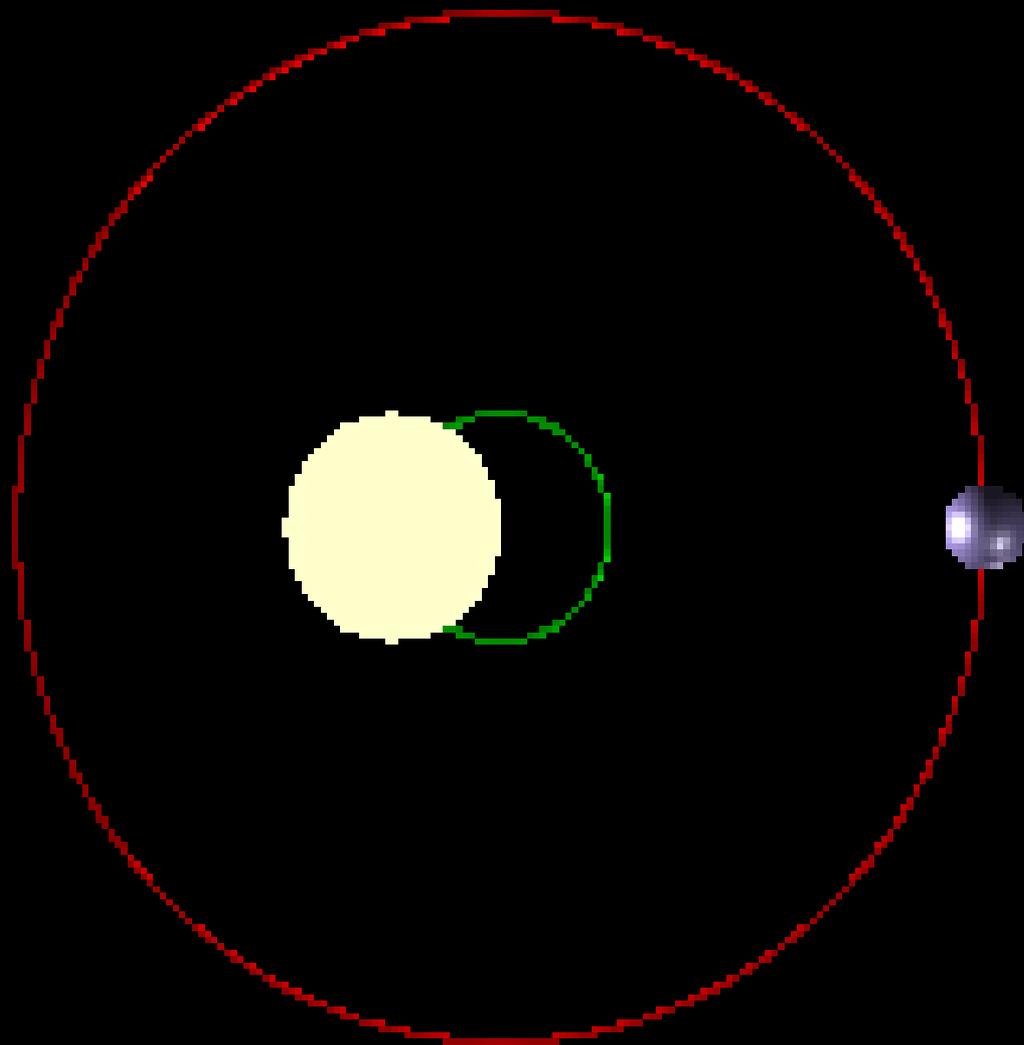
# Экзопланеты



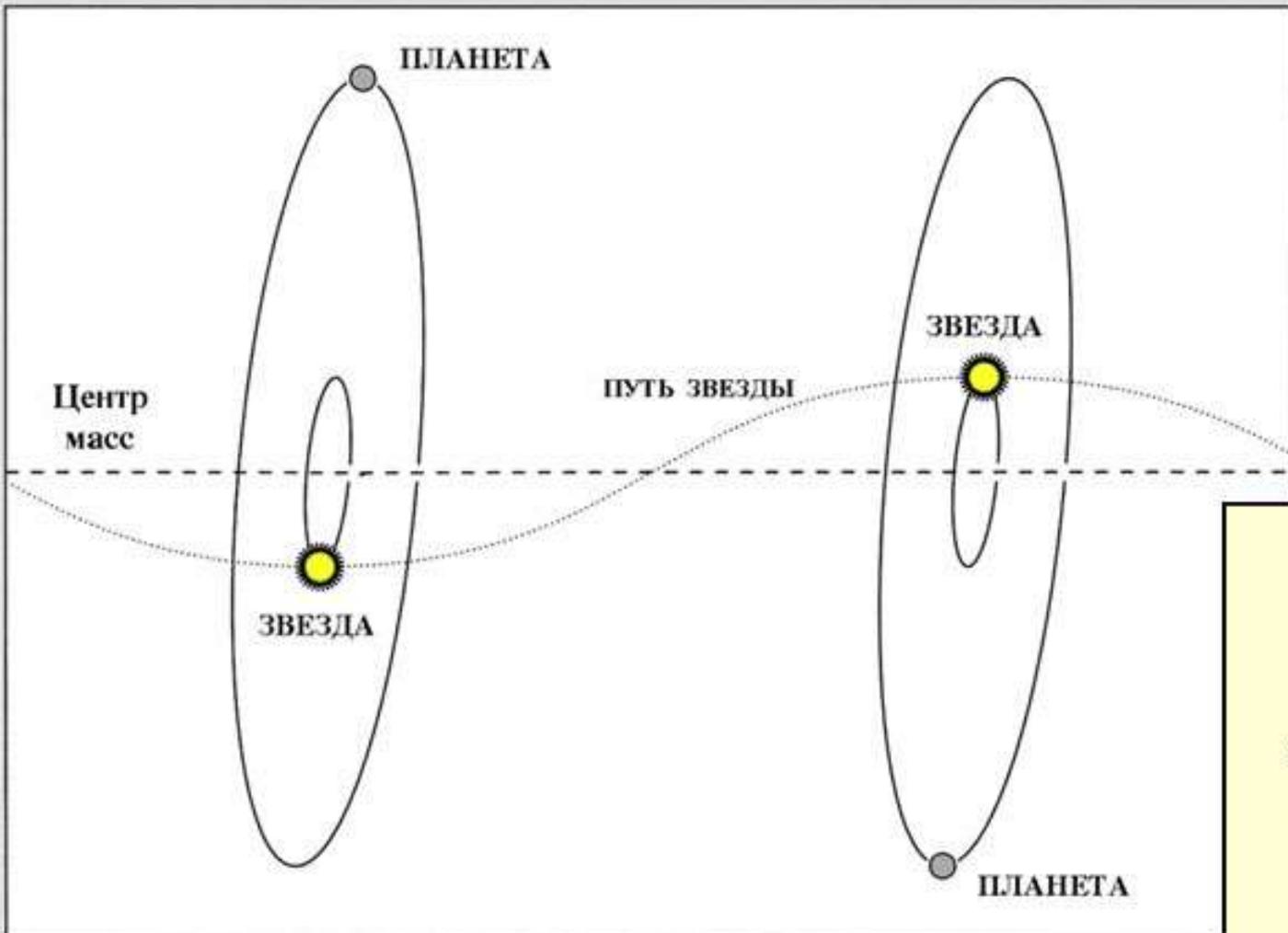




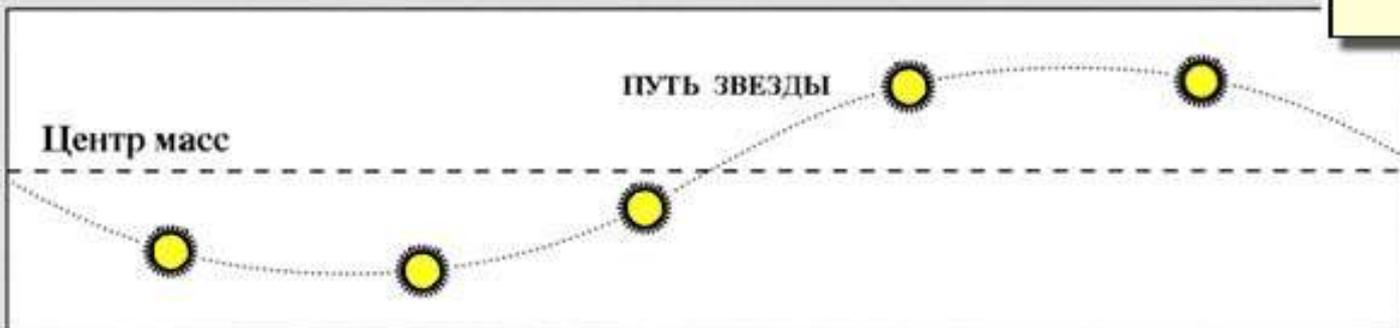
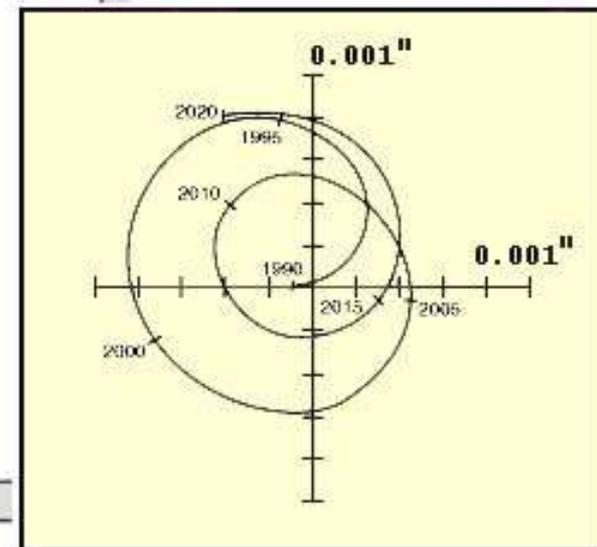




