



корпорация

российский
учебник

Солнечная система



Общая структура Солнечной системы

Облако Оорта

Долгопериодические кометы



Солнечная система — планетная система, включающая в себя центральную звезду — Солнце — и все естественные космические объекты, вращающиеся вокруг Солнца. Сформировалась путём гравитационного сжатия газопылевого облака примерно 4,57 млрд лет назад.

Примерные основные характеристики:

Масса	1,0014 M_{\odot}
Возраст	4,57 млрд лет
Наклон к плоскости Млечного пути	60°
Расстояние до галактического центра	27 тыс. св. лет
Период обращения	250 млн лет
Орбитальная скорость	240 км/с
Граница гелиосферы	120 а.е.
Радиус сферы Хилла	1 св. год

Состав Солнечной системы

Солнце

Планеты

Карликовые планеты

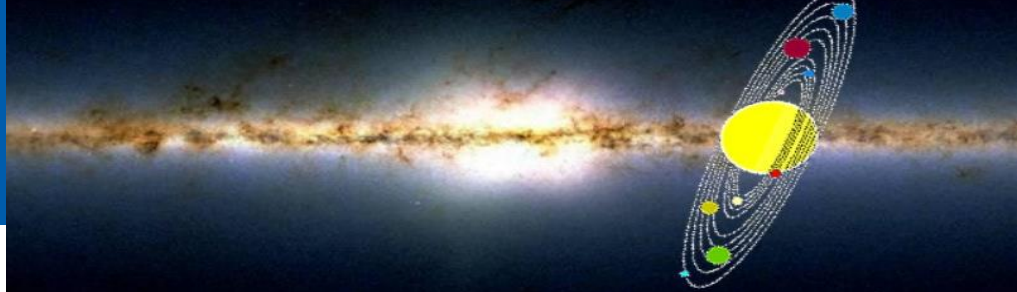
Спутники планет и карликовых планет

Малые тела Солнечной системы

Состав Солнечной системы

Звёзды	1
Планеты	8
Карликовые планеты	5
Спутники планет (из них сферической формы)	185 (19)
Общее количество спутников	525
Количество известных малых тел	Ок. 800 000
Из них кометы	Ок. 4000

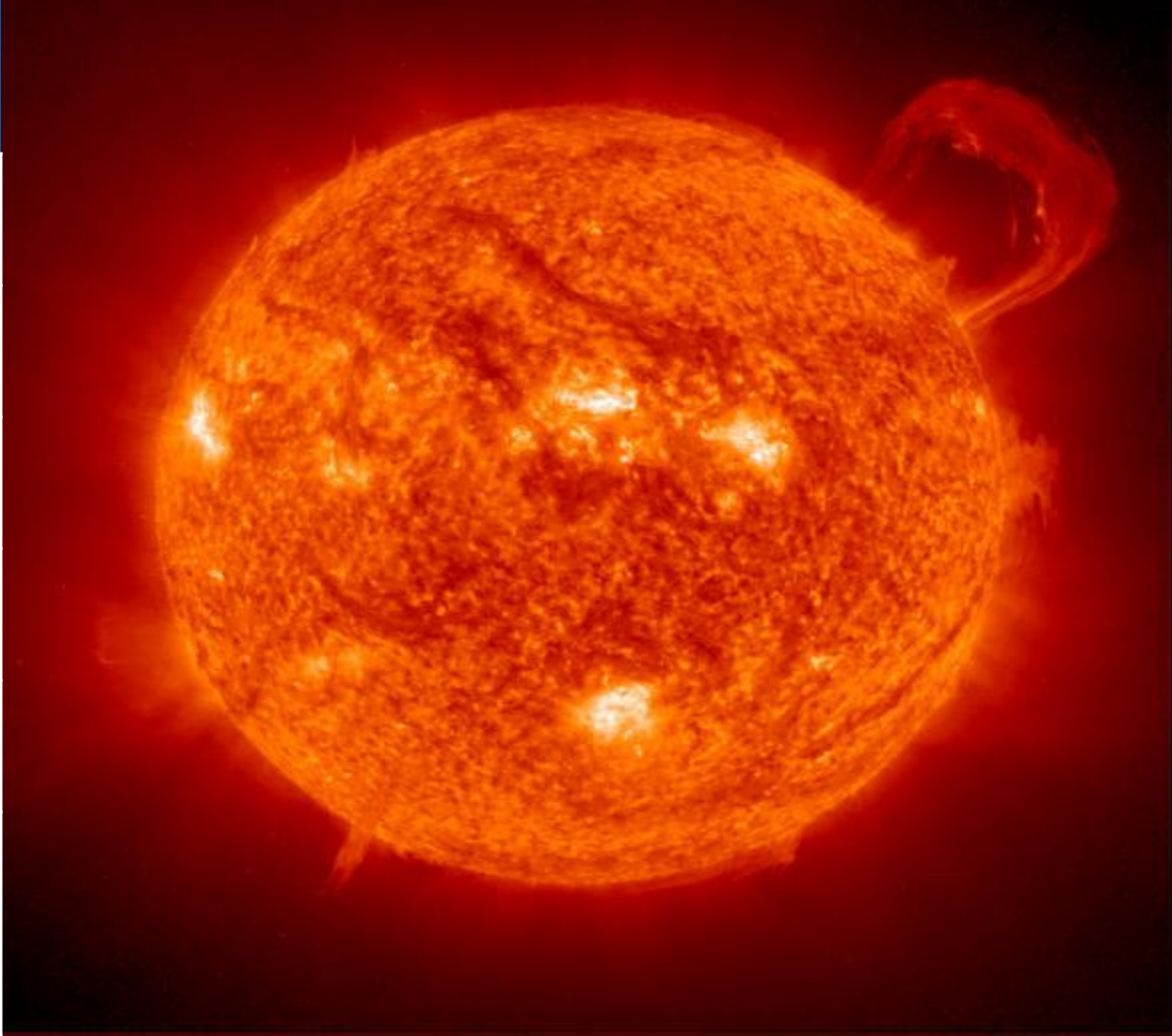
- Солнечная система –
составная часть
галактики Млечный
Путь, рукав Ориона



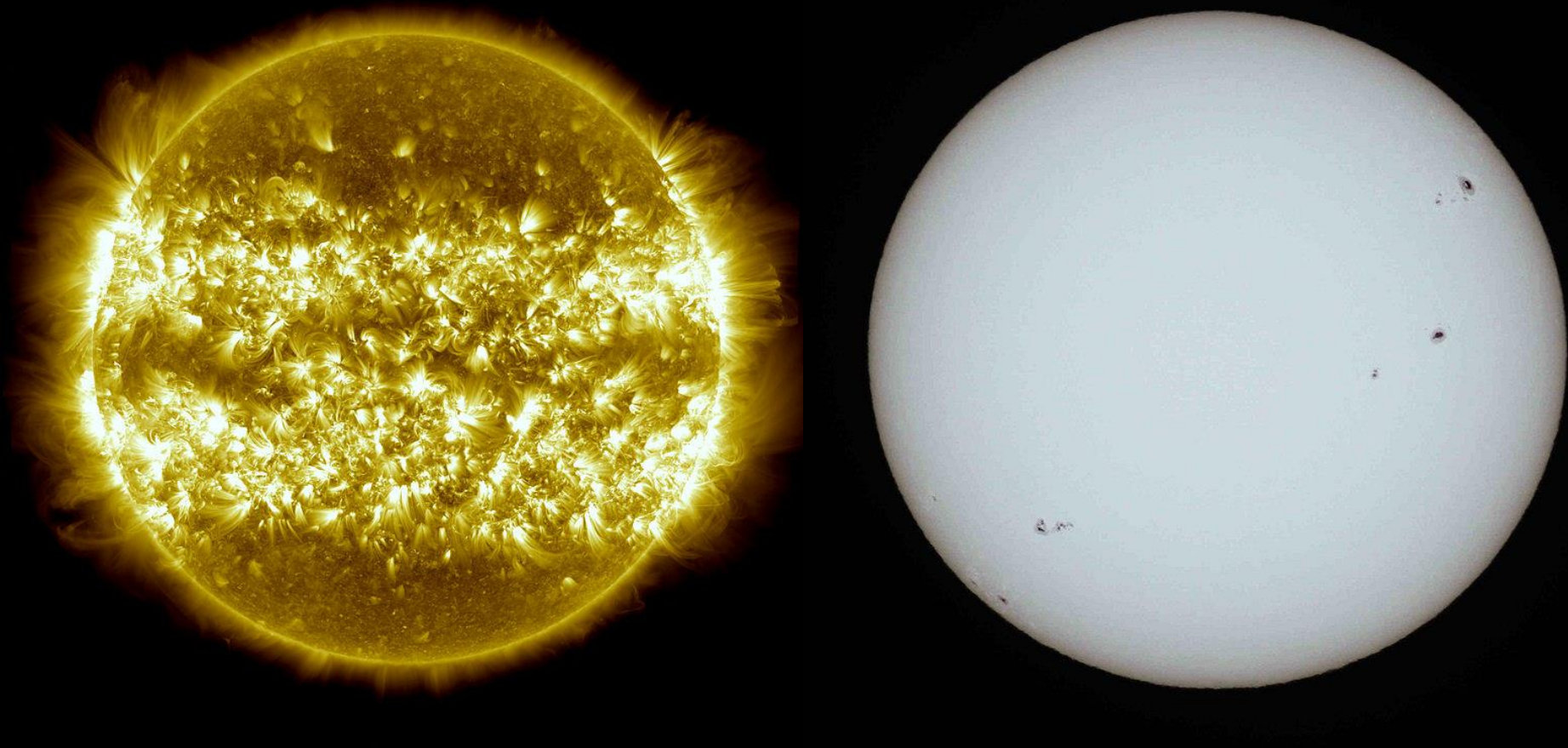
СОЛНЦЕ – ЗВЕЗДА СОЛНЕЧНОЙ СИСТЕМЫ

Солнце

Спектральный класс	G2 (жёлтый карлик)
Звёздное население	I
Масса	$2 \cdot 10^{30}$ кг
Экваториальный радиус	$7 \cdot 10^8$ м
Средняя плотность	1,4 г/см ³
Ускорение свободного падения на экваторе	274 м/с ² (28g)

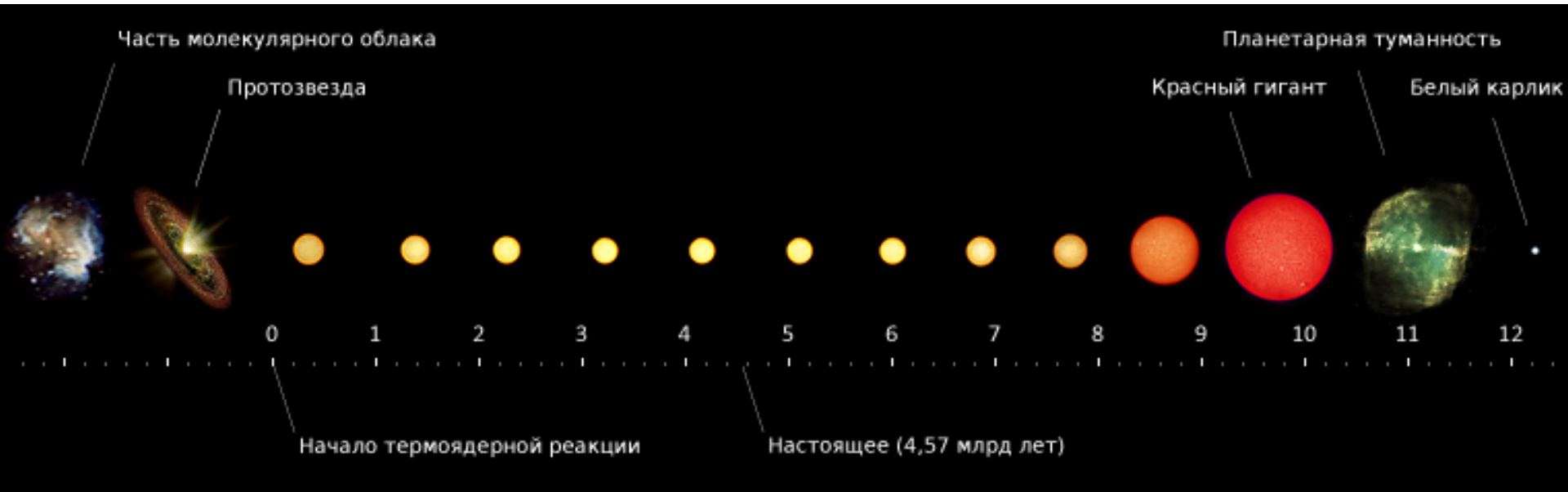


- Солнце – самый массивный объект Солнечной системы (99,8% общей массы). На Юпитер и Сатурн приходится 90%, а на Уран и Нептун – 9% остатка.
- Орбиты объектов вокруг Солнца описываются законами Кеплера. Согласно им, каждый объект движется по эллипсу, в одном из фокусов которого находится Солнце.
- Наряду со светом, Солнце излучает непрерывный поток заряженных частиц (плазмы), известный как солнечный ветер. Этот поток частиц распространяется со скоростью примерно 1,5 млн км/ч и создаёт межпланетную среду на расстоянии по крайней мере 100 а.е. от Солнца.

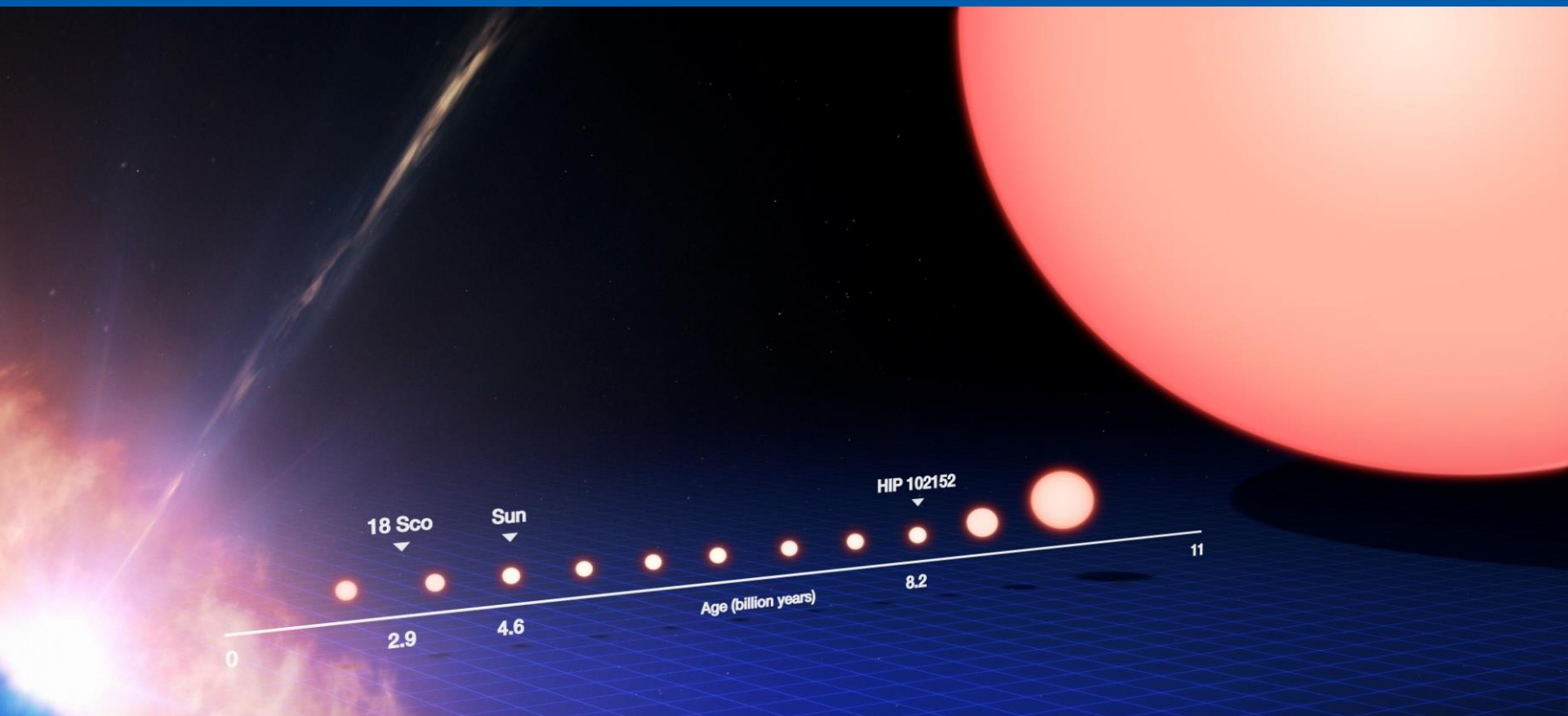


Солнце в рентгеновском и в видимом спектре

Эволюция Солнца

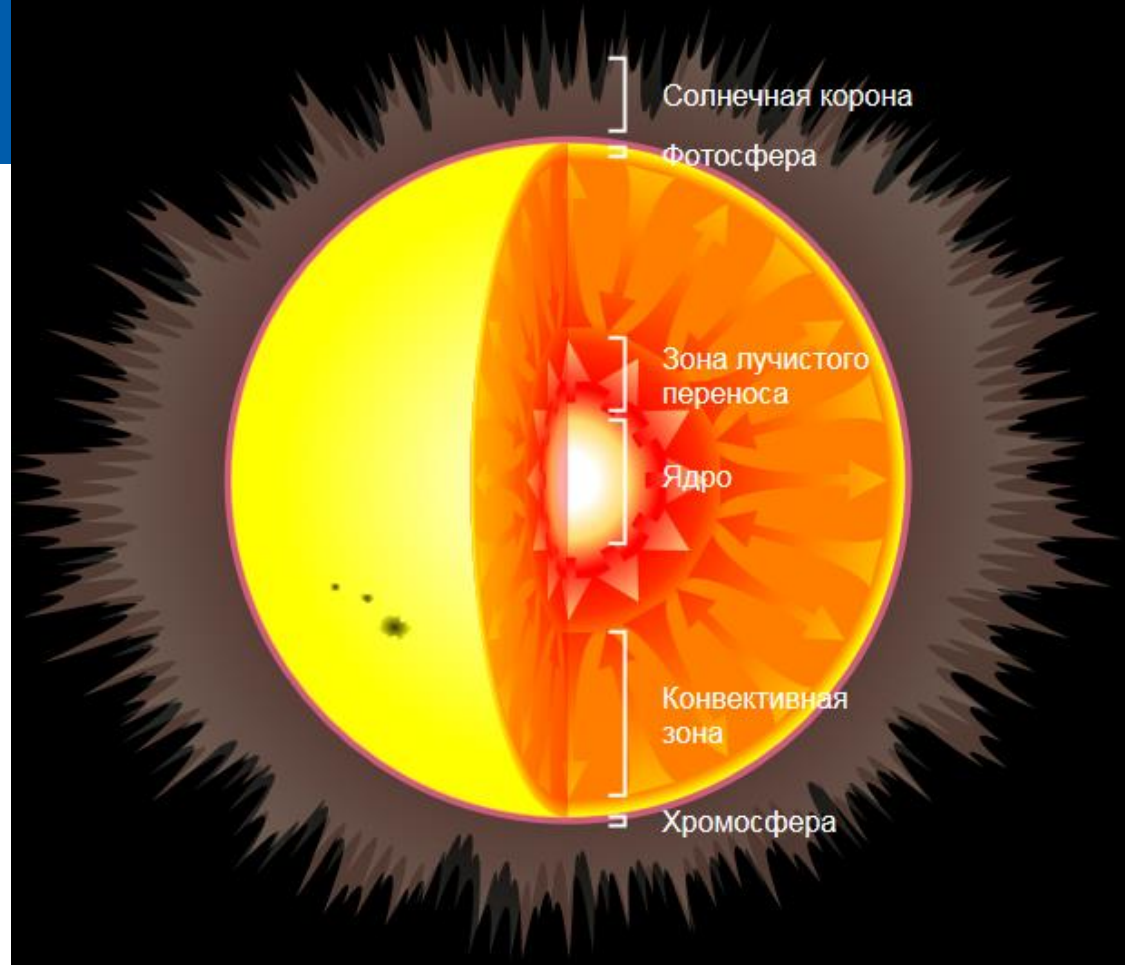


Эволюция Солнца



Структура Солнца

- Ядро
- Зона лучистого переноса
- Конвективная зона
- Атмосфера
 - Фотосфера
 - Хромосфера
 - Солнечная корона
 - Солнечный ветер



Спутник-2	1957	Первое наблюдение Солнца за пределами атмосферы
Луна-1 и Луна-2	1959	Обнаружение солнечного ветра опытным путём
Pioneer-5, 6, 7, 8, 9	1960-1968	Изучение солнечного ветра
Helios-1, 2	1970-е	Наблюдение за Солнцем с гелиоцентрических орбит
Apollo Telescope Mount	1973	Открытие коронального выброса массы
SolarMax	1980-1989	Изучение солнечных вспышек
Ulysses	1990-2008	Изучение Солнца вне плоскости эклиптики
Yohkoh	1990-2001	Изучение рентгеновского излучения Солнца
SOHO	С 1995	Исследования Солнца во всех диапазонах волн
SDO	С 2010	Исследования Солнца во всех диапазонах волн
Genesis	2001-2004	Доставка на землю образцов солнечного ветра
Hinode	С 2006	Исследование солнечной короны
STEREO	С 2006	Два аппарата для получения стереоизображений Солнца
Коронас-Фотон	С 2009	Круглосуточный мониторинг солнечной активности



Parker – зонд для изучения внешней короны Солнца
(Запуск – 12 августа 2018)

Ближайшие к Солнцу объекты: Кометы

Известны около 1500 комет с перигелием меньшим 0,055 а.е. (почти треть всех известных комет). Их большая часть объединены в семейства: Крейца, Крахта, Марсдена, Майера.