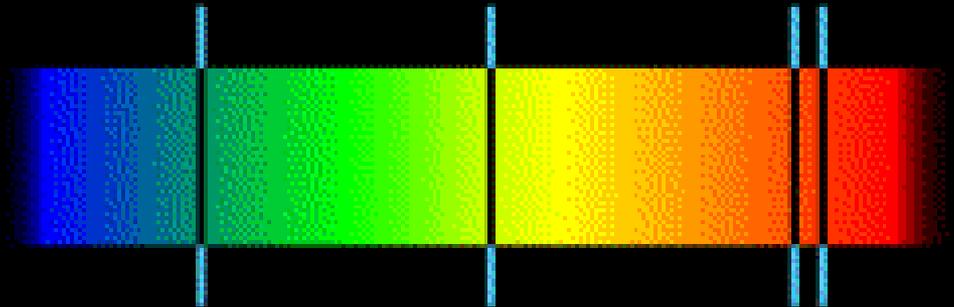
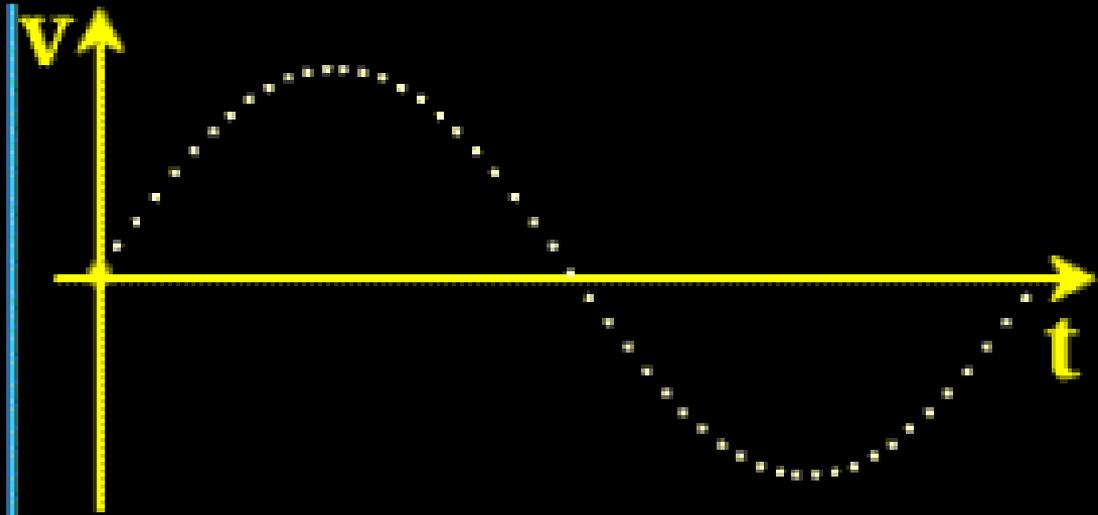
**Движение планеты  
искривляет  
траекторию звезды**



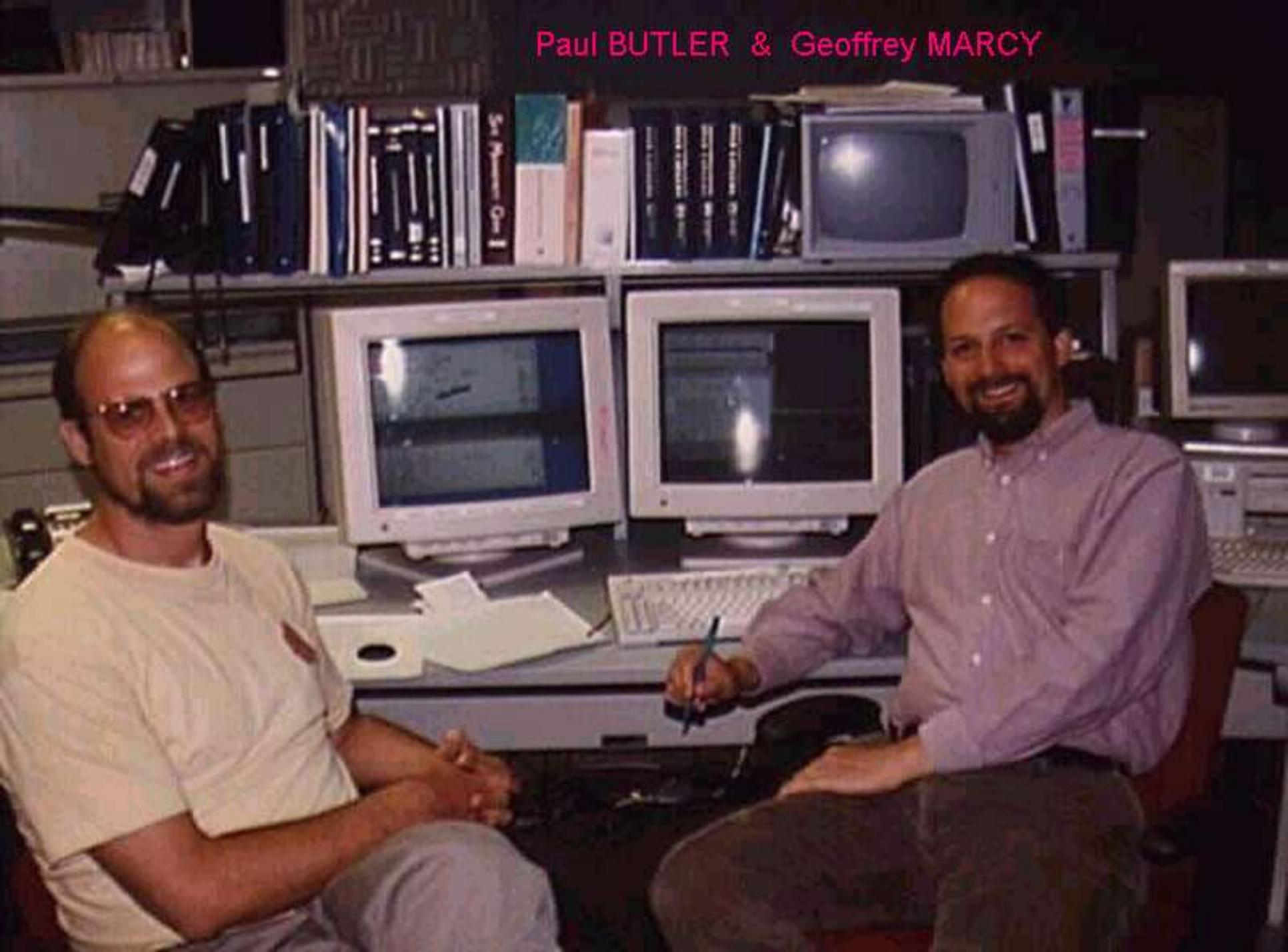
**Угловое  
движение Солнца**

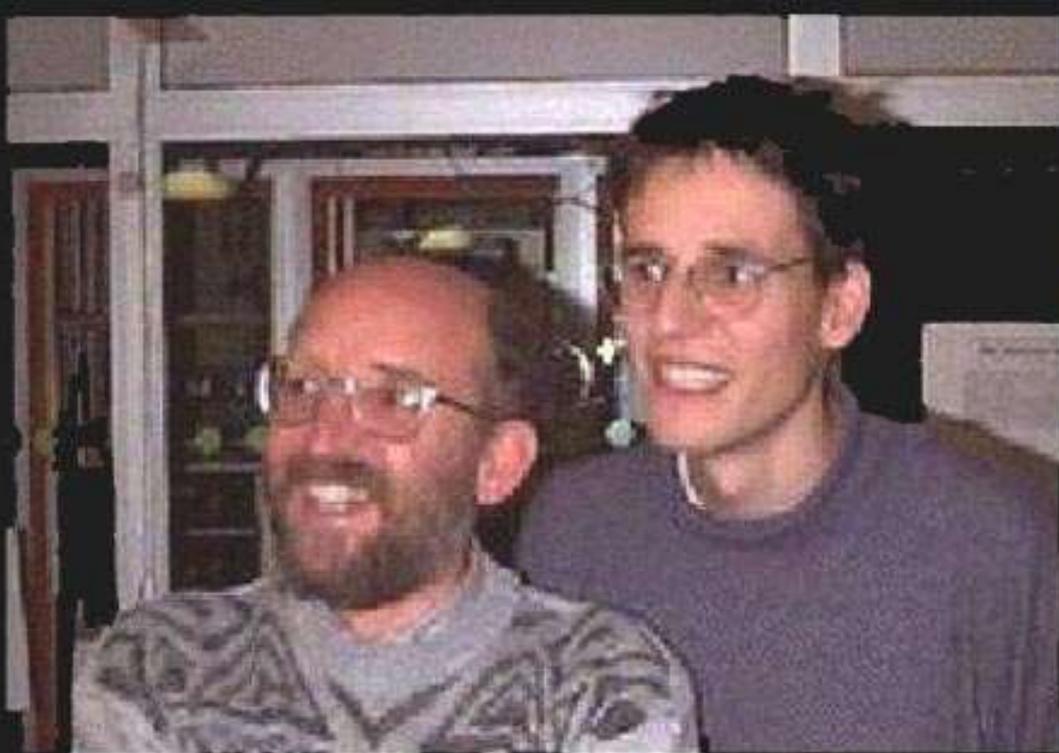


**для наблюдателя  
на расстоянии  
33 световых года**



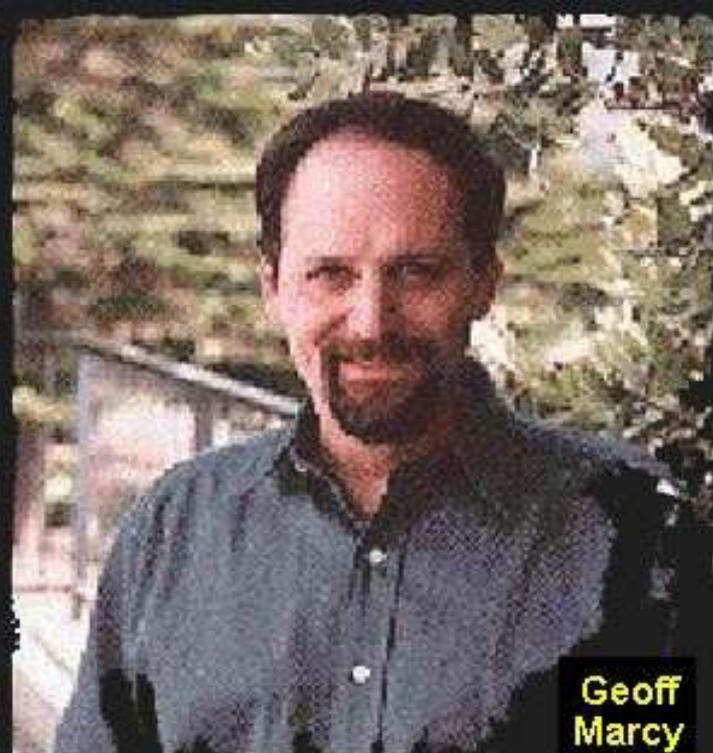
Paul BUTLER & Geoffrey MARCY



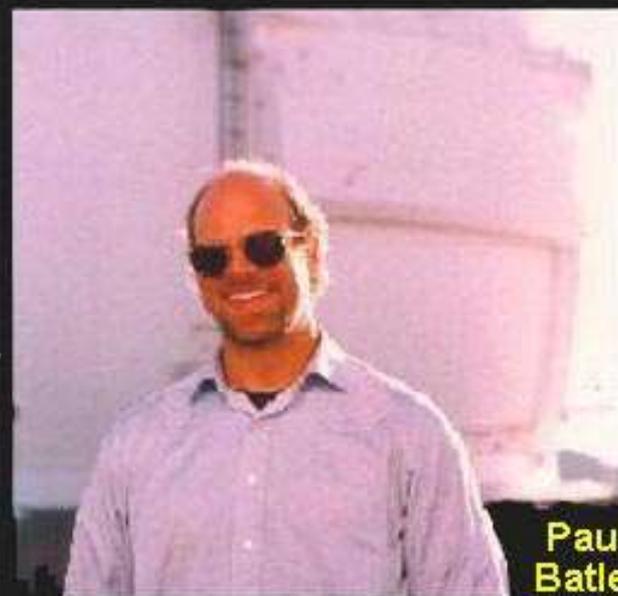
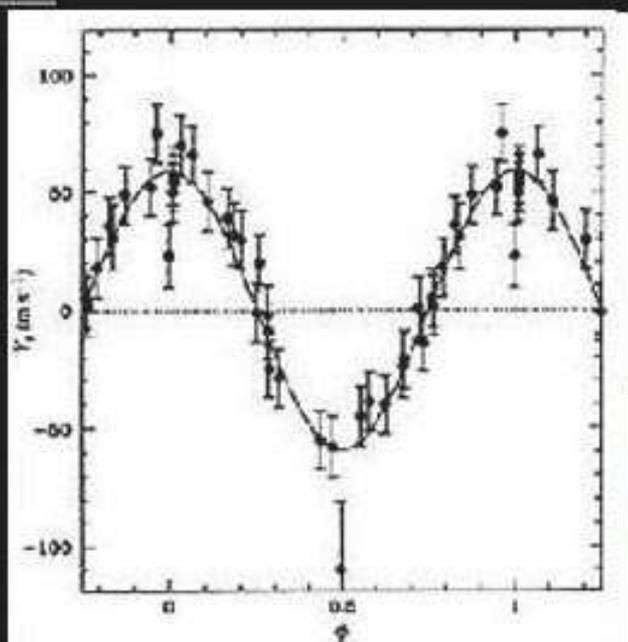


**Michel MAYOR  
Didier QUELOZ**

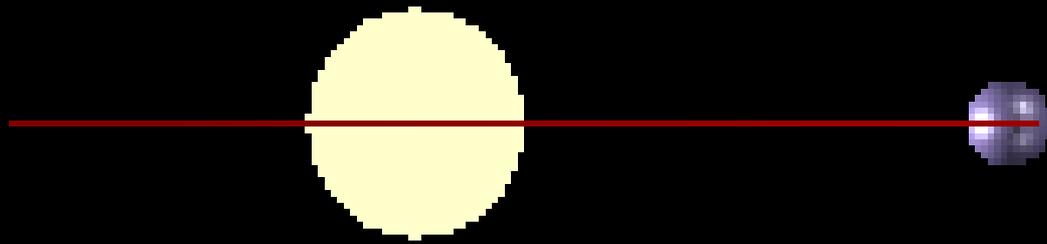
**51 Peg  
(1995)**



**Geoff  
Marcy**



**Paul  
Butler**

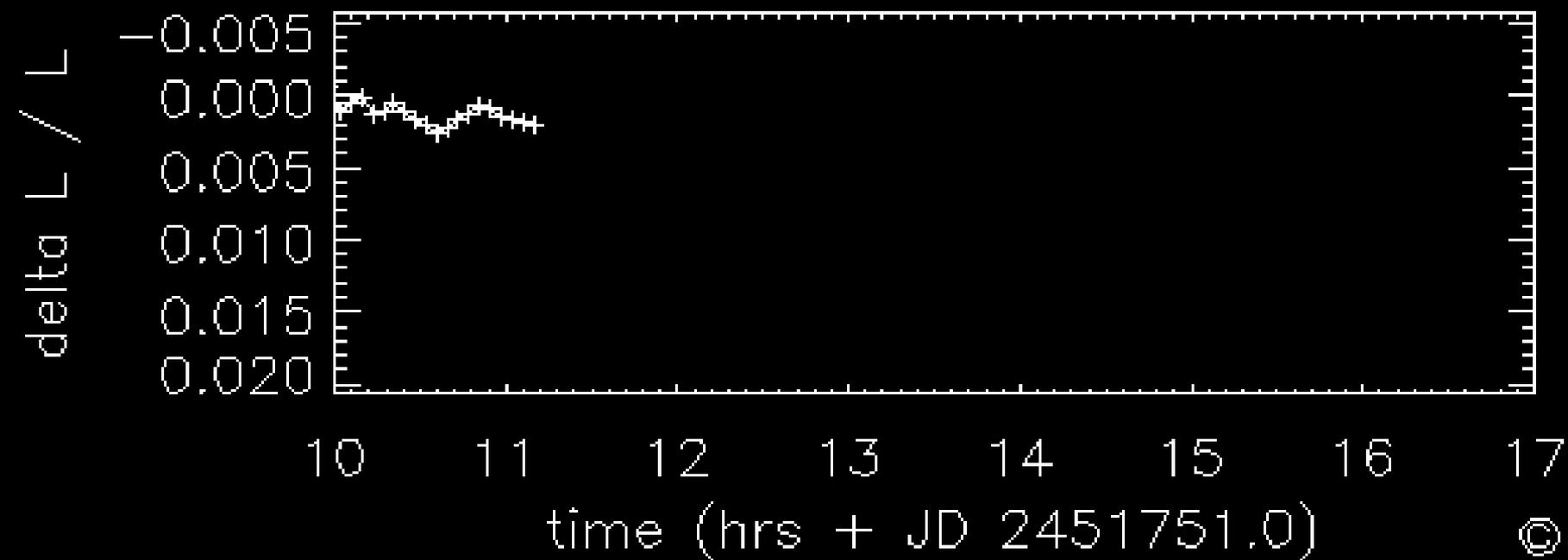
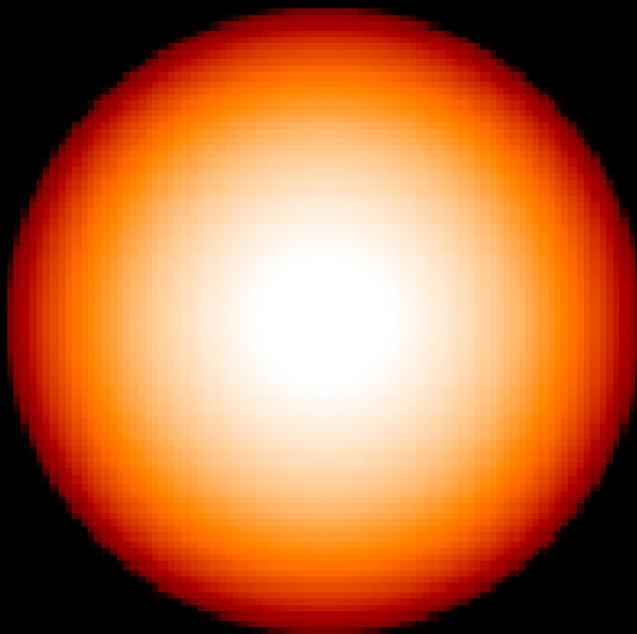