Ближайшие к Солнцу кометы	Перигелий, а.е.
C / 2003 M2	0,0043
C / 2005 Y9	0,0043
C / 2006 A5	0,0043

Ближайшие к Солнцу объекты: Астероиды

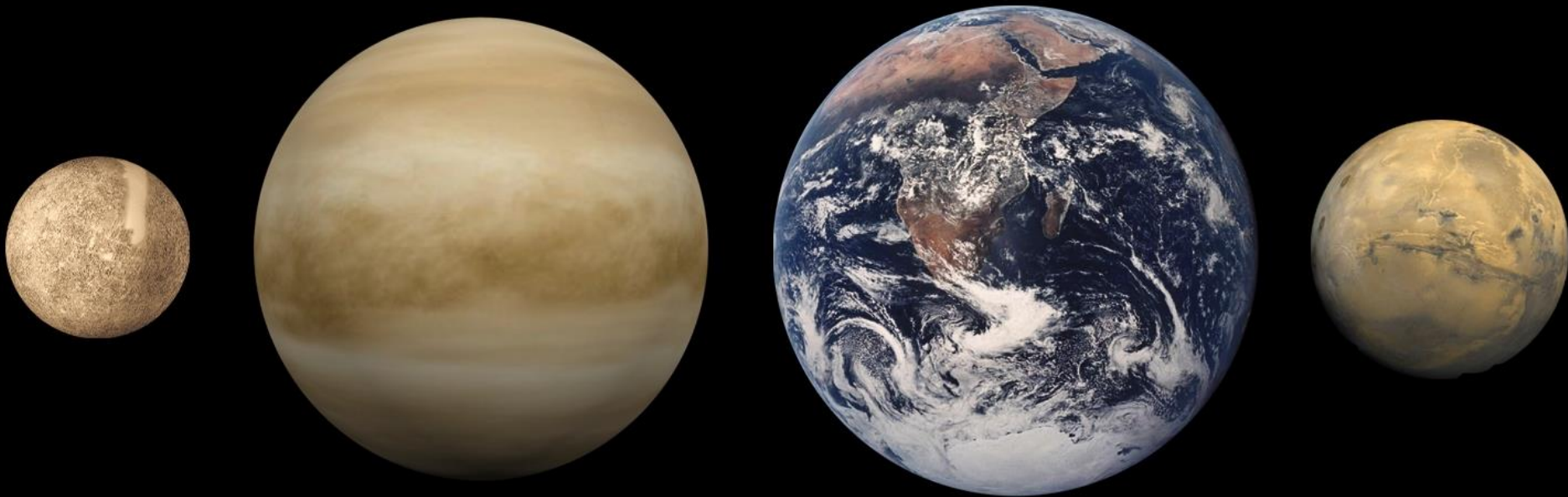
Астероид	Перигелий, а.е.
2005 HC4	0,0710
2008 FF5	0,0789
2006 HY51	0,0803
(137924) 2000 BD ₁₉	0,0920

Ближайшие к Солнцу объекты: Вулканоиды

Вулканоиды – гипотетические астероиды, которые могут иметь орбиту в динамически стабильной зоне между 0,08 и 0,21 а. е. от Солнца.

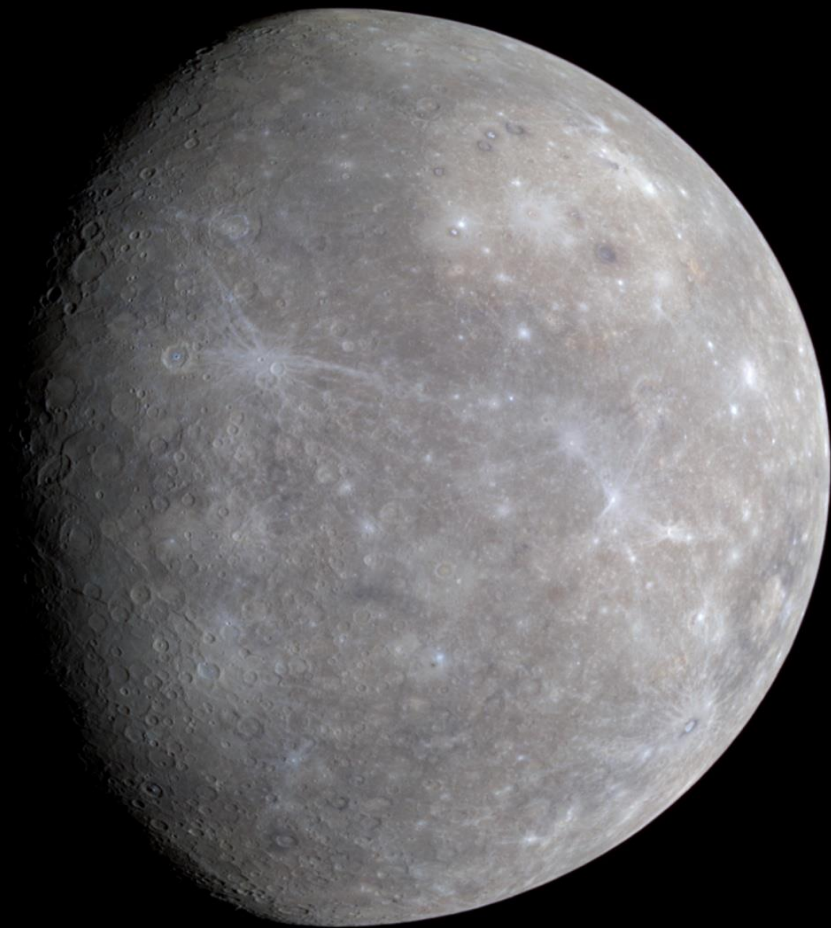
ПЛАНЕТЫ ЗЕМНОЙ ГРУППЫ

Планеты земной группы



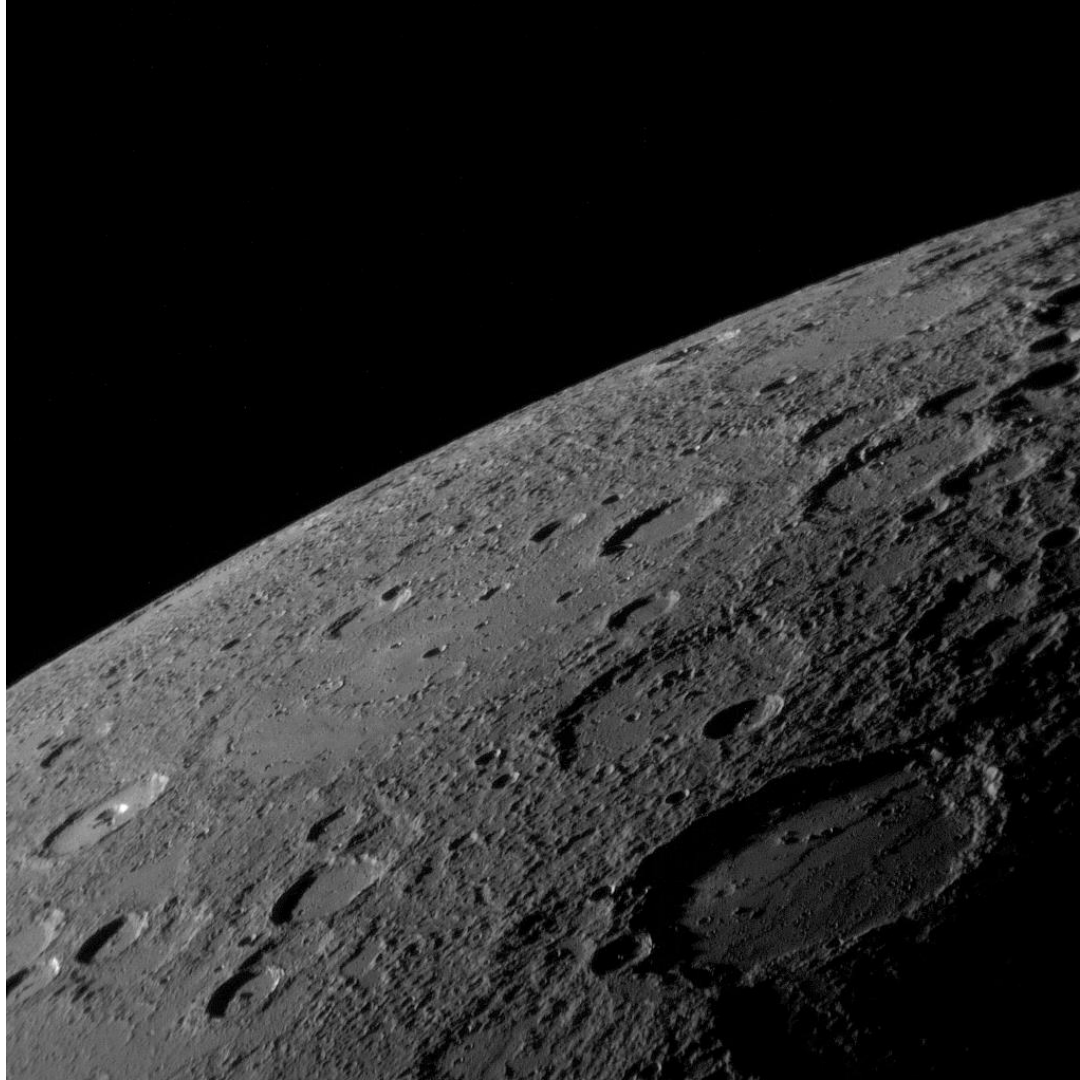
Меркурий

Сидерический период	88 дней
Средний радиус	2440 км 0,38 земного
Масса	$3,3 \cdot 10^{23}$ кг 0,055 земной
Средняя плотность	5,4 г/см ³ 0,98 земной
Ускорение свободного падения на экваторе	3,7 м/с ² (0,38g)
Среднее расстояние до Солнца	0,39 а.е.



Поверхность Меркурия

Снимок АМС
«*MESSENGER*»



Меркурия по диску
Солнца

2006 год



Исследовательские миссии

Mariner-10

1973

Messenger

2004

BepiColombo

2018

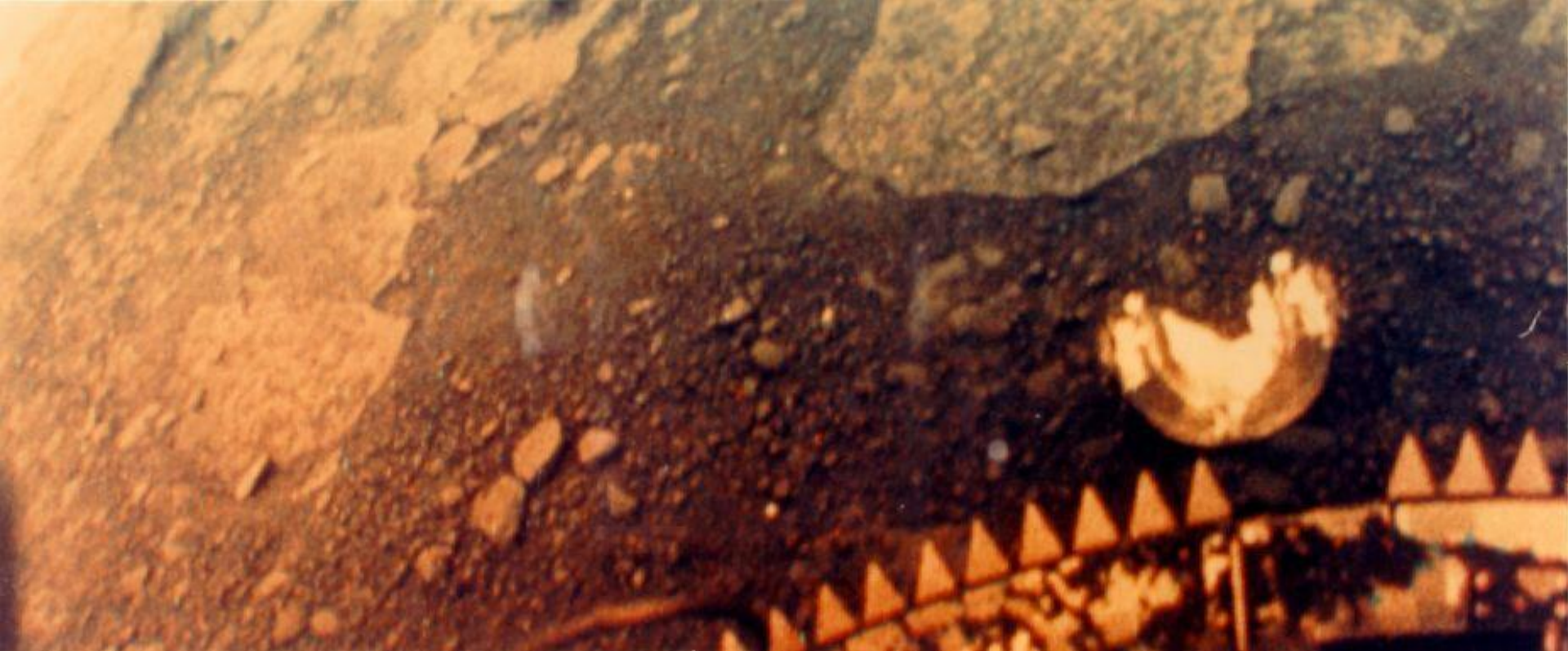
Меркурий-П

после 2031

Венера

Сидерический период	225 дней
Средний радиус	6050 км 0,94 земного
Масса	$4,9 \cdot 10^{24}$ кг 0,86 земной
Средняя плотность	5,2 г/см ³ 0,95 земной
Ускорение свободного падения на экваторе	8,9 м/с ² (0,9g)
Среднее расстояние до Солнца	0,72 а.е.





Поверхность Венеры
Снимок АМС «Венера – 13»

Венера и Солнце



Венера-1	1961	Pioneer Venus 2	1978
Mariner-2	1962	Венера-13	1981
Зонд-1	1964	Венера-14	1981
Венера-2	1965	Венера-15	1983
Mariner-3	1965	Венера-16	1983
Венера-4	1967	Vega-1	1984
Mariner-5	1967	Vega-2	1984
Венера-5	1969	Magellan	1989
Венера-6	1969	Messenger	2004
Венера-7	1970	Venus Express	2005
Венера-8	1972	Akatsuki	2010
Mariner-10	1973	Венера-Глоб	2020
Венера-9	1975	Venus orbiter mission	2020
Венера-10	1975	VERITAS	2021
Pioneer Venus 1	1978	DAVINCI	2021
Венера-11	1978	Венера-Д	2025
Венера-12	1978		

Земля

Сидерический период	365,26 дней
Средний радиус	6370 км
Масса	$5,9 \cdot 10^{24}$ кг
Средняя плотность	5,5 г/см ³
Ускорение свободного падения на экваторе	9,8 м/с ²
Среднее расстояние до Солнца	149,6 млн км 1 а.е.