Звездная  
сейсмология  
и  
прохождения  
экзопланет

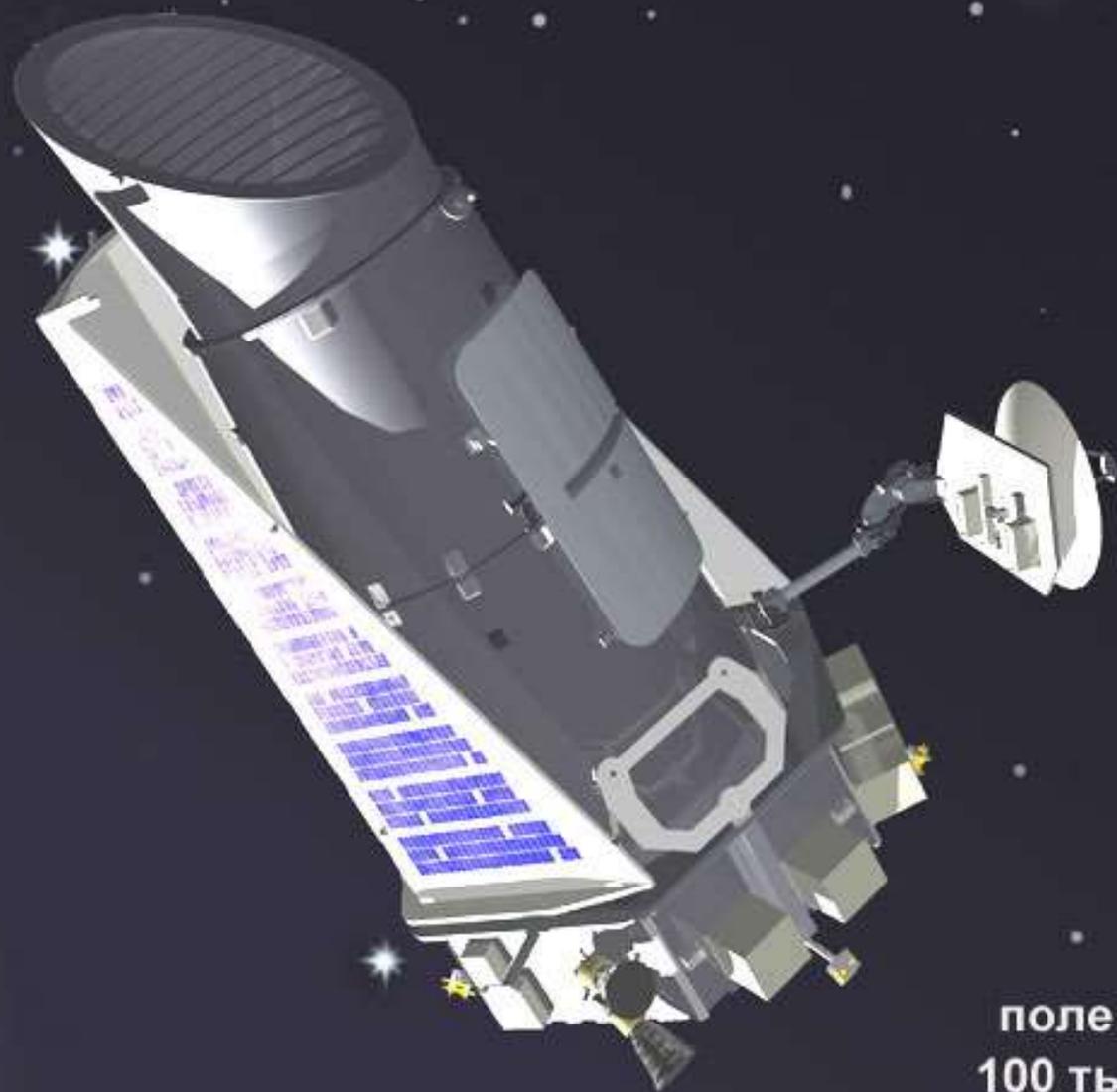


Франция  
(ракета "Союз")

COROT  
2007



Kepler (NASA, 2009)



поле  $10^\circ \times 10^\circ$   
100 тыс. звезд



ПЗС-матрица обсерватории "Кеплер" (NASA)



<http://exoplanet.eu>

# The Extrasolar Planets Encyclopaedia

## Interactive Extra-solar Planets Catalog

1 марта 2012 г.

All Candidates detected

**760 planets**

1 марта 2013 г.

All Candidates detected

**860 planets**

→ Candidates detected by radial velocity or astrometry

*update : 23 March 2009*

272 planetary systems

318 planets

33 multiple planet systems

▶ Transiting planets

*update : 17 March 2009*

58 planetary systems

58 planets

0 multiple planet systems

Kepler-20e



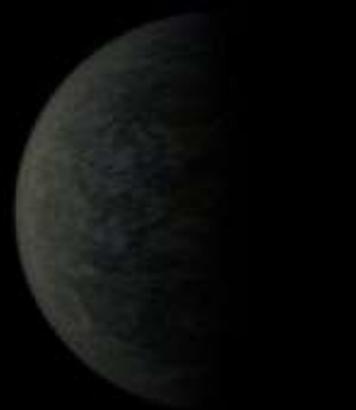
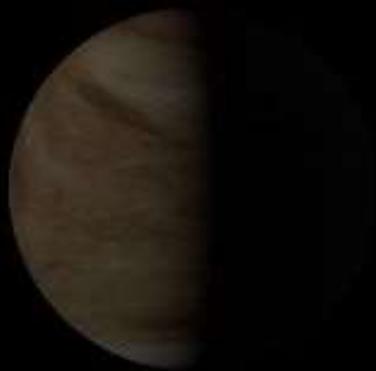
Venus



Earth



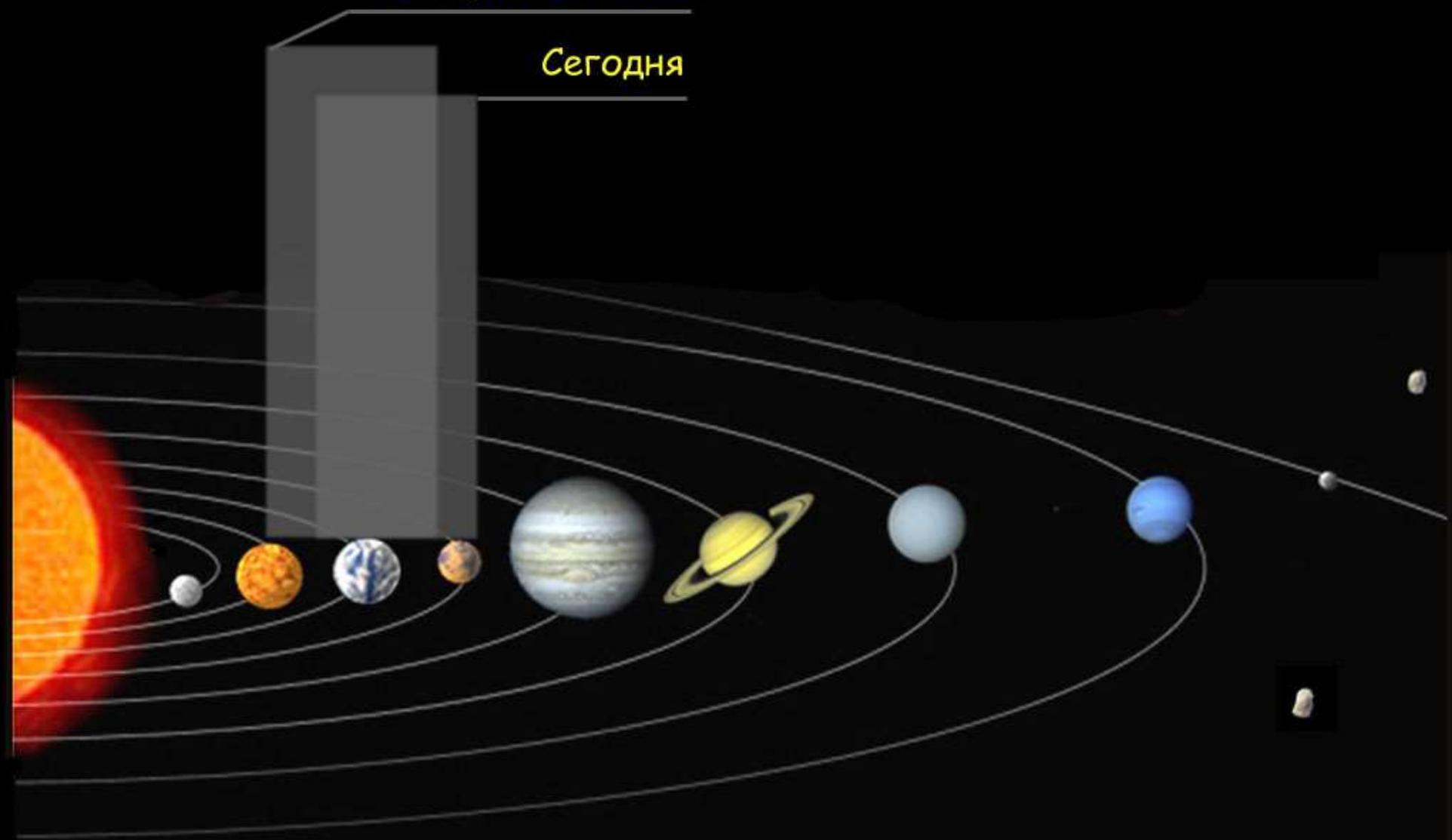
Kepler-20f



# Зона жизни

4,5 млрд лет назад

Сегодня



# Kepler-22 System

## Solar System

Habitable Zone



Kepler-22b

Mercury



Venus

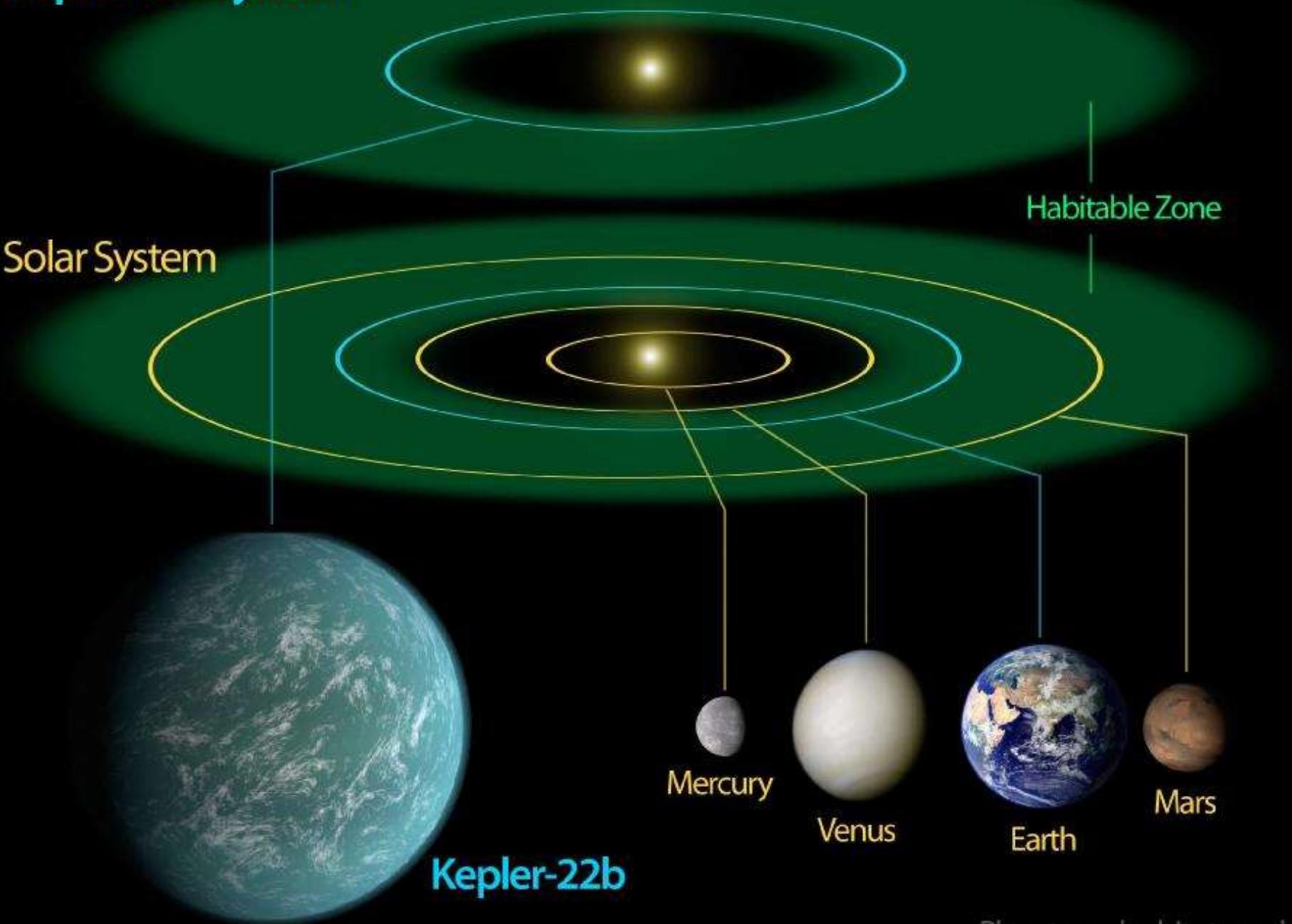


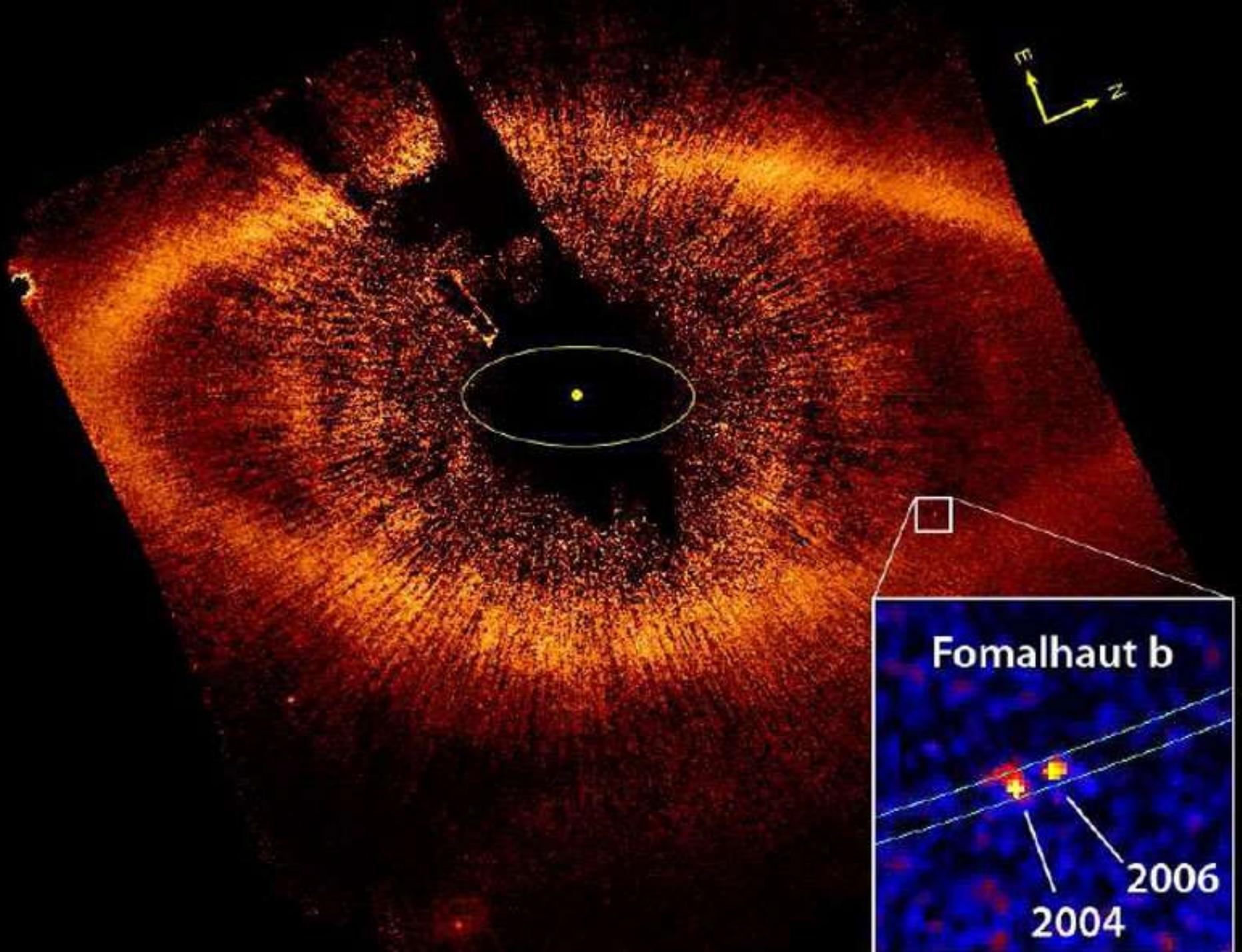
Earth



Mars

Planets and orbits to scale



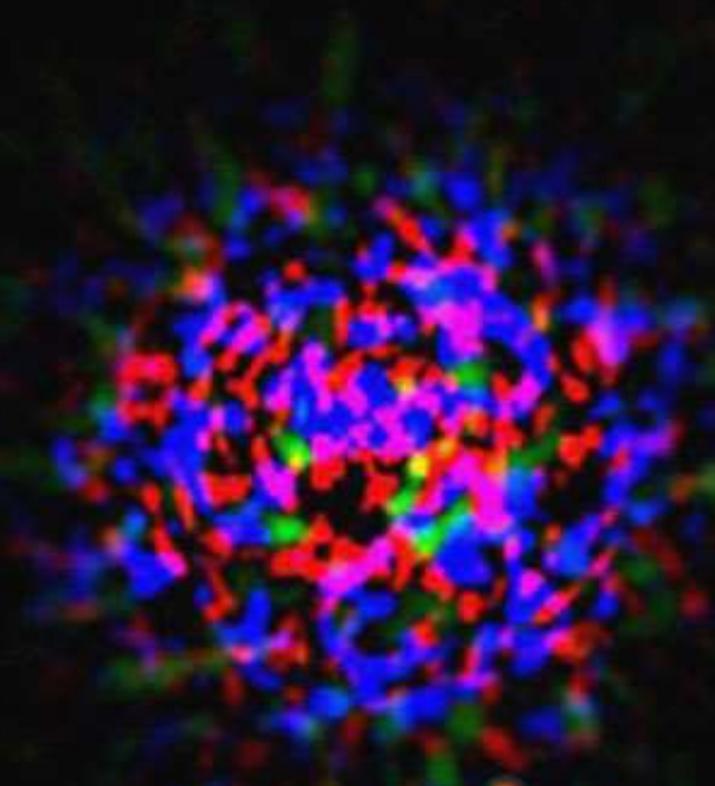


b

c

d

**HR 8799**  
Nov 2008



# Vector vortex coronagraph on the Hale telescope (2010)

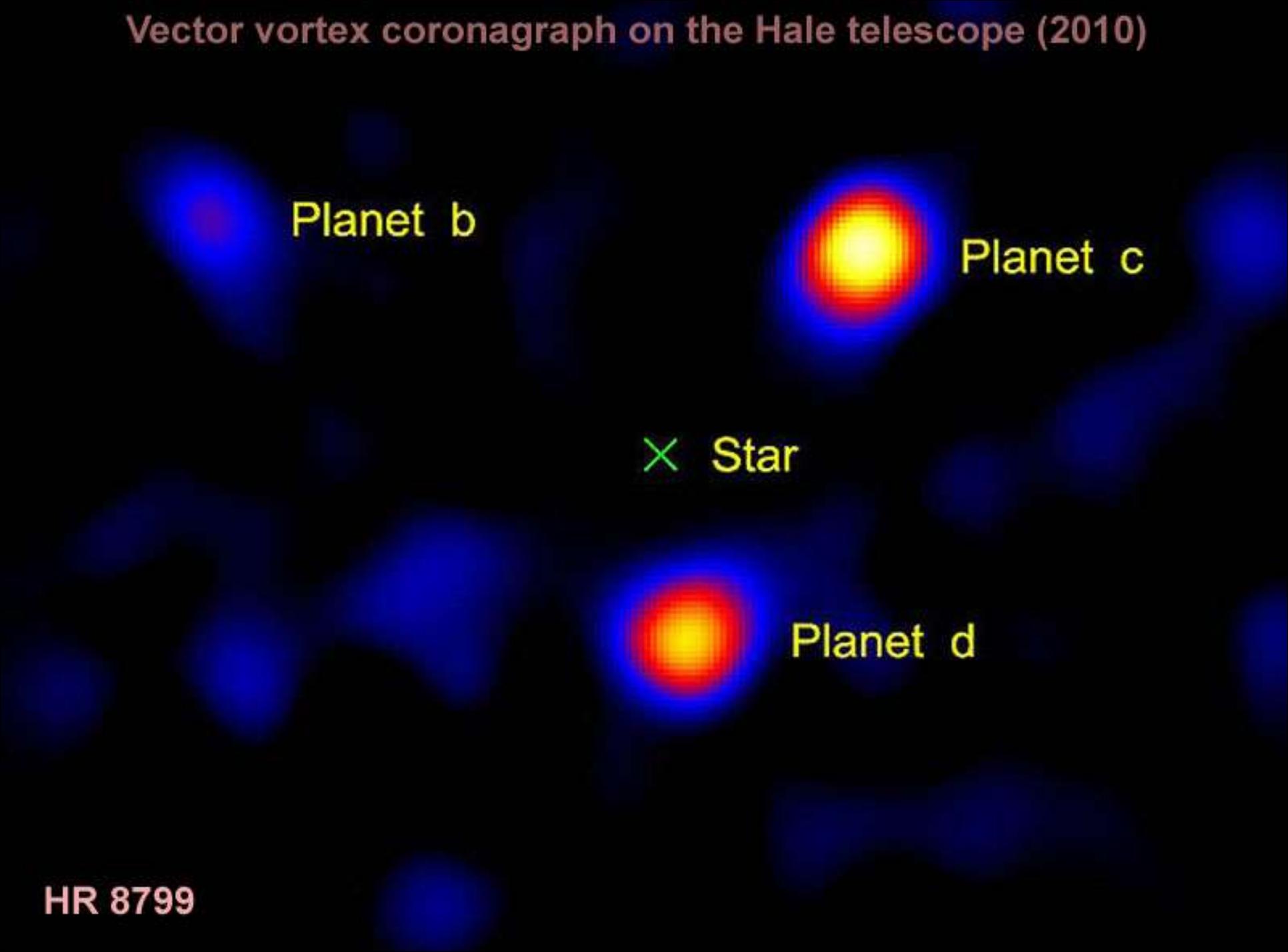
Planet b

Planet c

× Star

Planet d

HR 8799