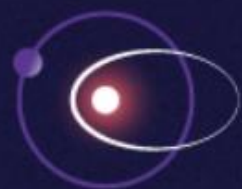
- Самая крупная и плотная из планет земной группы
- Уникальная планета по целому ряду параметров (атмосфера, гидросфера, тектоника плит)
- Жизнь за пределами Земли до сих пор достоверно нигде не обнаружена
- Спутник Земли – Луна – единственный большой спутник планет земной группы

Вид Земли с Марса

Снимок
марсохода «*Spirit*»



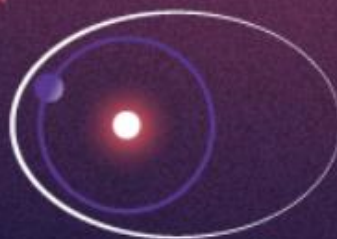
ГРУППЫ ОКОЛОЗЕМНЫХ АСТЕРОИДОВ



Атоны




Аполлоны





Амуры



Атиры

 — Солнце

 — Земля

 — Орбиты астероидов

(433) Эрос



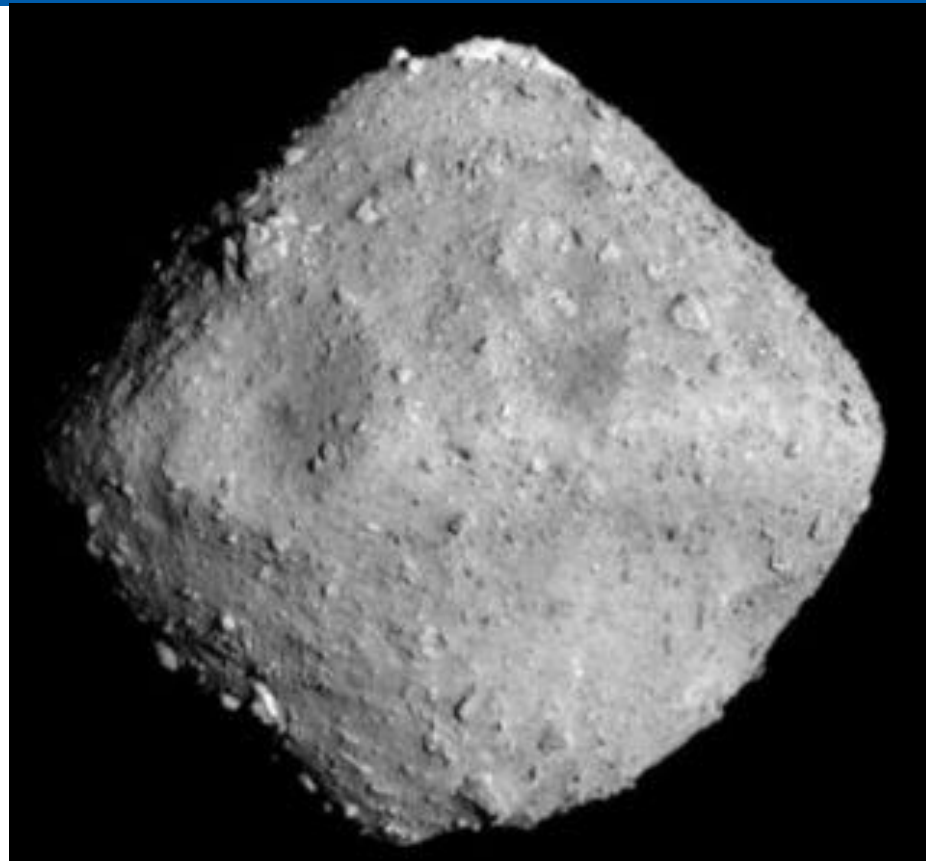
NEAR Shoemaker

(251443) Итокава



Хаябуса

(162173) Рюгу



Хаябуса-2

Луна

Сидерический период	27,3 дня
Средний радиус	1740 км 0,273 земного
Масса	$7,2 \cdot 10^{22}$ кг 0,012 земной
Средняя плотность	3,3 г/см ³ 0,6 земной
Ускорение свободного падения на экваторе	1,6 м/с ² (0,17g)
Среднее расстояние до Земли	384 400 км 30 земных диаметров



- Единственный естественный спутник Земли
- Самый близкий к Солнцу спутник Солнечной системы
- Единственный крупный спутник планет земной группы
- Единственный внеземной астрономический объект, где побывал человек

Земля и
Луна



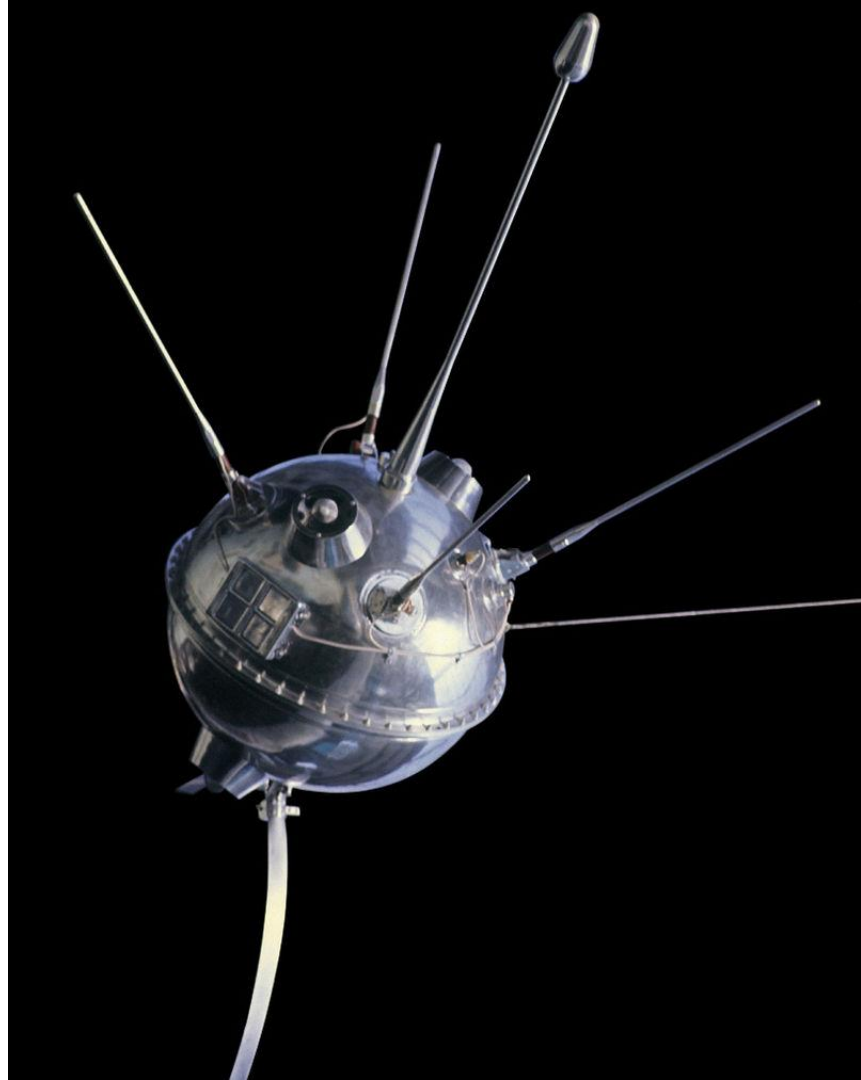
Луна с борта МКС



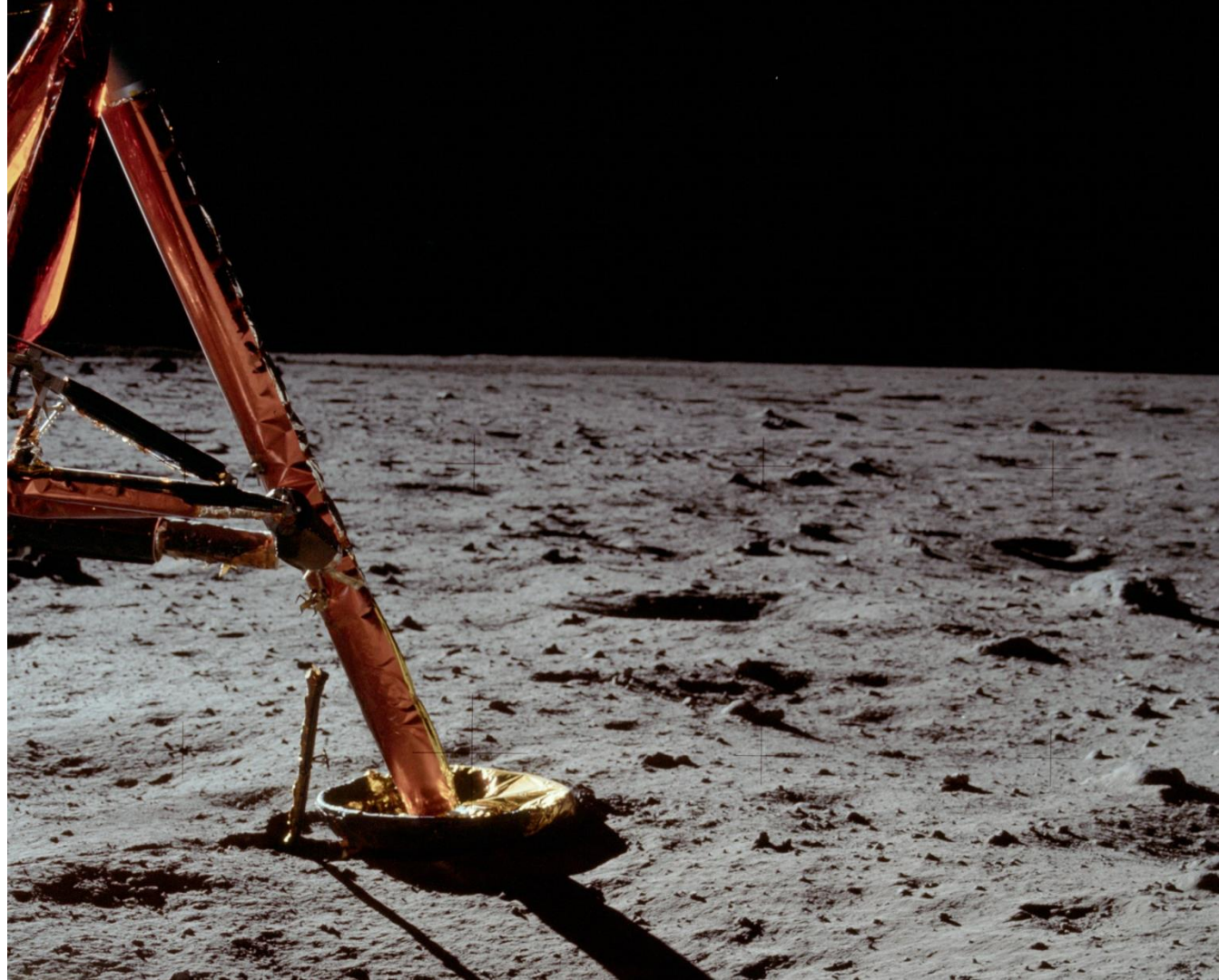


Видимая и обратная стороны Луны

Луна-1 – первая в мире АМС
(1959)



Поверхность Луны



Луна-1	1959	Зонд-5	1968	Kaguya	2007
Pioneer 4	1959	Зонд-6	1968	Чанъэ-1	2007
Луна-2	1959	Apollo-8	1968	Чандраян-1	2008
Луна-3	1959	Apollo-10	1969	LCROSS	2009
Ranger-7	1964	Apollo-11	1969	LRO	2009
Ranger-8	1965	Apollo-12	1969	ARTEMIS-P1 и -P2	2009
Ranger-9	1965	Луна-16	1970	Чанъэ-2	2007
Зонд-3	1965	Луна-17	1970	GRAIL	2011
Луна-9	1966	Луноход-1	1970	LADEE	2013
Луна-10	1966	Apollo-13	1970	Чанъэ-3	2013
Луна-11	1966	Луна-19	1971	Юйту	2013
Surveyor-1	1966	Apollo-14	1971	Чанъэ-5Т1	2014
Lunar Orbiter-1	1966	Apollo-15	1971	Чанъэ-5	2019
Луна-12	1966	Луна-20	1972	Чанъэ-4	2019
Lunar Orbiter-2	1966	Apollo-16	1972	Чандраян-2	2019
Луна-13	1966	Apollo-17	1972	Луна-25	2019
Lunar Orbiter-3	1967	Луна-21	1973	ЕМ-1	2020
Surveyor-3	1967	Луноход-1	1973	ILN	
Lunar Orbiter-4	1967	Explorer-49	1973	SLIM	
Explorer-35	1967	Луна-22	1974	Чанъэ-6	2020
Lunar Orbiter-5	1967	Луна-24	1976	Луна-26	2020
Surveyor-5	1967	Hiten	1990	Луна-Ресурс-2	2020
Surveyor-6	1967	Clementine	1994	Луна-Ресурс-3	2023
Surveyor-7	1968	Lunar Prospector	1998	Луна-Ресурс-4	2023
Луна-14	1968	SMART-1	2003	ЕМ-2	2023

Марс

Сидерический период	687 суток
Средний радиус	3390 км 0,53 земного
Масса	$6,42 \cdot 10^{23}$ кг 0,11 земной
Средняя плотность	3,9 г/см ³ 0,7 земной
Ускорение свободного падения на экваторе	3,7 м/с ² (0,38g)
Среднее расстояние до Солнца	1,52 а.е.

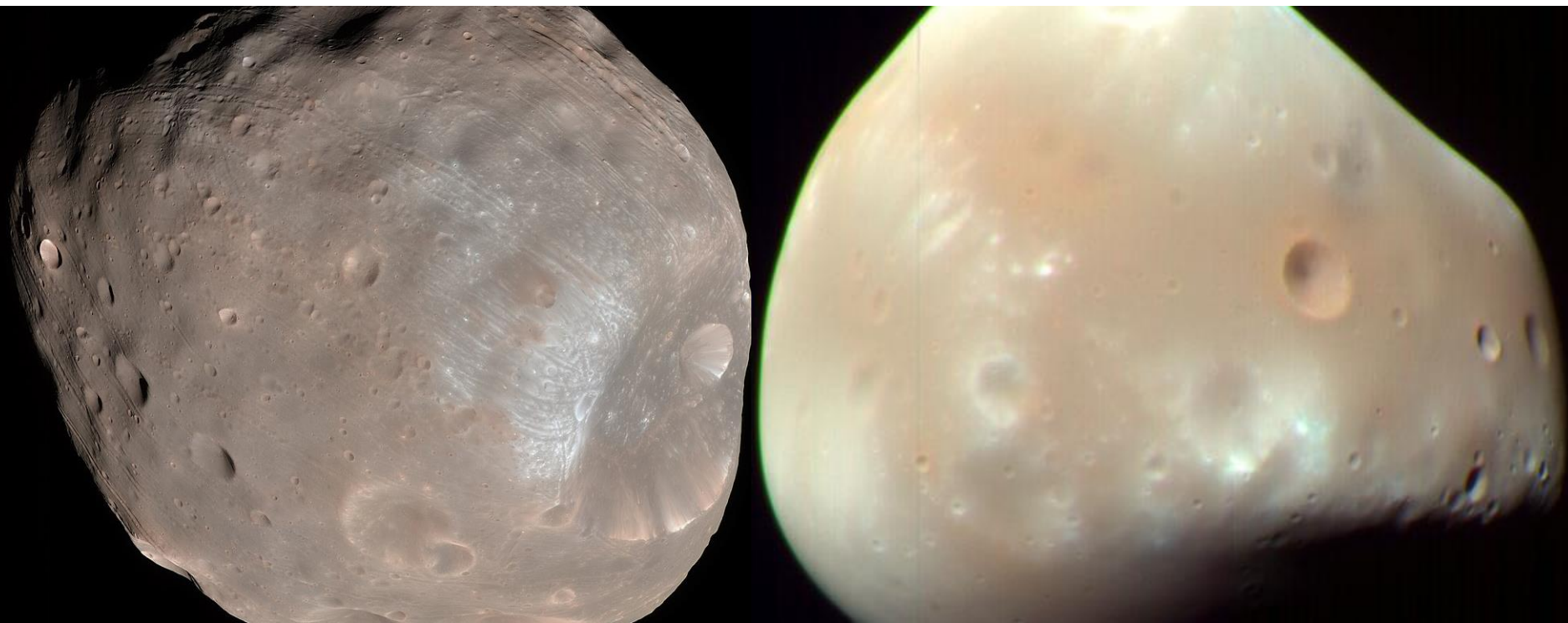


Поверхность Марса



Фобос и Деймос – спутники Марса

«Mars Reconnaissance Orbiter»



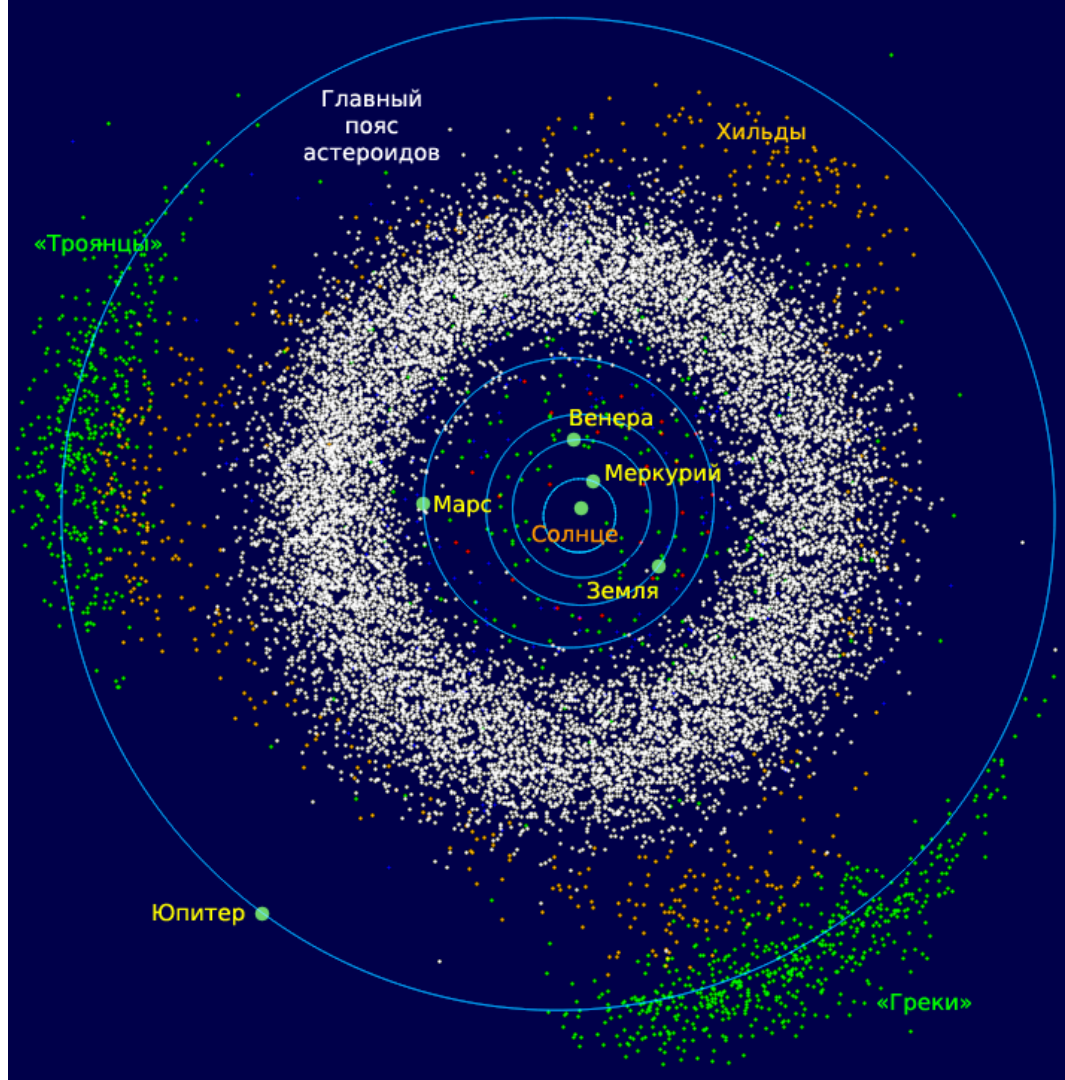
Mariner-4	1964	Mars Reconnaissance Orbiter	2005
Mariner-6	1969	Марсоход Curiosity	2011
Mariner-7	1969	Мангальян	2013
Mariner-9	1971	Mars Atmosphere and Volatile Evolution	2013
Марс-2	1971	Trace Gas Orbiter	2016
Марс-3	1971	InSight	2018
Марс-4	1973	Mars Cube One	2018
Марс-6	1973	Astrobiology Field Laboratory	
Viking-1	1976	SpaceX Red Dragon	
Viking-2	1976	Зкзомарс	2020
Фобос-2	1988	MetNet	2020
Mars Global Surveyor	1996	Марсоход Mars 2020	2020
Mars Pathfinder и марсоход Sojourner	1996	Китайская марсианская миссия 2020	2020
Mars Odyssey	2001	Hope Mars	2020
Mars Express	2003	Мангальян-2	2020
Марсоход Opportunity	2003	Mars Sample Return Mission	2022
Марсоход Spirit	2003	Фобос Грунт-2	2024
Phoenix	2007	Northern Light	