# Биомаркеры

Озон  $O_3$

признак  
кислорода,  
выделяемого  
растениями и  
водорослями

$O_3$  Ozone, produced  
by plants, algae

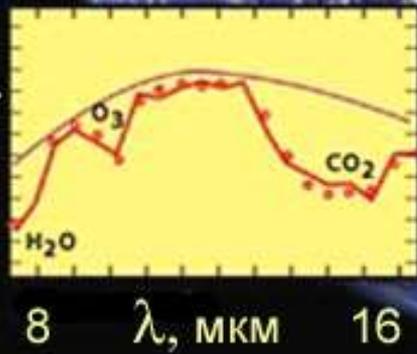


$H_2O$  Liquid water



Вода  $H_2O$   
благоприятные  
условия

ИК-спектр Земли,  
который мог бы  
получить космич.  
интерферометр  
«Дарвин»  
(6 x 1,5 м)  
с расстояния  
30 св. лет



Methane produced  
by living organisms

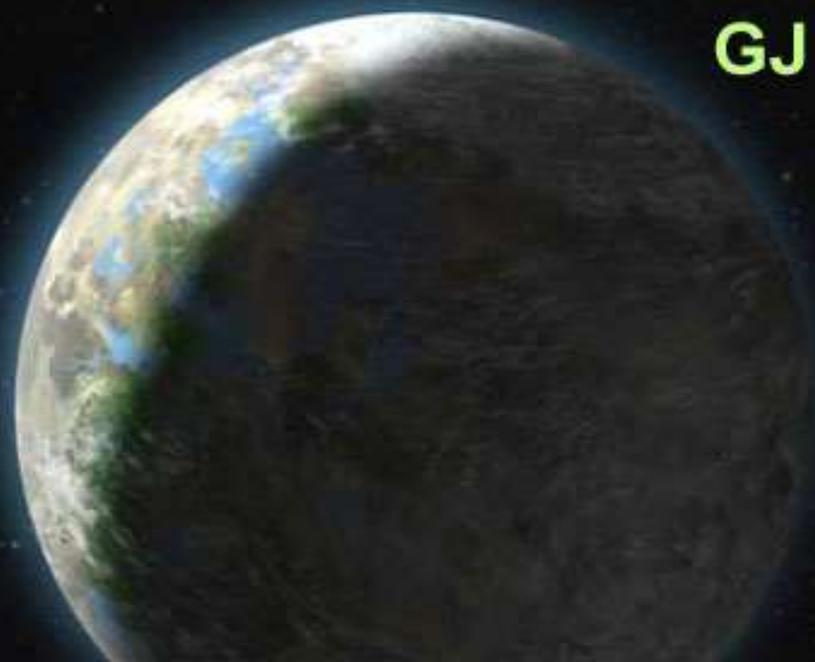
Метан  $CH_4$   
выделяют  
живые  
организмы

*Астрономическое “закрытие”?*

Gliese 581 g - аналог Земли?

GJ 581

GJ 581 g

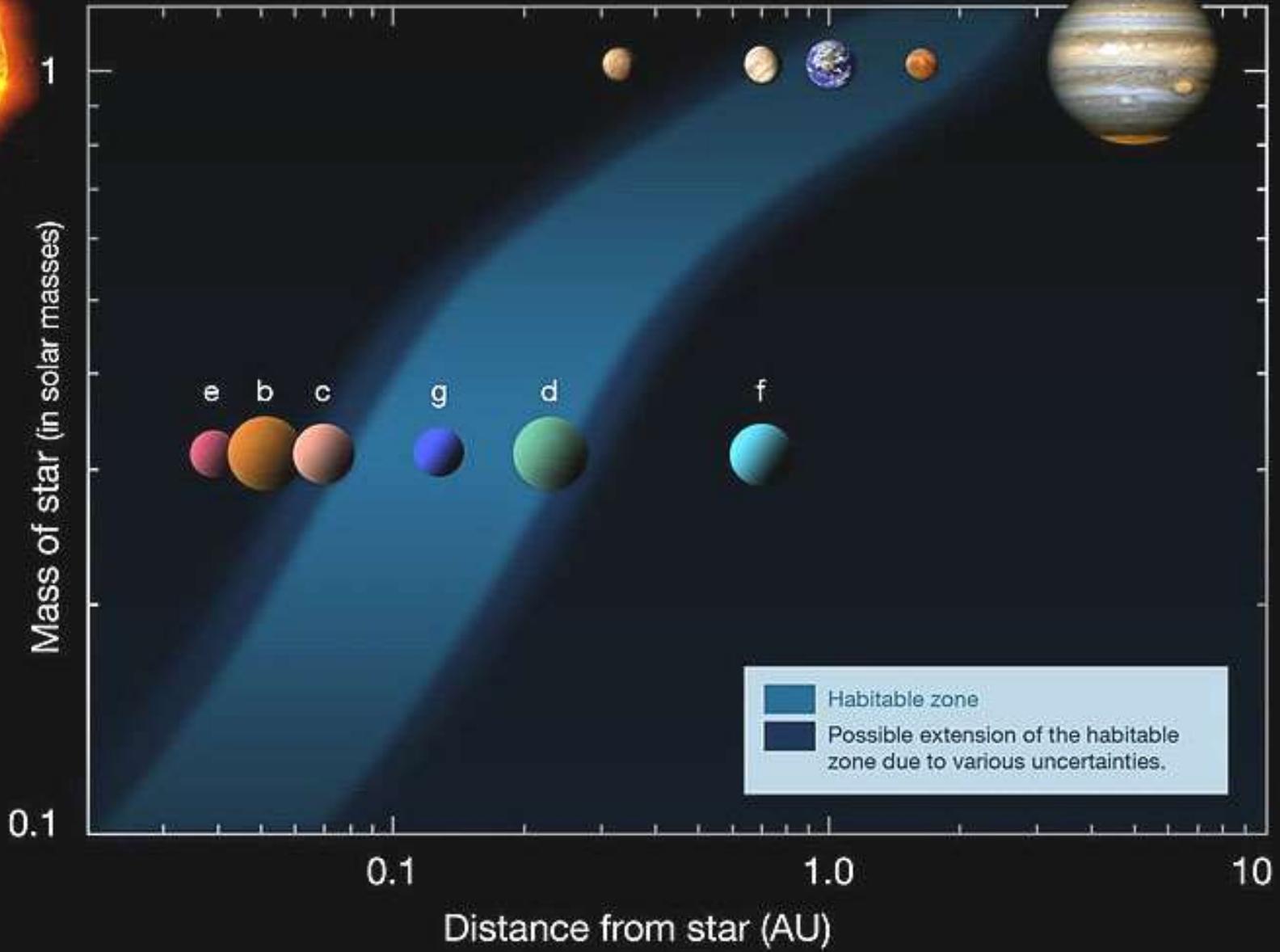




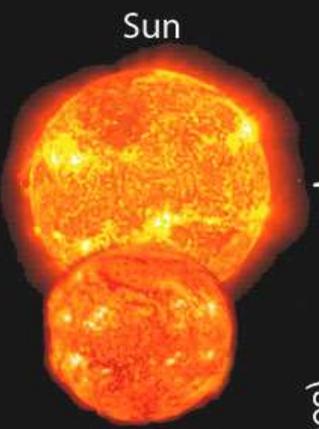
Sun



Gliese 581

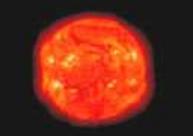


 Habitable zone  
 Possible extension of the habitable zone due to various uncertainties.

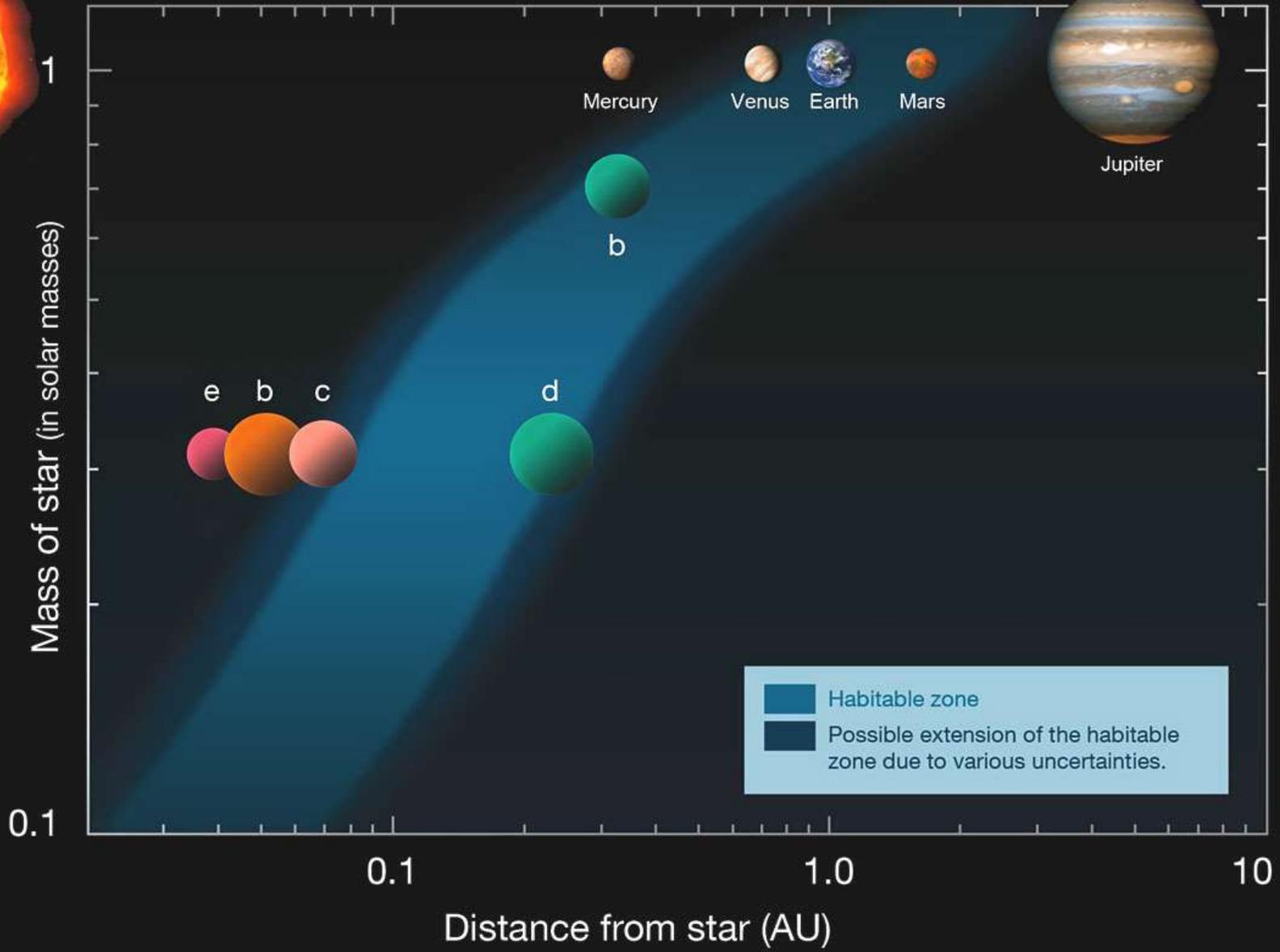


Sun

HD 85512



Gliese 581



 Habitable zone  
 Possible extension of the habitable zone due to various uncertainties.