Планеты земной группы: строение



ГЛАВНЫЙ ПОЯС АСТЕРОИДОВ

Пояс астероидов



(253) Матильда



NEAR Shoemaker

(243) Ида и его спутник Дактиль



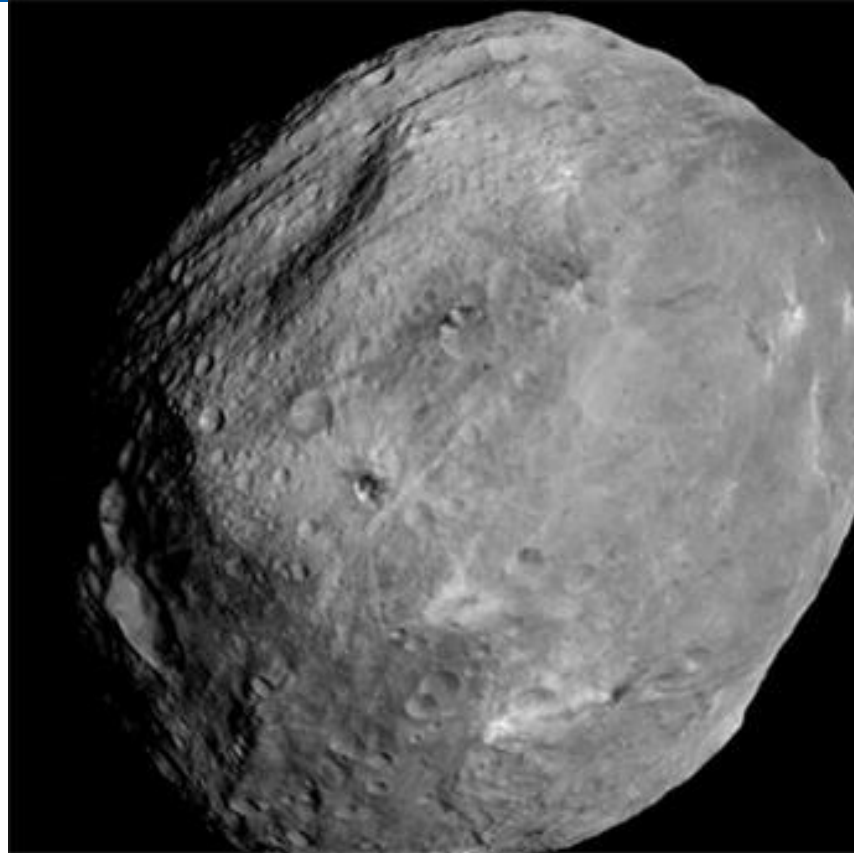
Galileo

(21) Лютеция



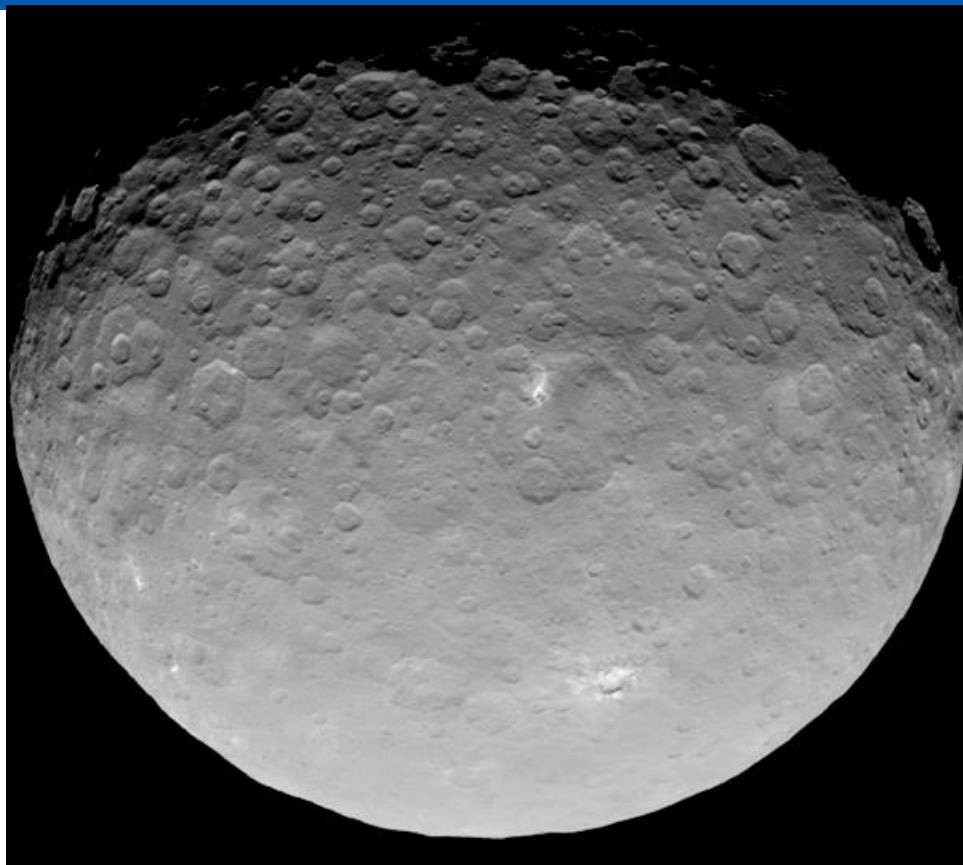
Rosetta

(4) Веста – крупнейший астероид



Dawn

Карликовая планета (1) Церера – крупнейший объект пояса астероидов



Dawn

Миссии АМС для изучения Весты и Цереры

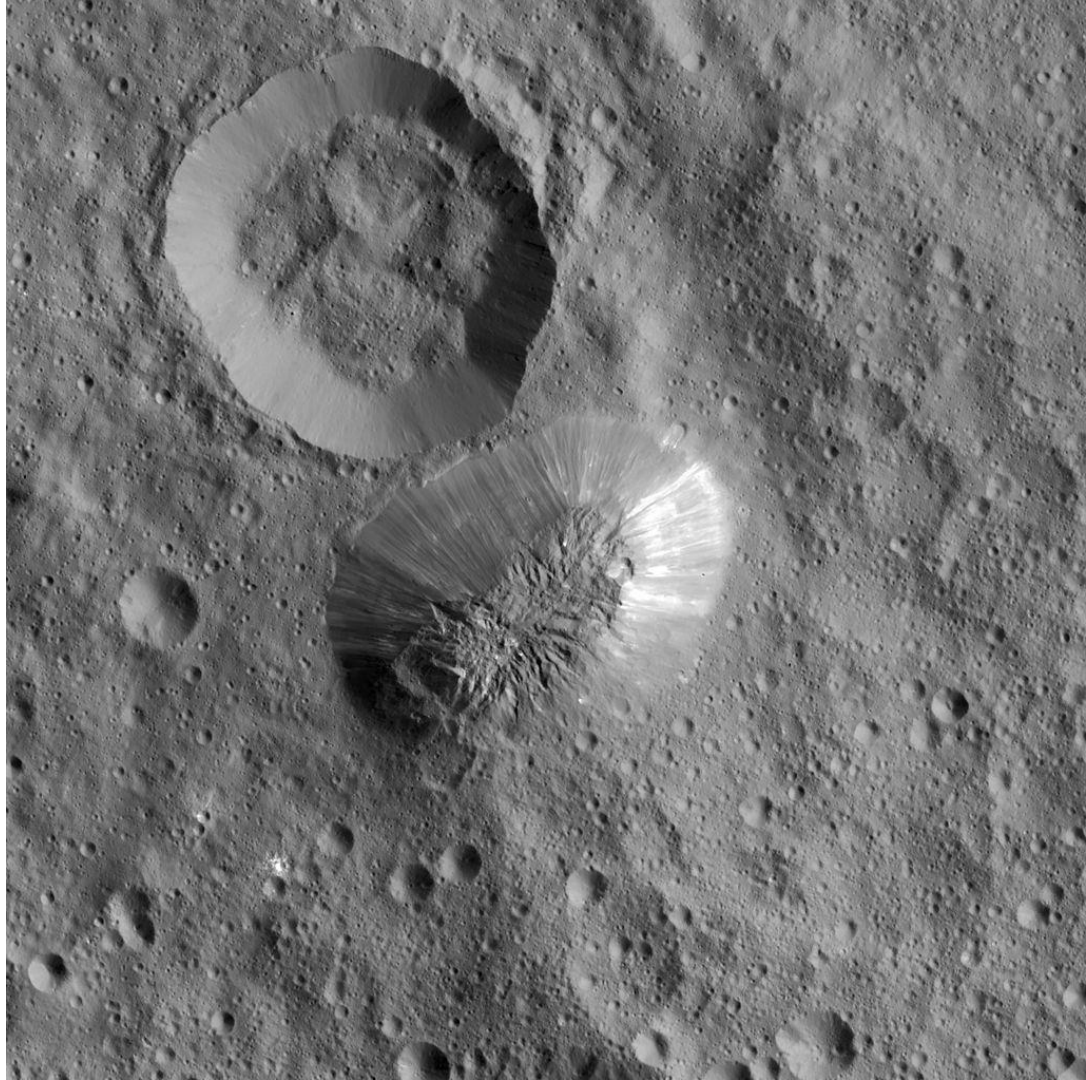
Dawn

2007

Galileo	1989
NEAR Shoemaker	1996
Cassini	1997
Deep Space 1	1998
Stardust	1999
Хаябуса	2003
Rosetta	2004
New Horizons	2006
Dawn	2007
Чанъэ-2	2010
Хаябуса-2	2014
OSIRIS-REx	2016
AIDA	2020

Поверхность Цереры

«Dawn»



Земля, Луна и Церера – сравнение



Суммарная масса Главного пояса = 4% массы Луны (0,06% массы Земли). Половина приходится на 4 крупнейших объекта – Цереру, Весту, Палладу и Гигею. Причём на одну только Цереру – треть.



(4) Веста



(1) Церера



Луна



(21) Лютеция

(253) Матильда

(243) Ида

(433) Эрос

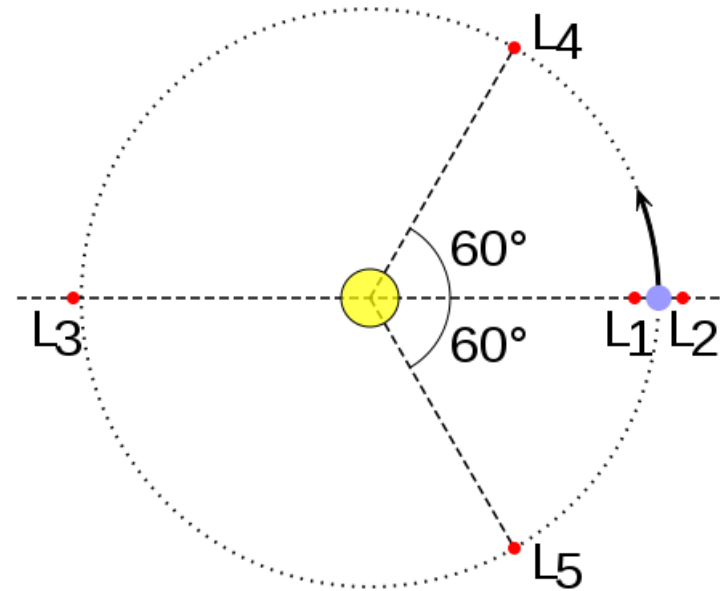
(951) Гаспра

(2867) Штейн

(4) Веста

Троянские астероиды

- Астероиды, находящиеся в окрестностях точек Лагранжа L_4 и L_5 планет Солнечной системы
- Существуют у Земли, Марса, Юпитера, Урана и Нептуна
- Для Юпитера астероиды вокруг точки L_4 называют «Греки», а вокруг L_5 – «Троянцы»

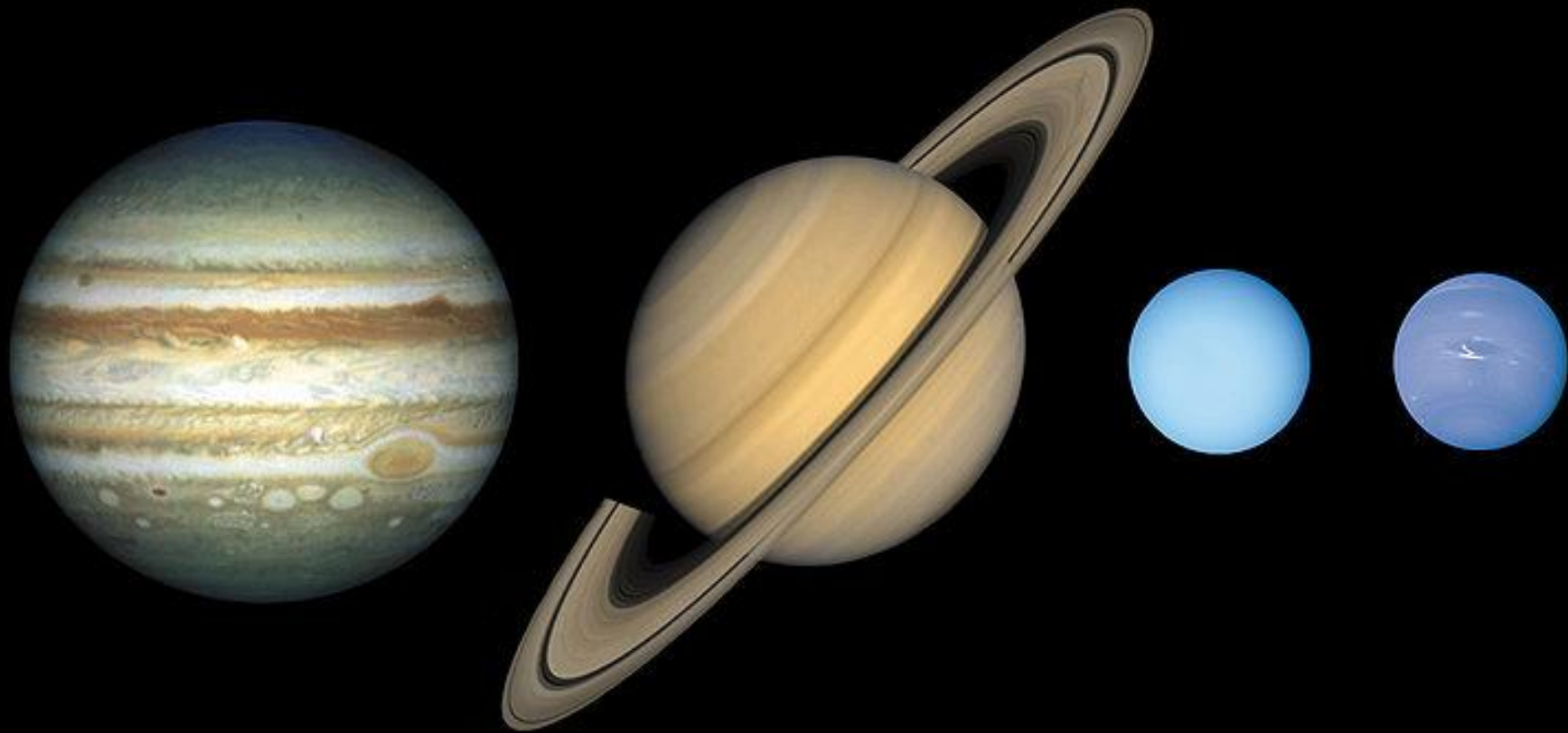


Хильды

- Семейство астероидов, не являющихся фрагментами общего родительского тела
- Вращаются в орбитальном резонансе с Юпитером
- Афелии расположены в точках Лагранжа L3, L4 и L5
- Названы в честь крупнейшего представителя семейства – астероида (153) Хильда

ПЛАНЕТЫ – ГИГАНТЫ

Планеты – гиганты

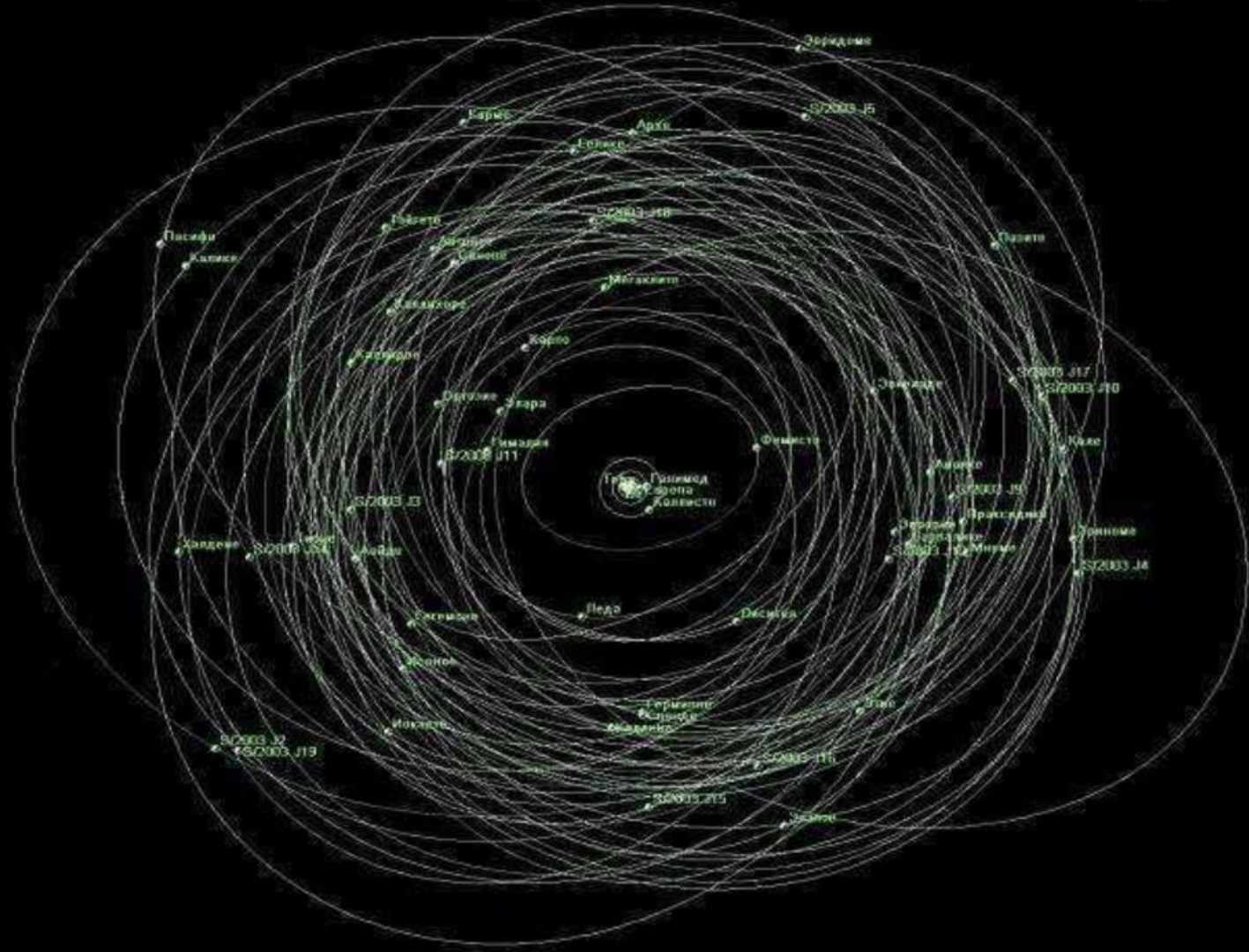


Юпитер

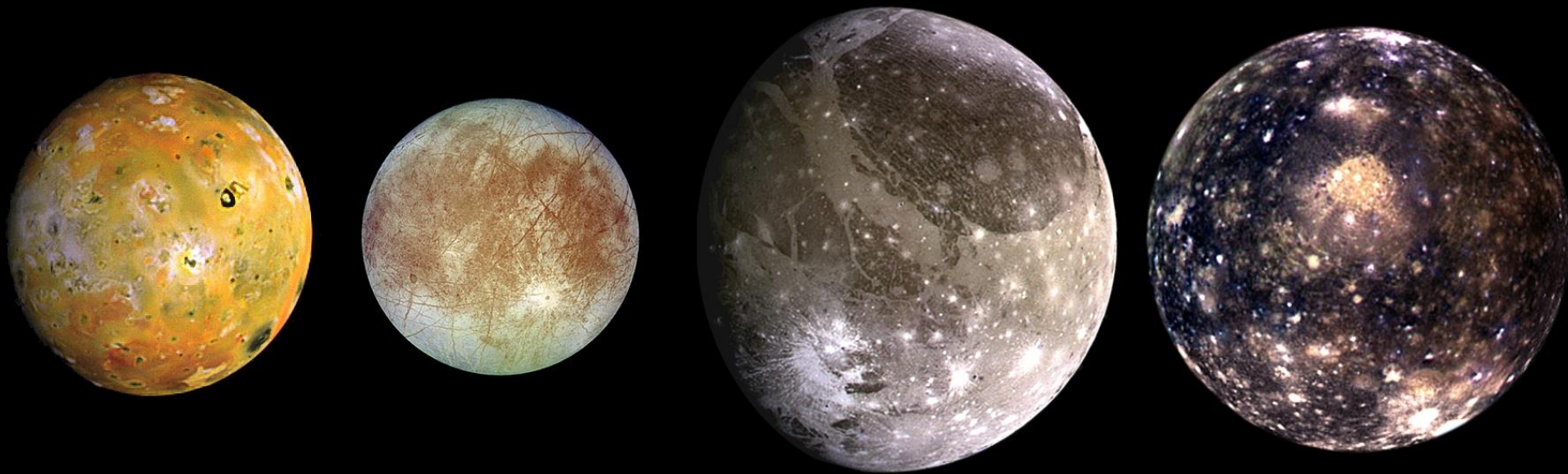
Сидерический период	11,9 лет
Средний радиус	69 900 км 11 земных
Масса	$1,89 \cdot 10^{27}$ кг 318 земных
Средняя плотность	1,33 г/см ³ 0,24 земной
Ускорение свободного падения на экваторе	24,8 м/с ² (2,5g)
Среднее расстояние до Солнца	5,2 а.е.



Орбиты спутников Юпитера



Галилеевы спутники



Ио, Европа, Ганимед и Каллисто

Земля, Луна и Ганимед

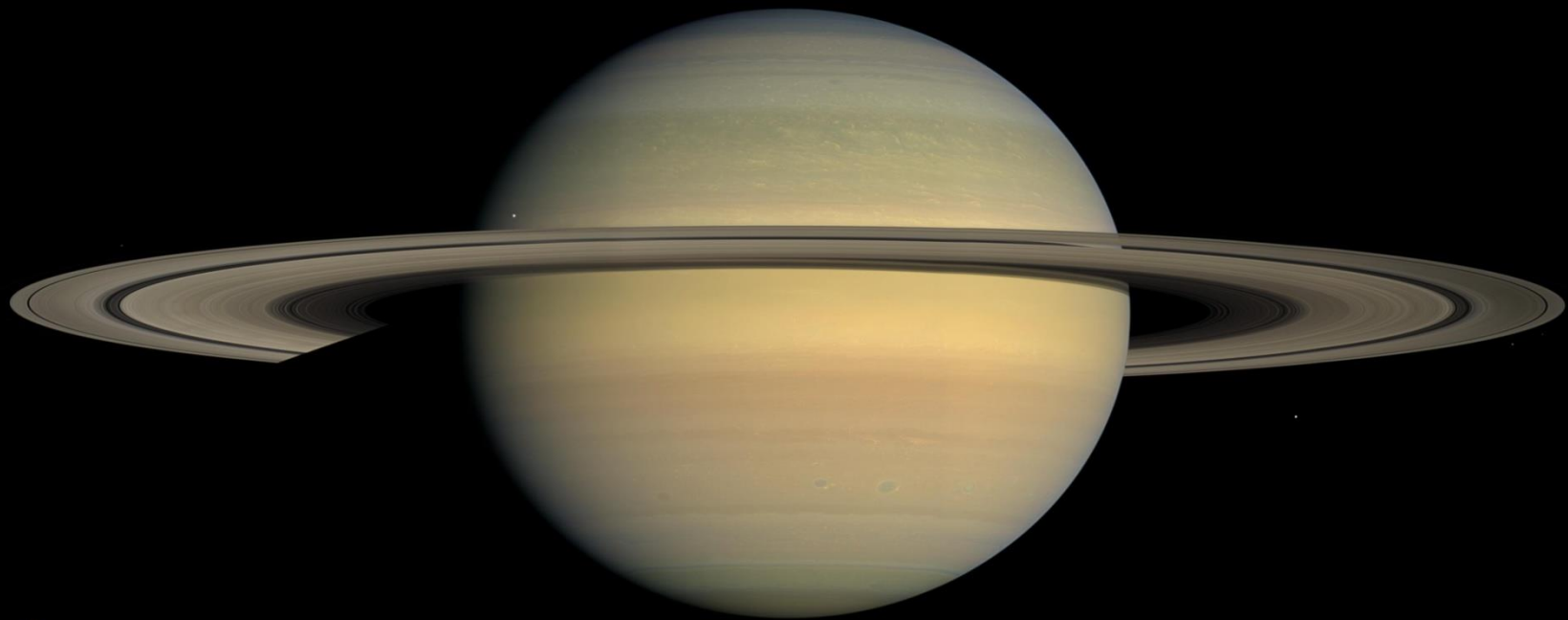


Юпитер и Земля



Pioneer-10	1972
Pioneer-11	1973
Voyager-1	1977
Voyager-2	1977
Galileo	1989
Ulysses	1990
Cassini	1997
New Horizons	2006
Juno	2011
Europa Jupiter System Mission	2020
Лаплас – Европа П	2020
Io Volcano Observer	2021
Jupiter Icy Moon Explorer	2022

Сатурн



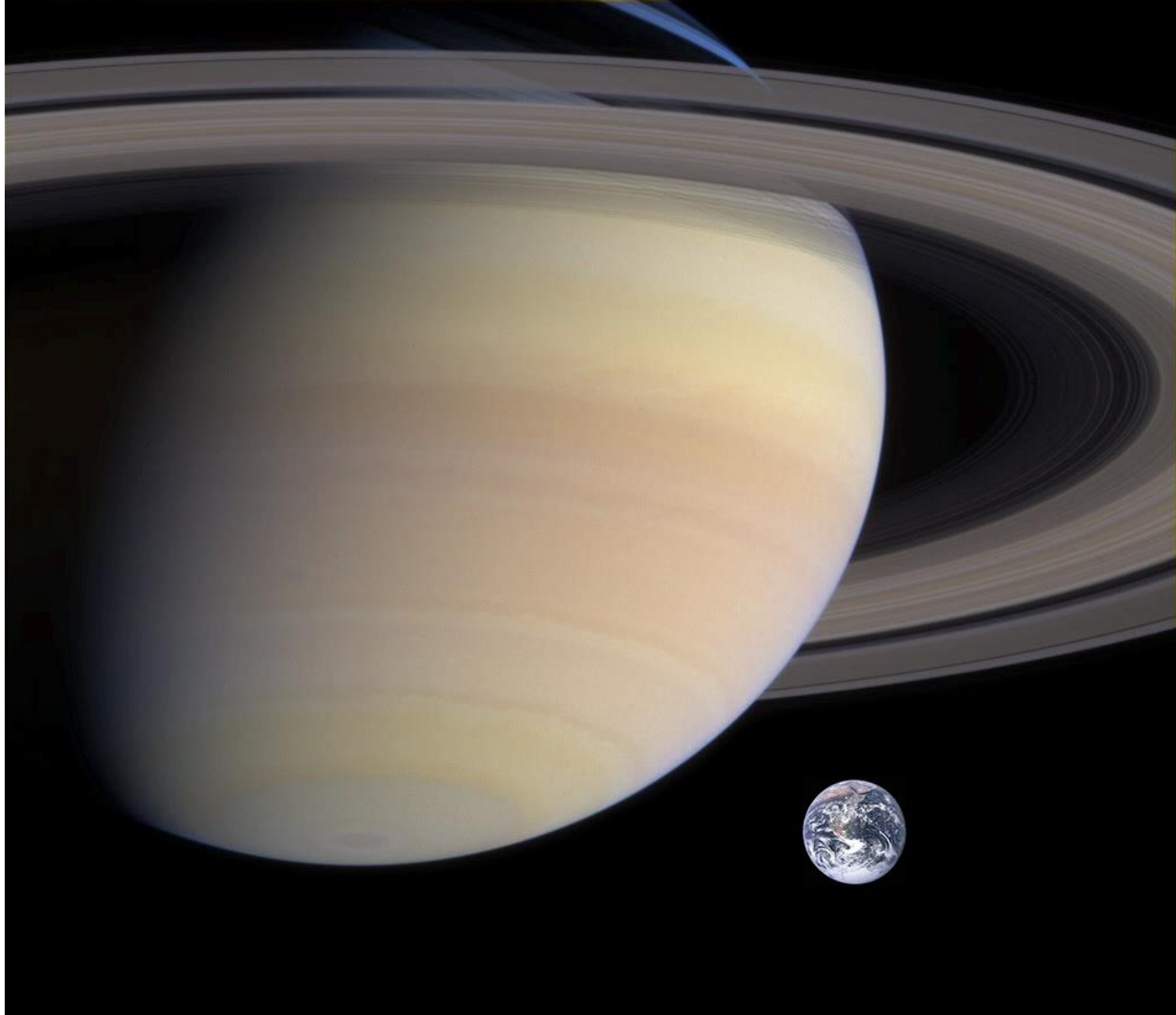
Сатурн

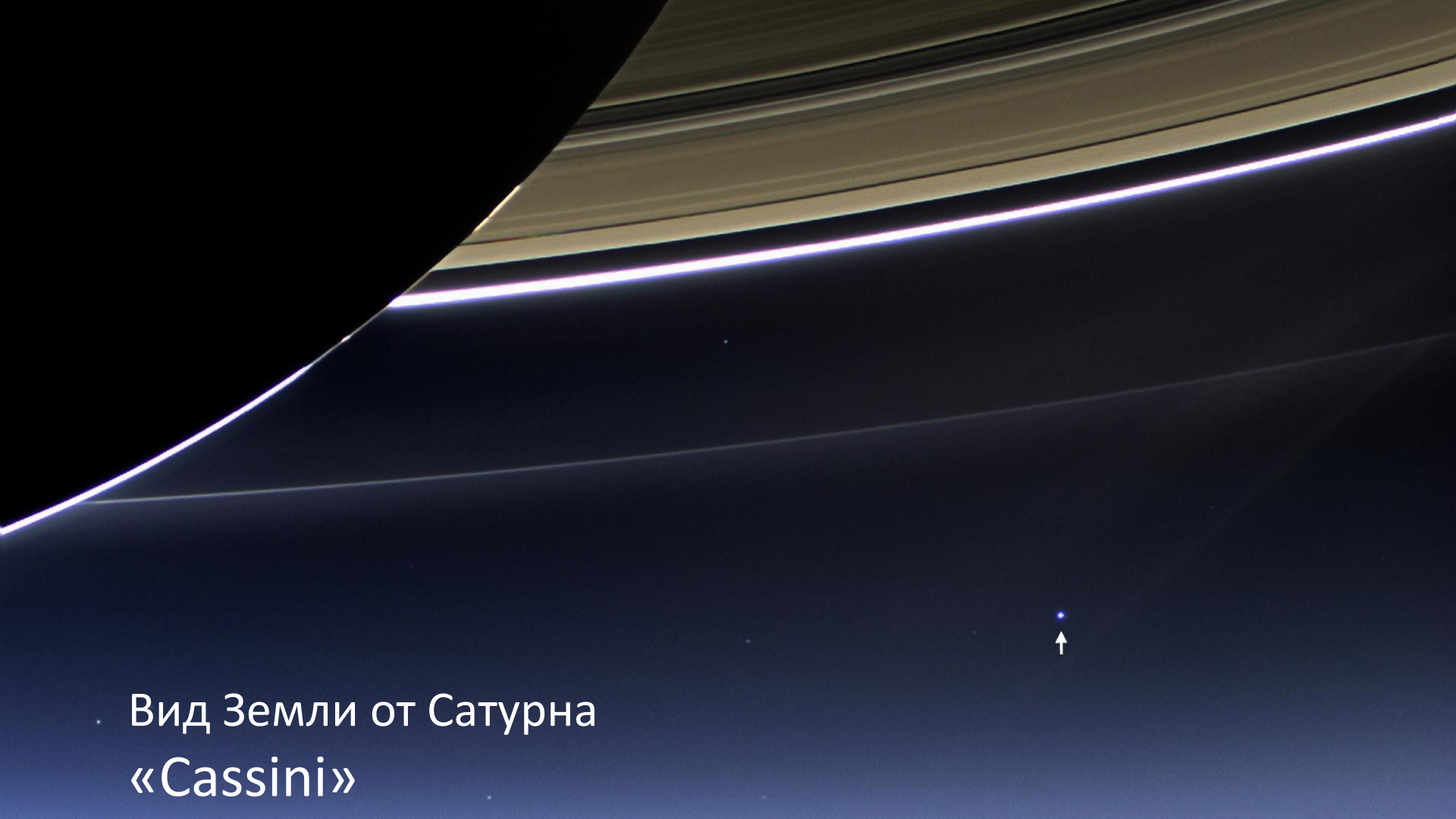
Сидерический период	29,5 лет
Средний радиус	58 200 км 9 земных
Масса	$5,68 \cdot 10^{26}$ кг 95 земных
Средняя плотность	0,69 г/см ³ 0,13 земной
Ускорение свободного падения на экваторе	10,44 м/с ² (1,06g)
Среднее расстояние до Солнца	11,1 а.е.



Вид Сатурна в телескоп с Земли

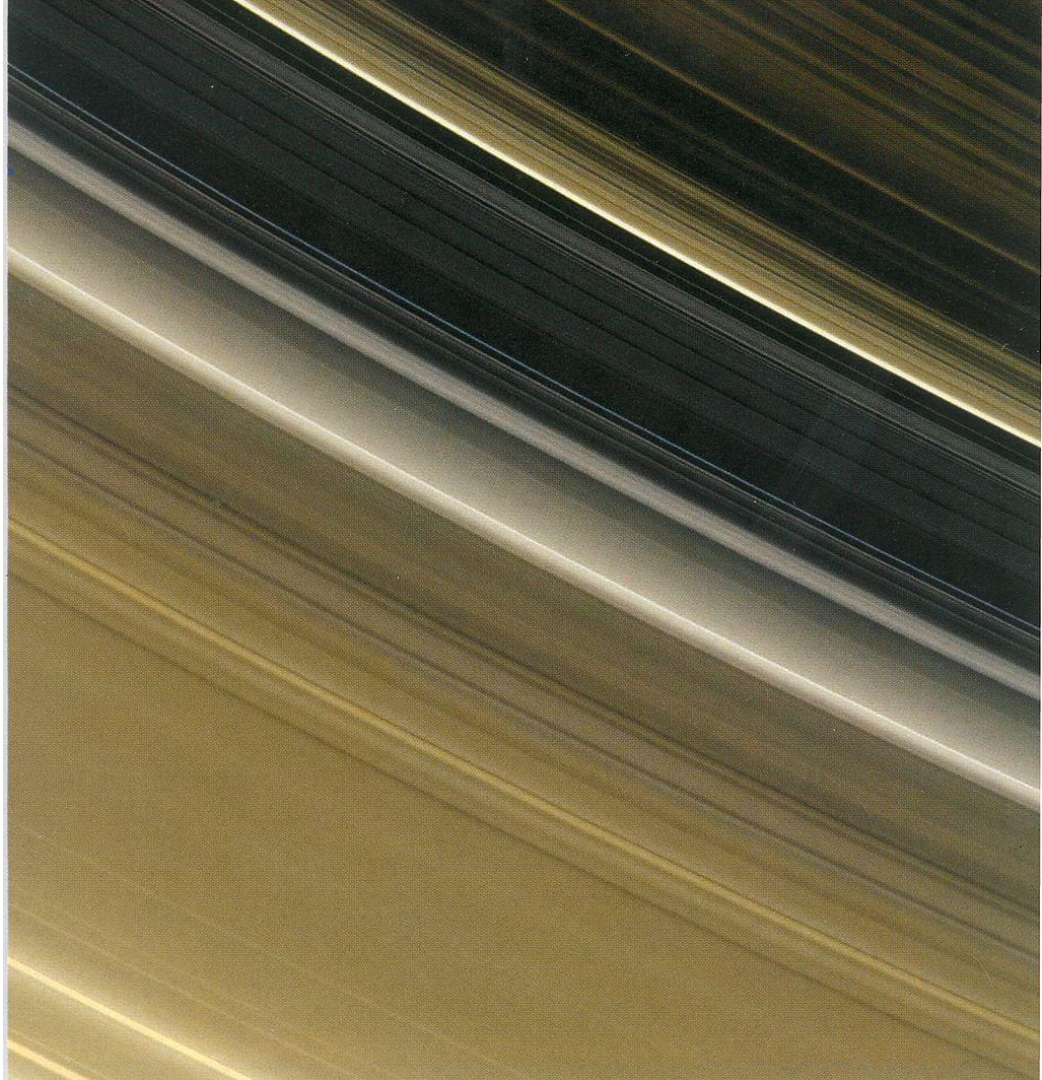
Сатурн и Земля





Вид Земли от Сатурна
«Cassini»