# **Radio signal sent from Earth**

**A Message From Earth (AMFE) is a high-powered digital radio signal that was sent on 9 October 2008 towards Gliese 581.**



**The message was sent using the RT-70 radar telescope of Ukraine's National Space Agency.**

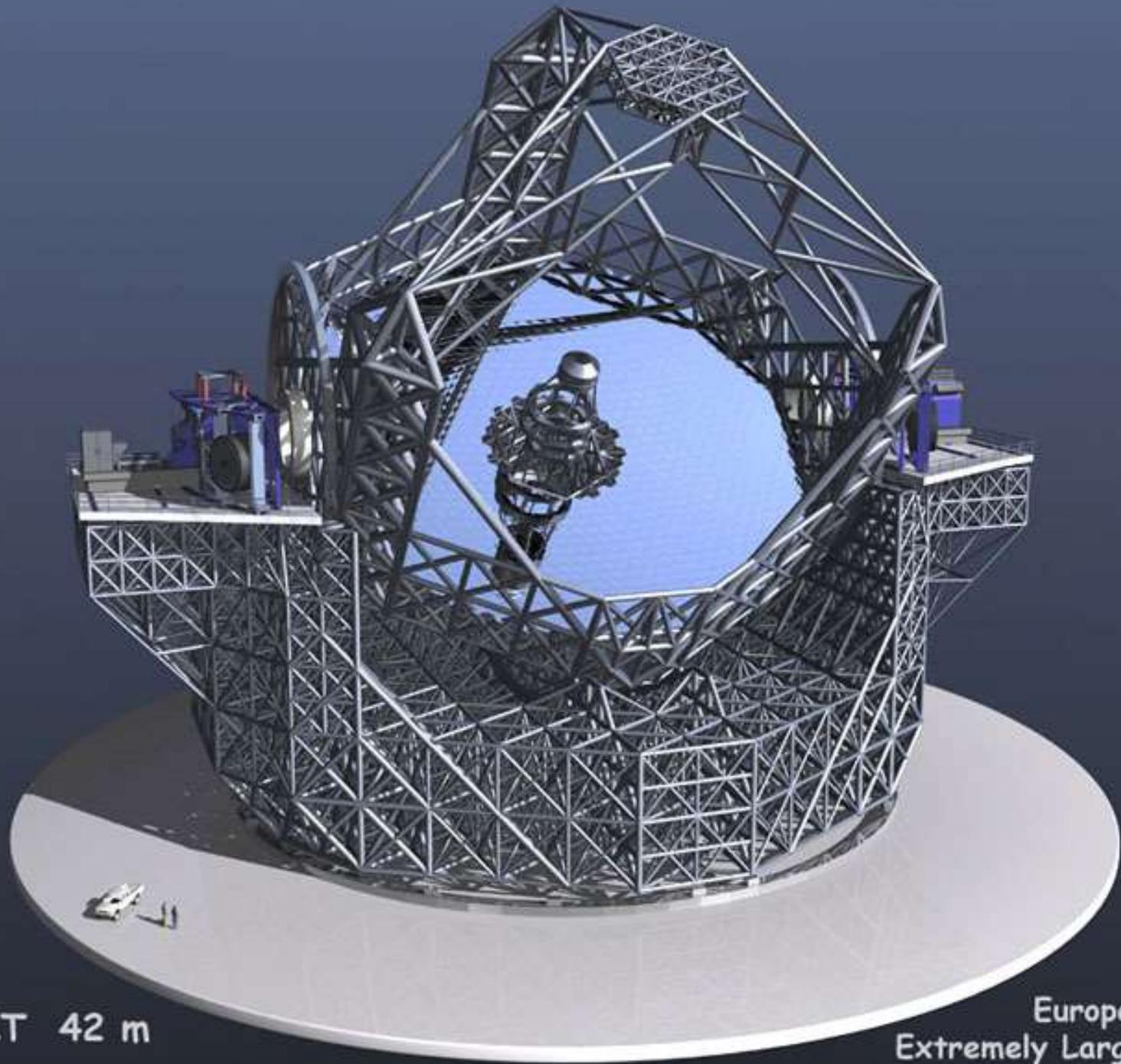
**The signal will reach Gliese 581 in early 2029.**



Gran Telescopio Canarias

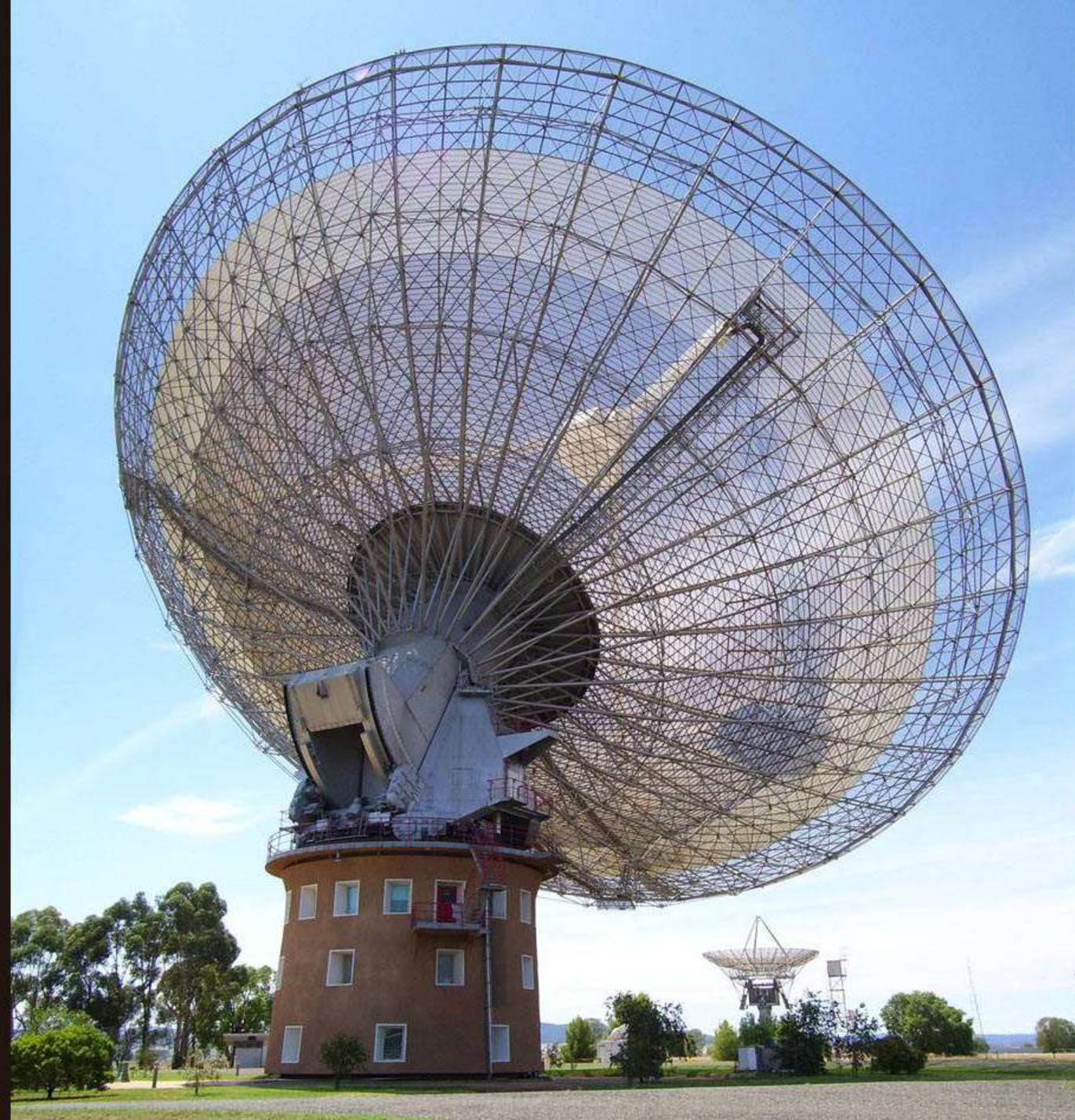
La Palma

2005



E-ELT 42 m

European  
Extremely Large Telescope



Один из методов  
поиска жизни  
во Вселенной  
- это поиск  
признаков  
существования  
внеземных  
цивилизаций

64 метра  
Паркс,  
Австралия