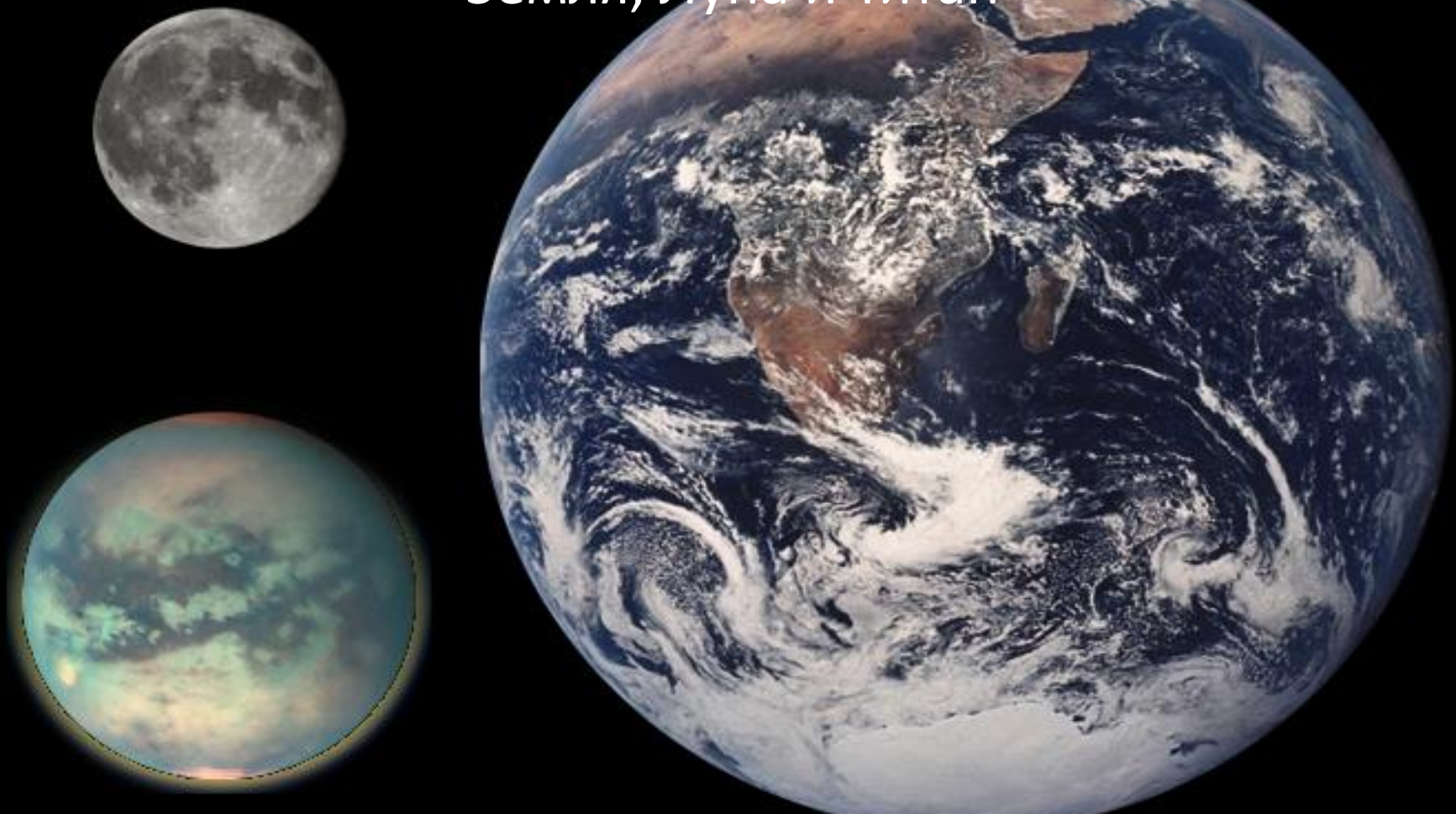
Кольца Сатурна с
расстояния 1,8 млн км

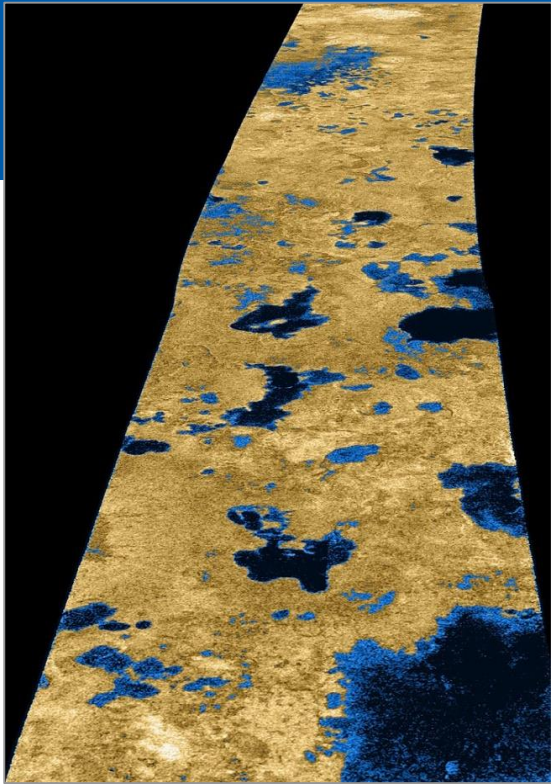


Спутники Сатурна



Земля, Луна и Титан





Озёра Титана
«Кассини»



Поверхность Титана
«Гюйгенс»

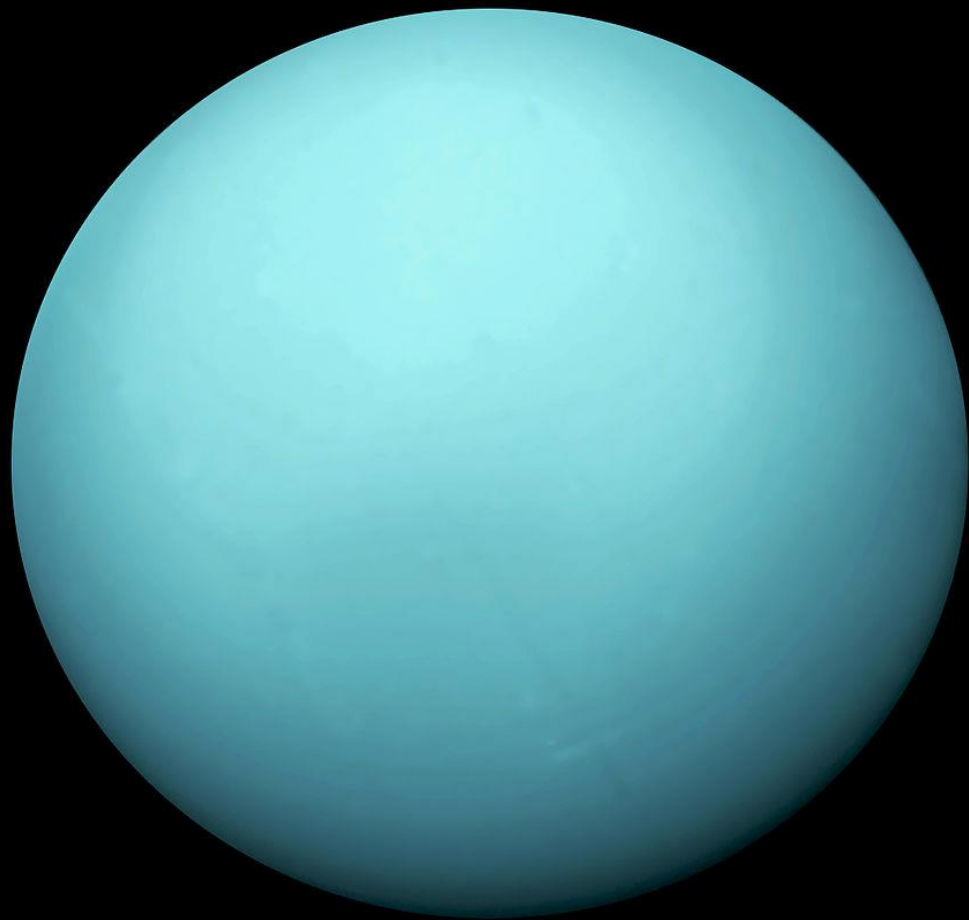
Pioneer-11	1973
Voyager-1	1977
Voyager-2	1977
Cassini–Huygens	1997
Titan Saturn System Mission	2020

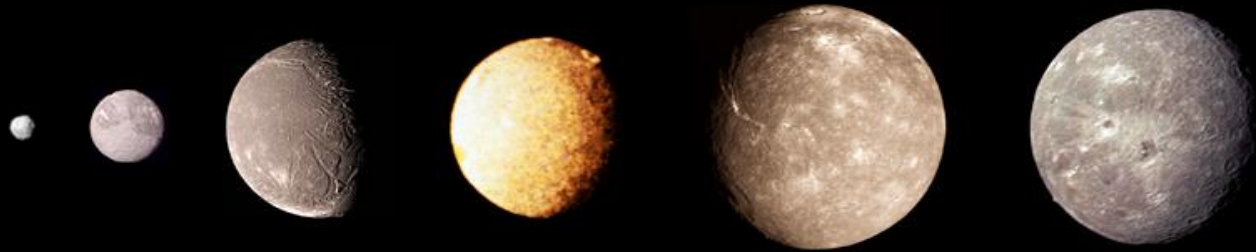
Уран

Сидерический период	84 года
Средний радиус	25360 км 4 земных
Масса	$8,68 \cdot 10^{25}$ кг 14,6 земных
Средняя плотность	1,27 г/см ³ 0,23 земной
Ускорение свободного падения на экваторе	8,87 м/с ² (0,87g)
Среднее расстояние до Солнца	19 а.е.



Уран и Земля





Маб, Меранда, Ариэль, Умбриэль, Титания, Оберон

Титания – крупнейший
спутник Урана



Миссии АМС для изучения Урана

Voyager-2	1977
Uranus orbiter and probe	2020-2023

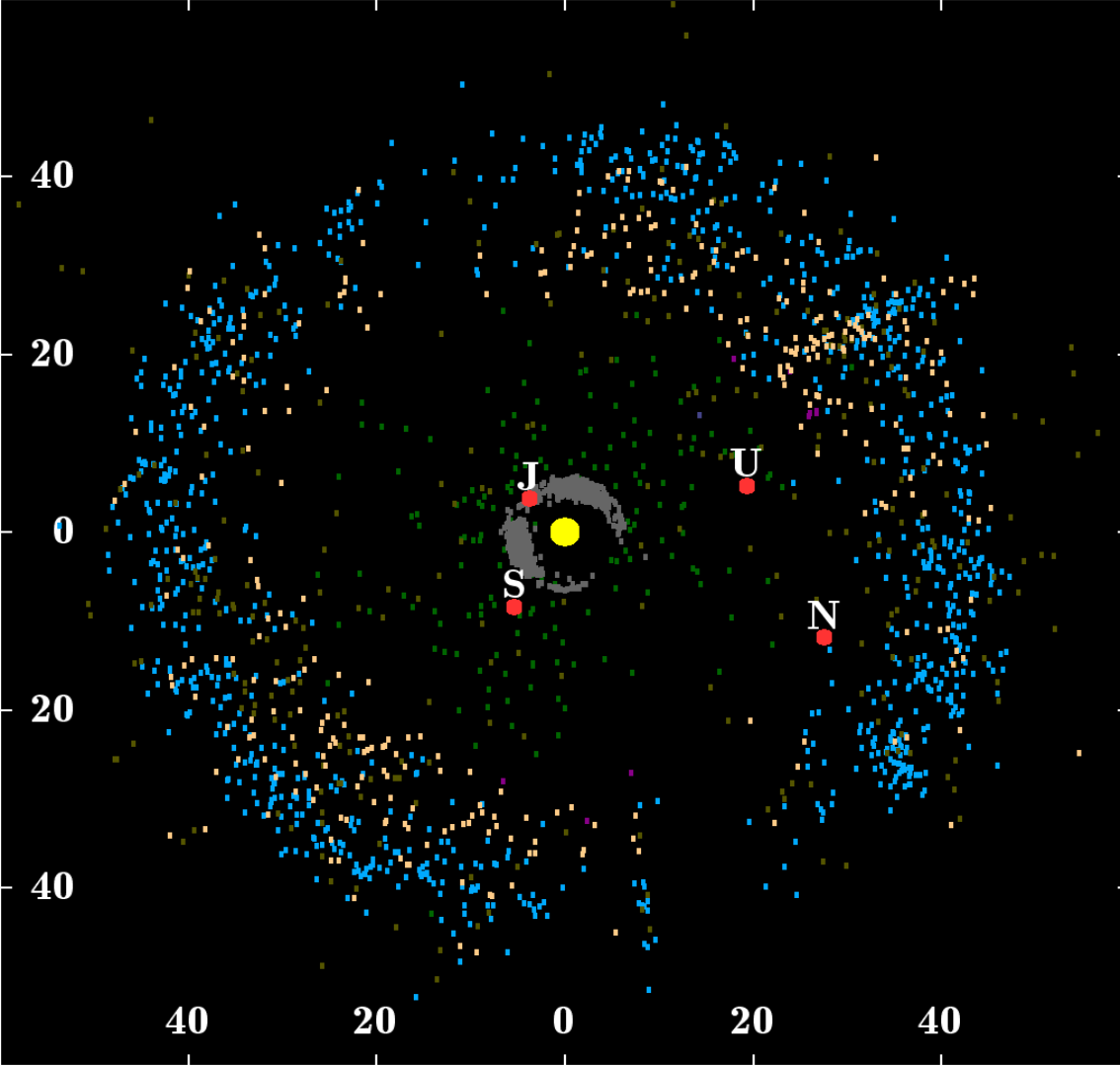
Кентавры

Троянские астероиды Юпитера

Кентавры

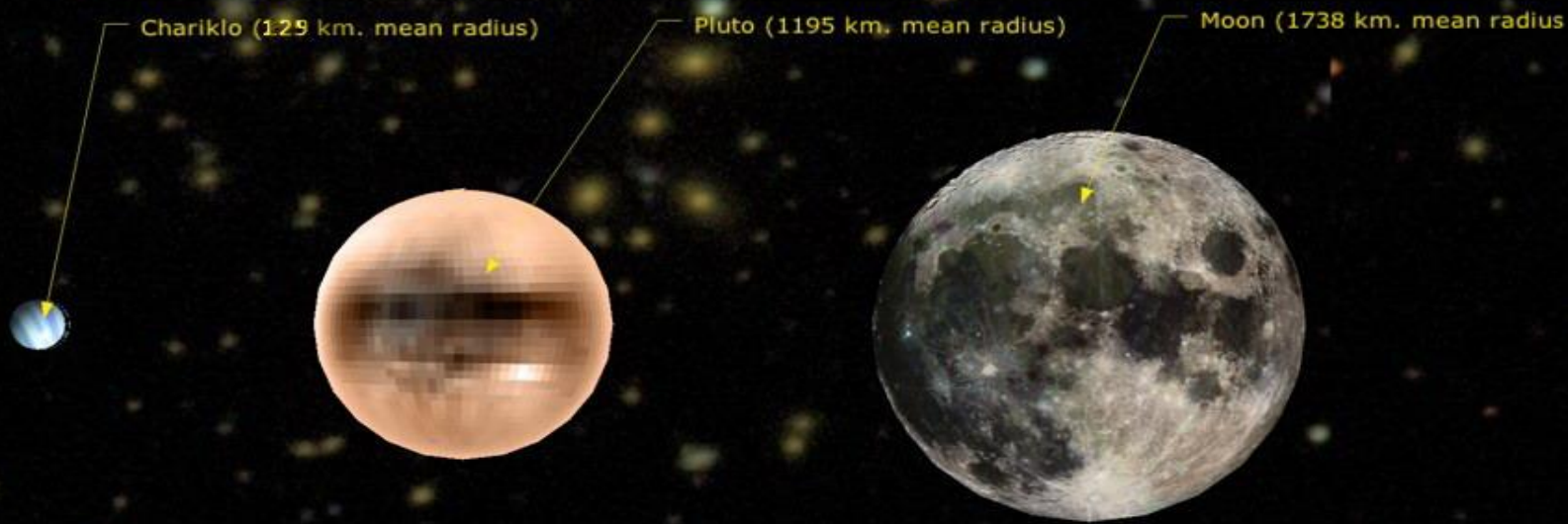
Рассеянный диск

Пояс Койпера



Кентавры

- Кентавры – группа астероидов между орбитами Юпитера и Нептуна
- По физическим характеристикам представляют переходный класс между астероидами и кометами
- При сближении с Солнцем начинают проявлять кометную активность (возможно появление комы)



Chariklo (129 km. mean radius)

Pluto (1195 km. mean radius)

Moon (1738 km. mean radius)

Харикло – крупнейший кентавр

(10199) Харикло
в представлении художника



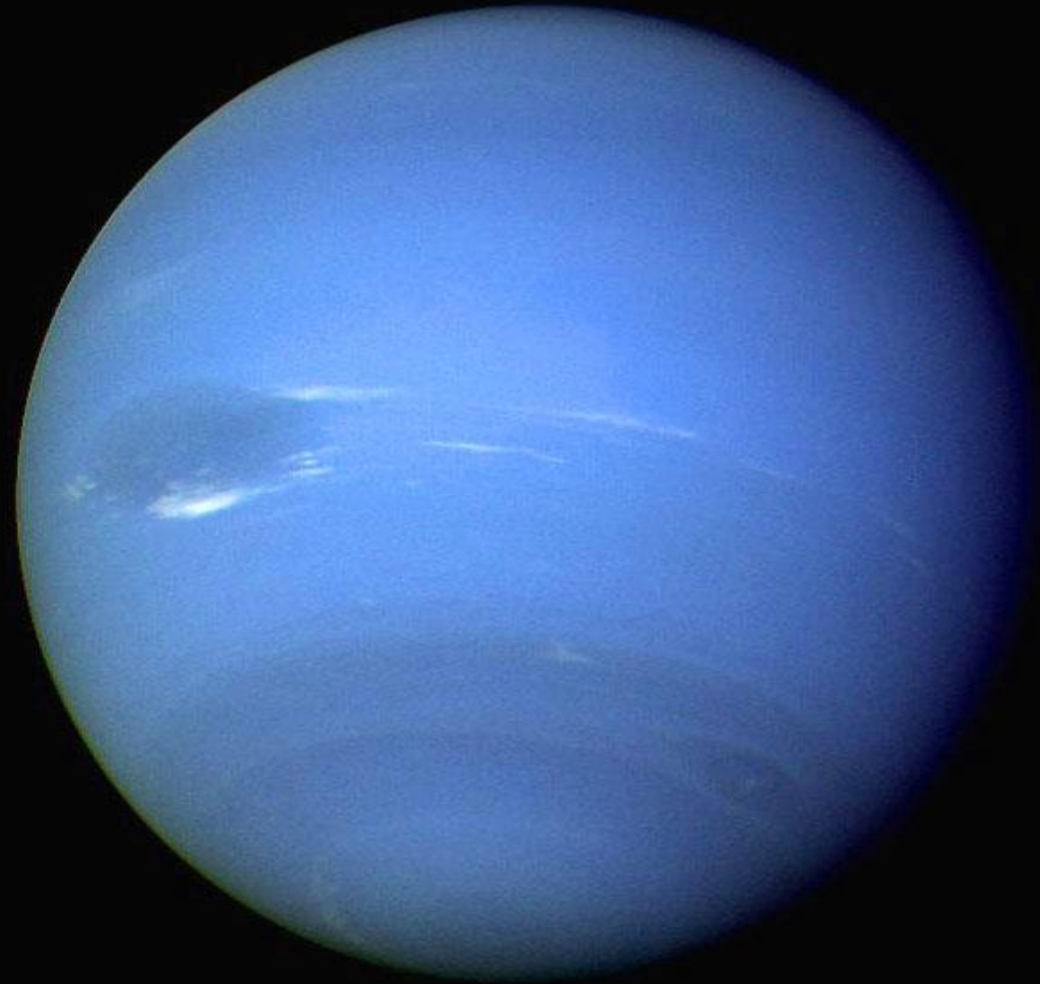
Феба (спутник
Сатурна)
Возможно, бывший
кентавр

«Cassini»



Нептун

Сидерический период	165 лет
Средний радиус	24600 км 4 земных
Масса	$1,02 \cdot 10^{26}$ кг 17 земных
Средняя плотность	1,6 г/см ³ 0,29 земной
Ускорение свободного падения на экваторе	11,15 м/с ² (1,14g)
Среднее расстояние до Солнца	30 а.е.



Облака Нептуна



Спутники Нептуна



Тритон



Протей



Ларисса



Нереида



Галатея



Наяда



Деспина



Таласса



Нептун и Тритон

Миссии АМС для изучения Нептуна

Voyager-2	1977
Neptune Orbiter	2020-е

Коротко – периодические КОМЕТЫ



Короткопериодические кометы

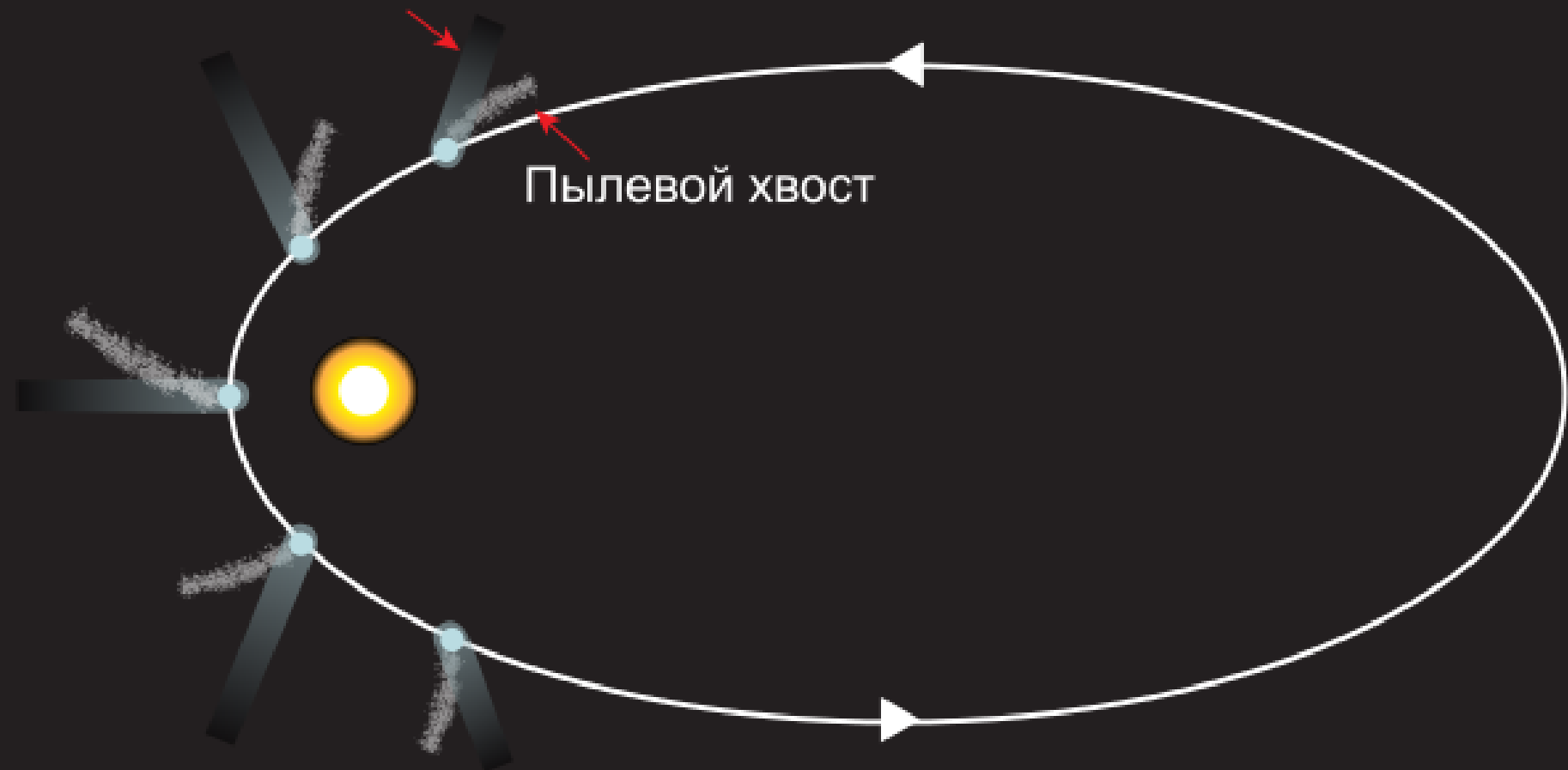
- Небольшие небесные тела, обращающиеся вокруг Солнца по сильно вытянутым орбитам с периодом менее 200 лет
- При приближении к Солнцу образуют кому и иногда хвост из газа и пыли.
- Большинство короткопериодических комет входят в семейства Юпитера, Сатурна, Урана и Нептуна



Комета Галлея (семейство Нептуна)

Газовый хвост

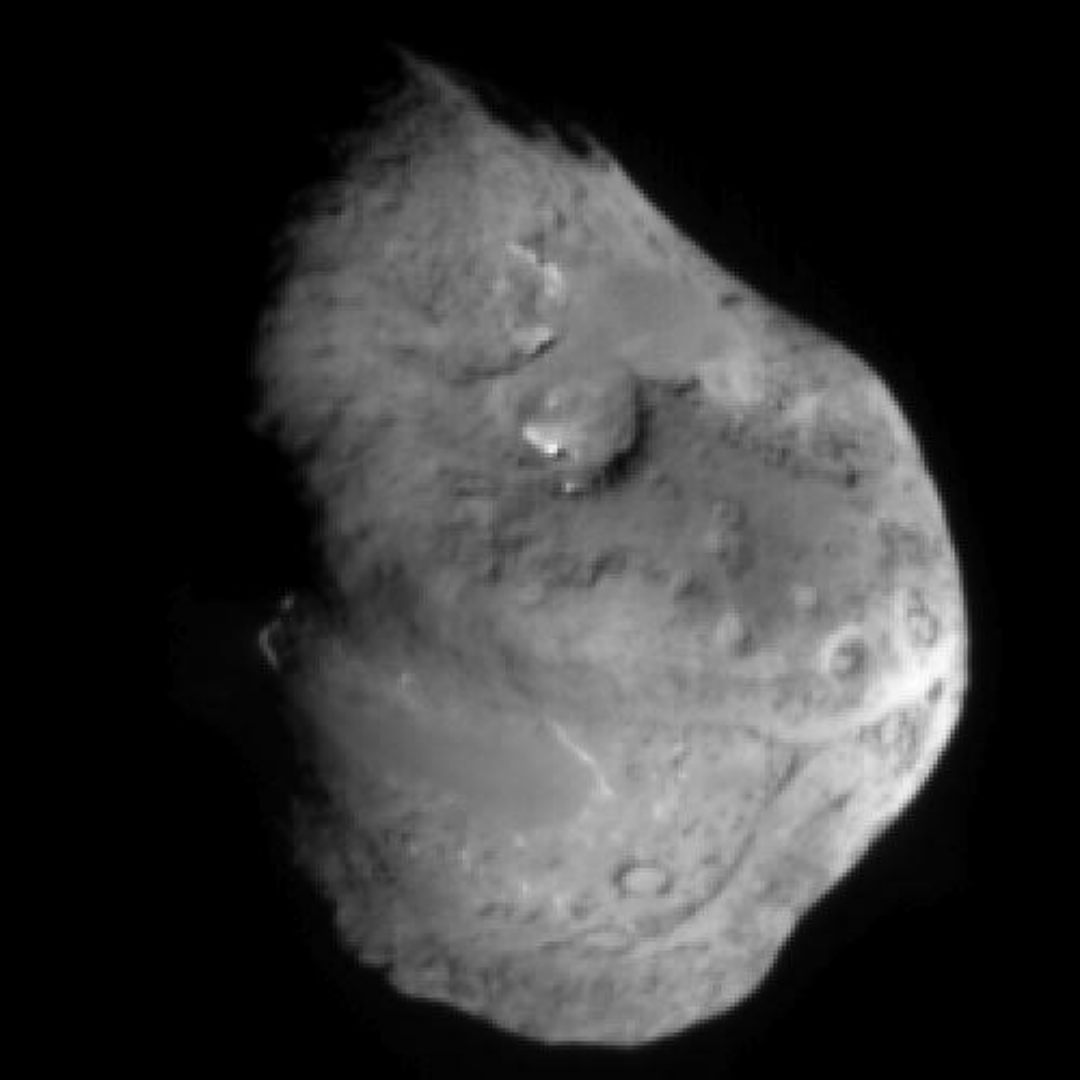
Пылевой хвост



International Cometary Explorer	1978
Вега-1	1984
Вега-2	1984
Сакигакэ	1985
Giotto	1985
Суйсэй	1985
Ulysses	1990
Deep Space 1	1998
Stardust	1999
Rosetta	2004
Deep Impact	2005
Comet Hopper	

Комета Темпеля

«Deep Impact»



Комета Вильда

«Stardust»

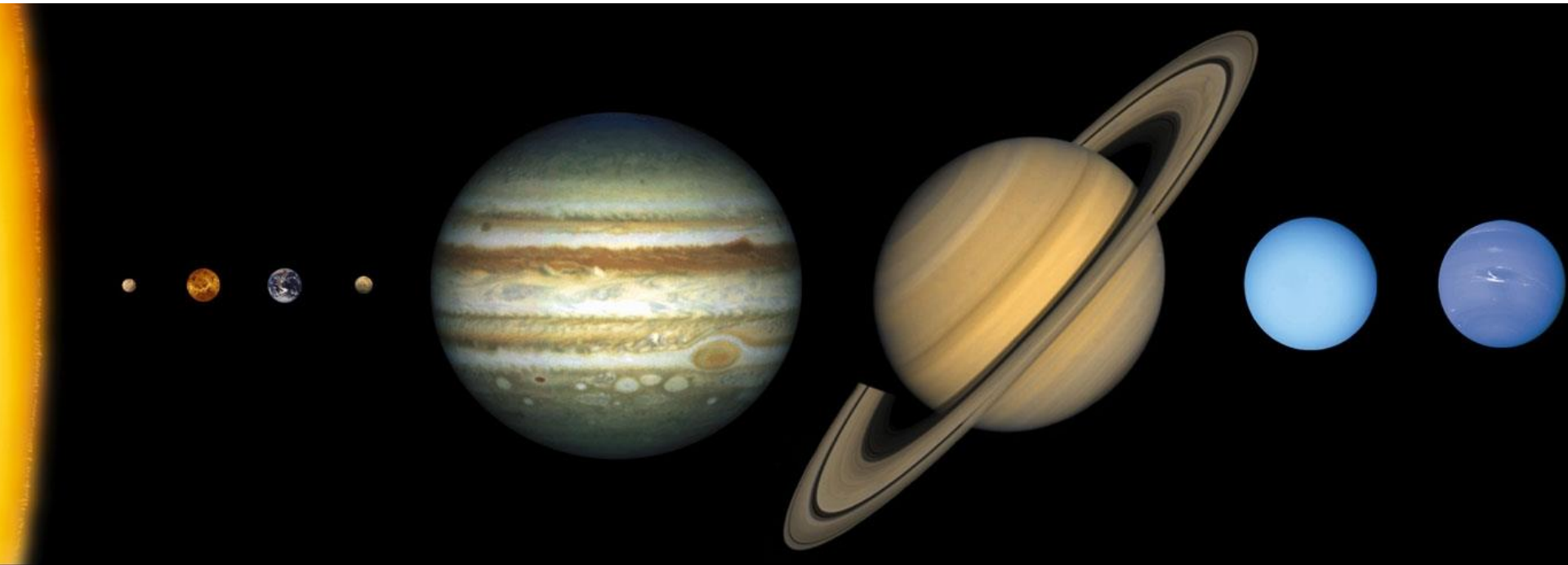


Комета Чурюмова-
Герасименко

«Rosetta»



Планеты



Земля



Луна

Юпитер



Ио



Европа



Ганимед



Каллисто

Сатурн



Мимас



Энцелад



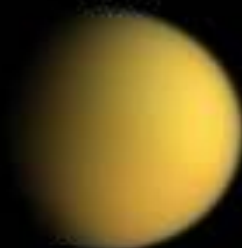
Тетия



Диона



Рея



Титан



Япет

Уран



Ариэль



Умбриэль



Титания



Оберон

Нептун



Тритон

Плутон



Харон



ТРАНСНЕПТУНОВЫЕ ОБЪЕКТЫ

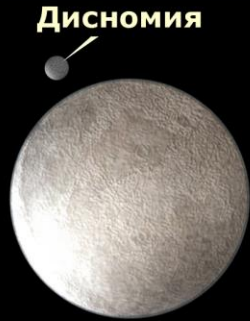
Транснептуновые объекты

Пояс Койпера

Рассеянный диск

Облако Оорта

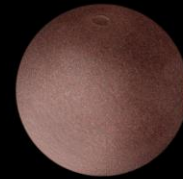
Крупнейшие из известных транснептуновых объектов (ТНО)



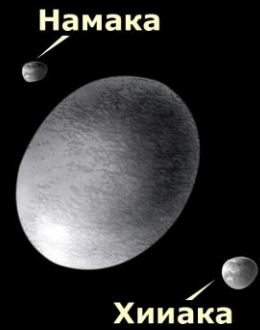
Эрида



Плутон



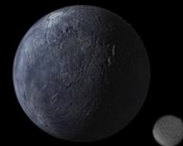
Макемаке



Хаумеа



Седна

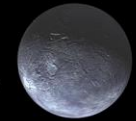


Орк

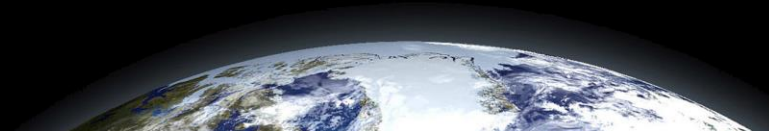


2007 OR₁₀

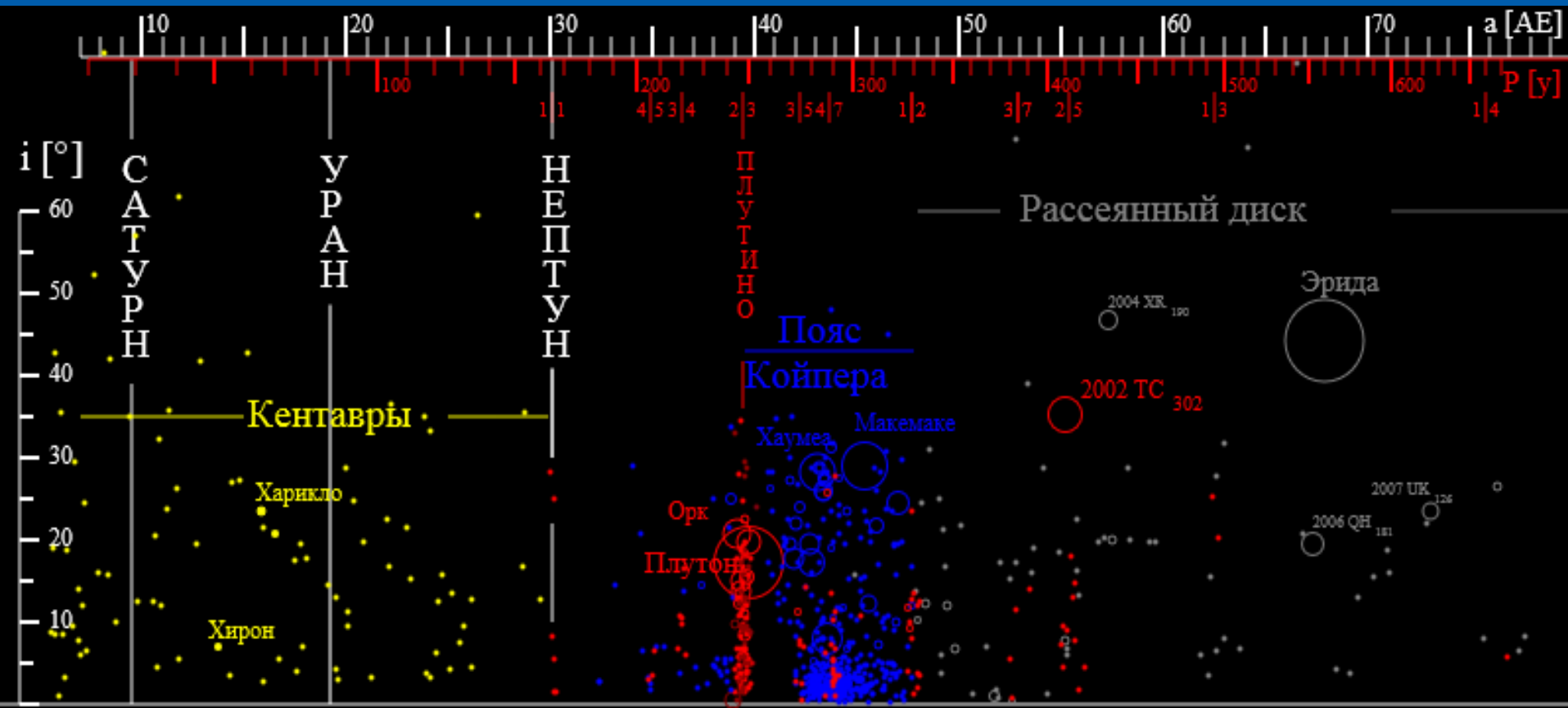
Вейвот



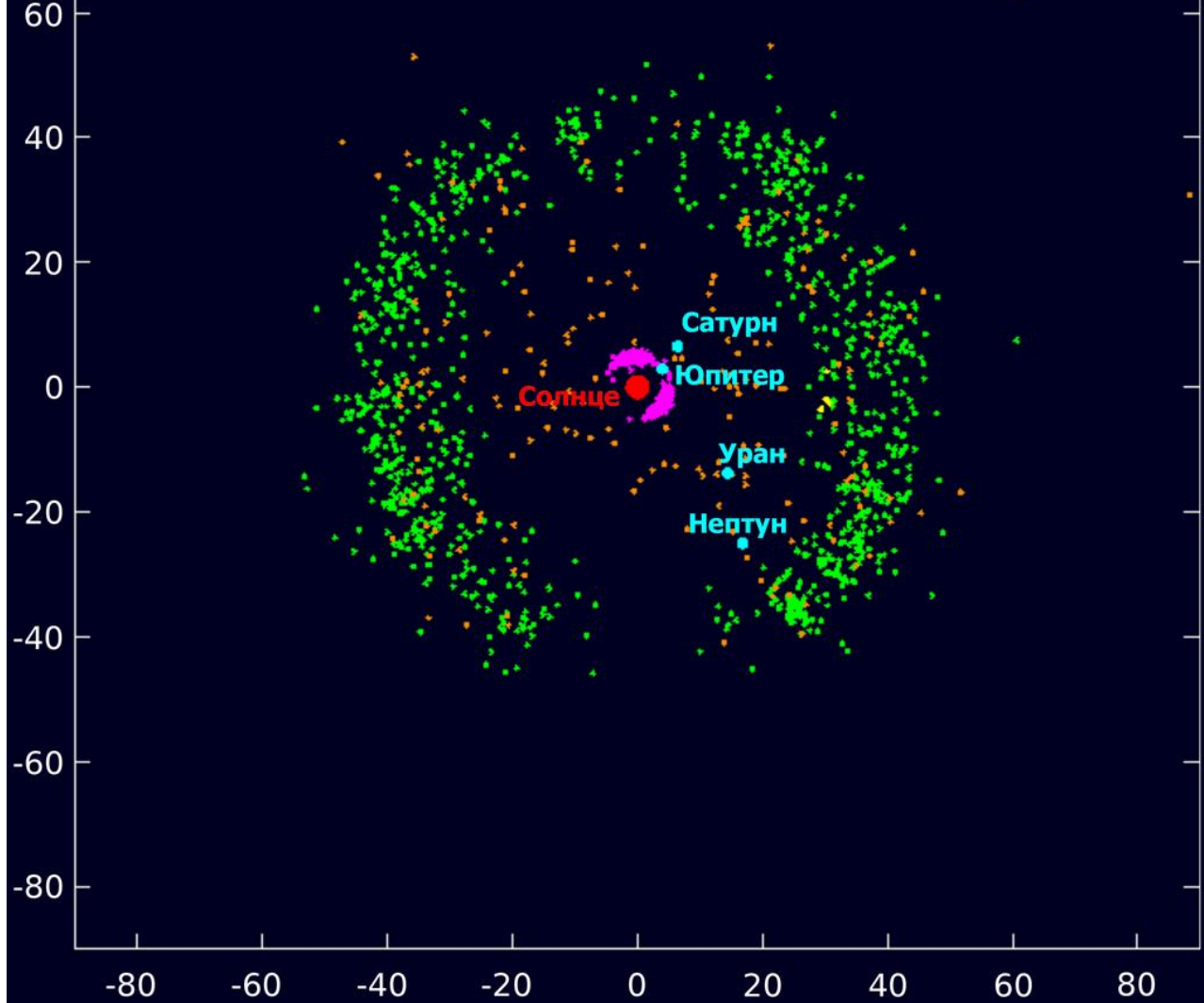
Квавар



Транснептуновые объекты



Пояс Койпера



Пояс Койпера

- Область Солнечной системы на расстоянии от 30 а.е. (орбита Нептуна) до 55 а.е. от Солнца
- Примерно в 20 раз шире и в 200 раз массивнее Главного пояса астероидов
- Состоит в основном из малых тел Солнечной системы, но содержит как минимум 4 карликовые планеты
- Объекты пояса Койпера состоят преимущественно из льдов
- Динамически стабилен – не является источником комет

Карликовая планета

Плутон –
крупнейший ТНО

«Новые горизонты»



R.I.P. 2006

Земля, Луна, Плутон и его крупнейший спутник Харон



Плутон и Харон – самые дальние объекты Солнечной системы,
сфотографированные АМС.

Сидерический период – 248 лет



Миссии АМС для изучения Плутона

New Horizons

2006

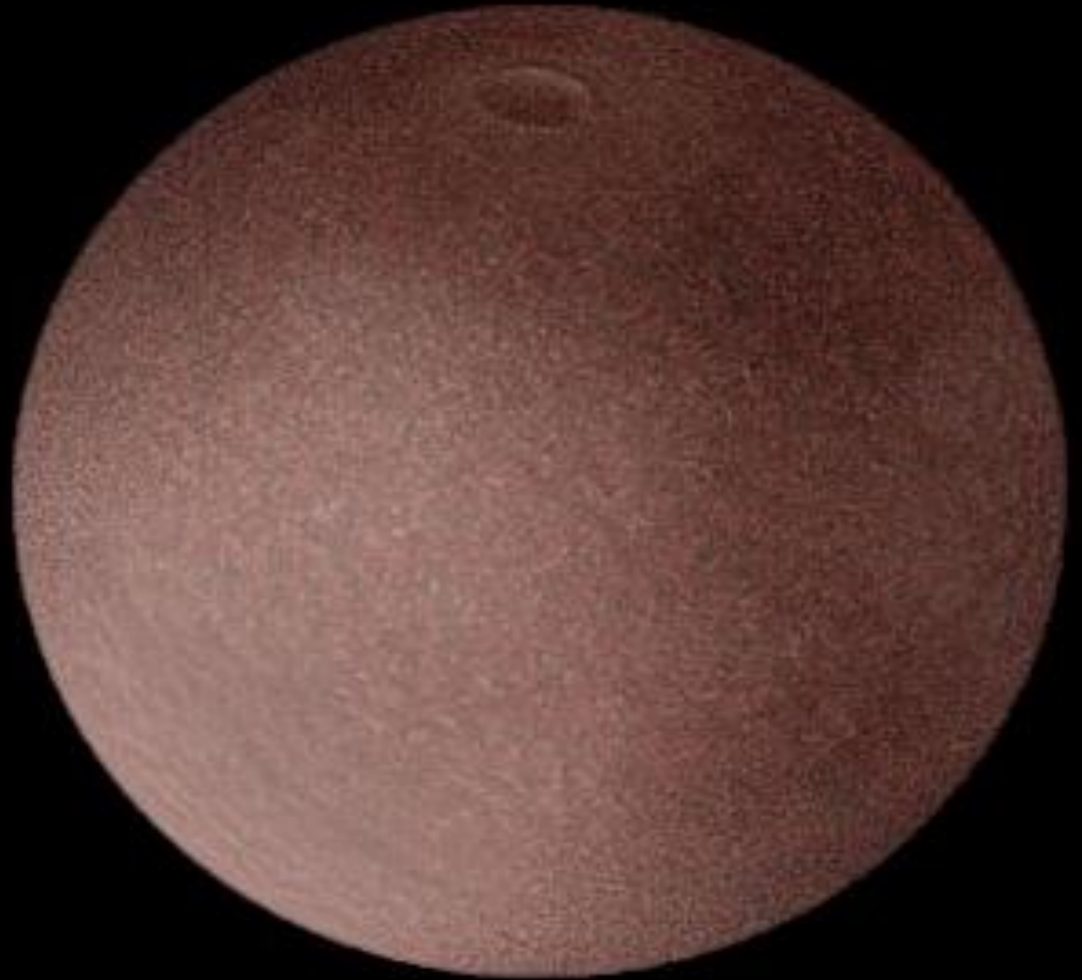
Карликовая планета Хаумеа со спутниками глазами художника –
самый быстровращающийся объект Солнечной системы.

Сидерический период 285 лет



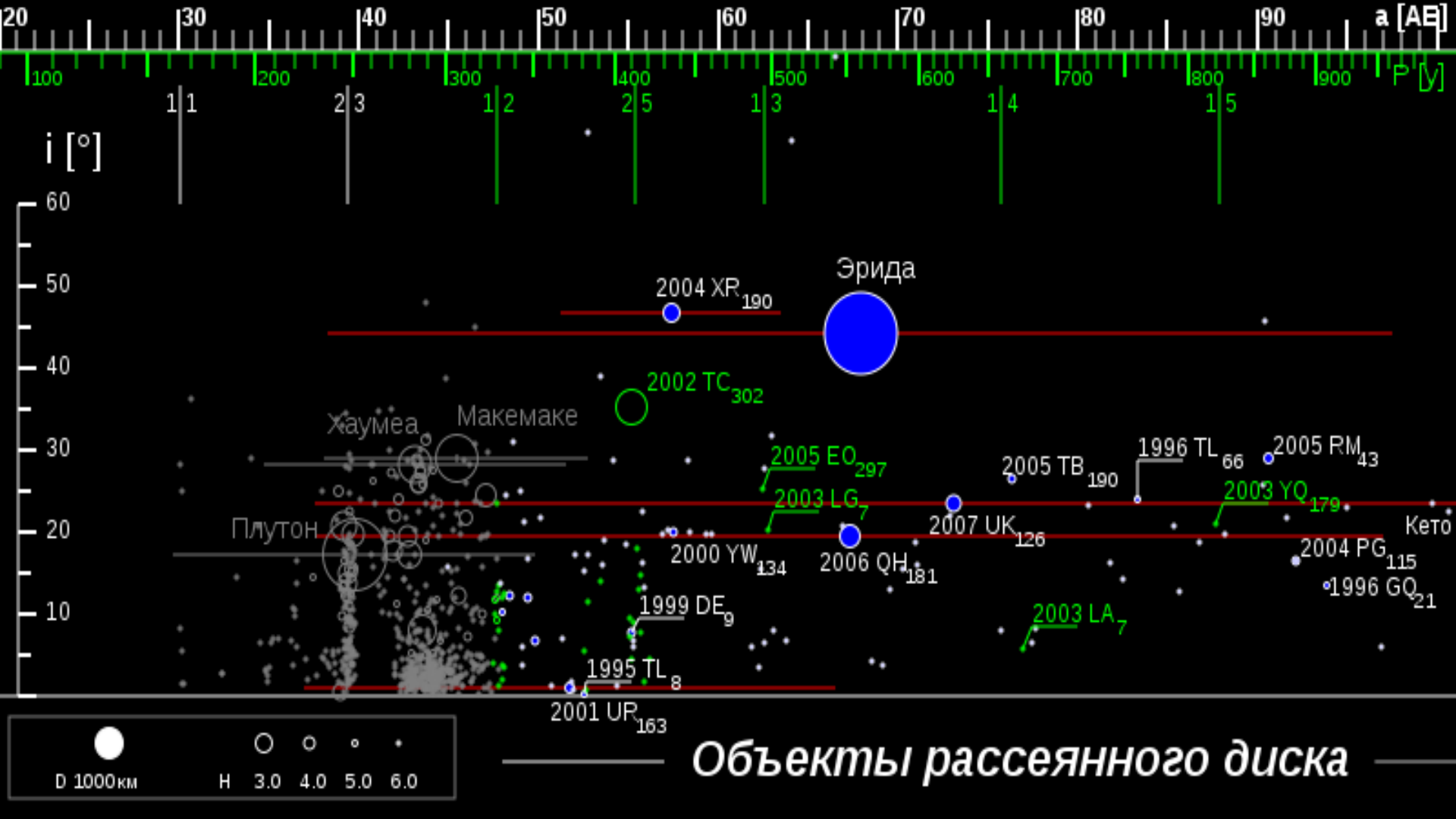
Карликовая планета
Макемаке глазами
художника.

Сидерический период 306
лет

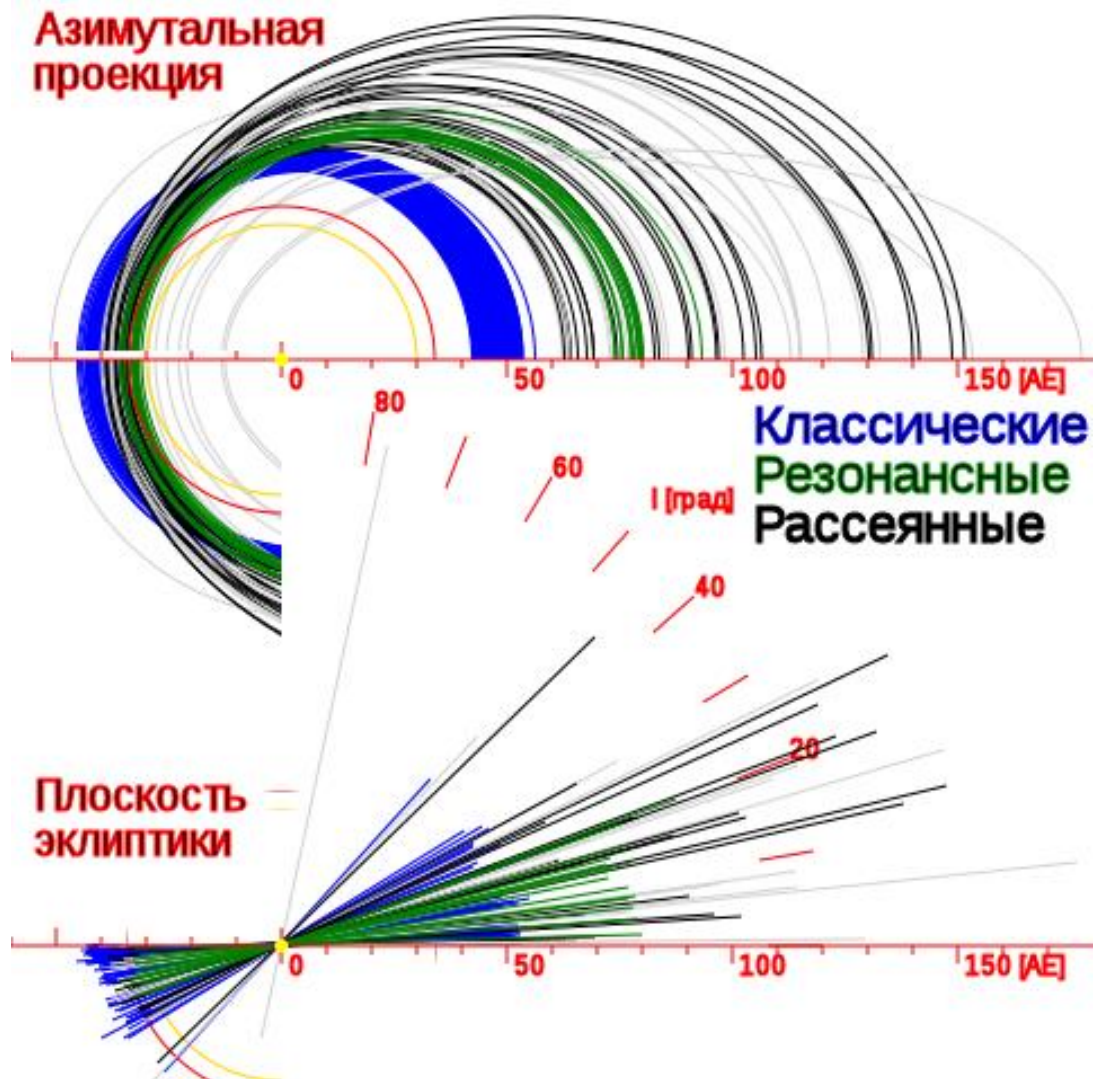


Крупнейшие объекты пояса Койпера

Название	Диаметр, км
Плутон	2390
Хаумеа	1500
Макемаке	1500
Харон	1200
Квавар	1100
2002 MS ₄	930
Орк	940
Салация	920
2015 КН ₁₆₂	800
Варуна	720
Иксион	650



Азимутальная
проекция



Карликовая планета Эрида глазами художника. Открытие Эриды
привело к «понижению» статуса Плутона.
Сидерический период 561 год



Другие объекты Рассеянного диска

2007 OR₁₀

Диаметр 1500 км, кандидат в карликовые планеты

2013 FY₂₇

Диаметр 735 км, кандидат в карликовые планеты

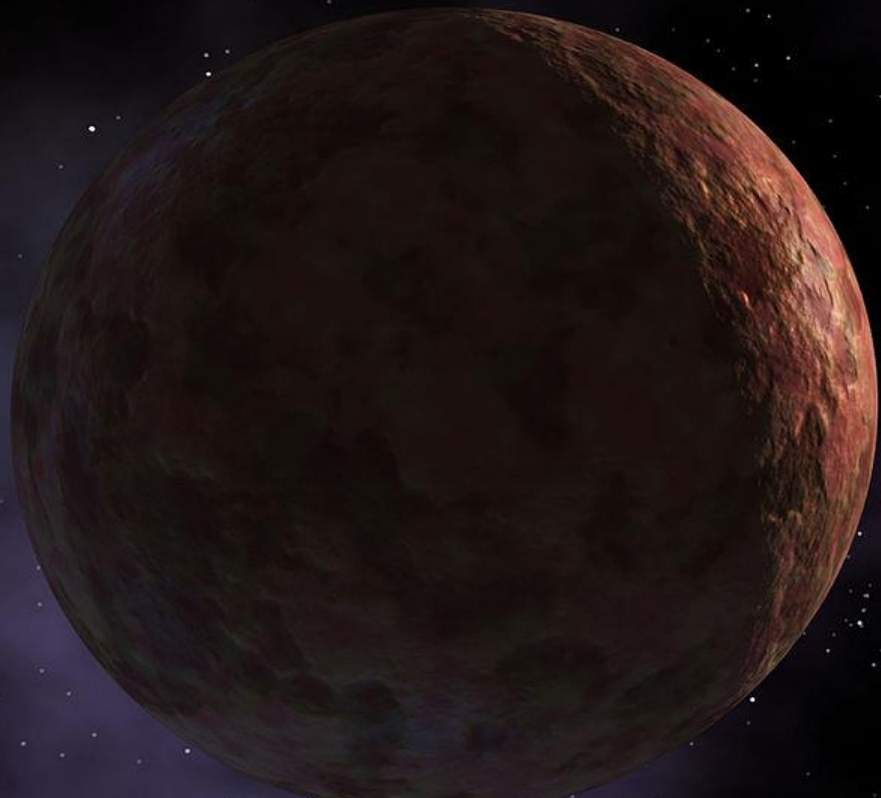
2004 XR₁₉₀

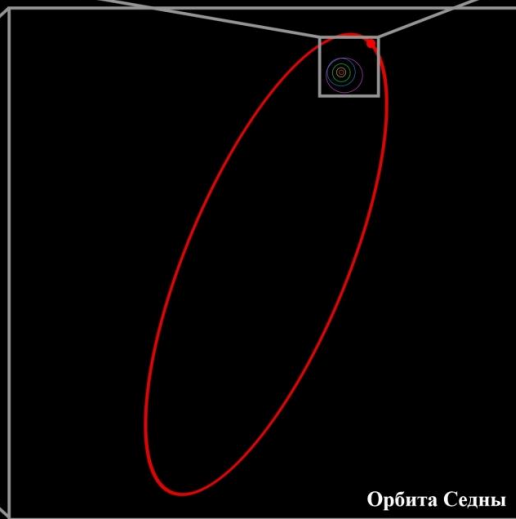
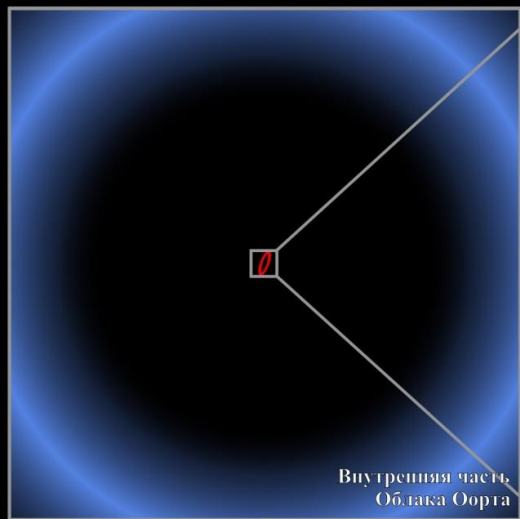
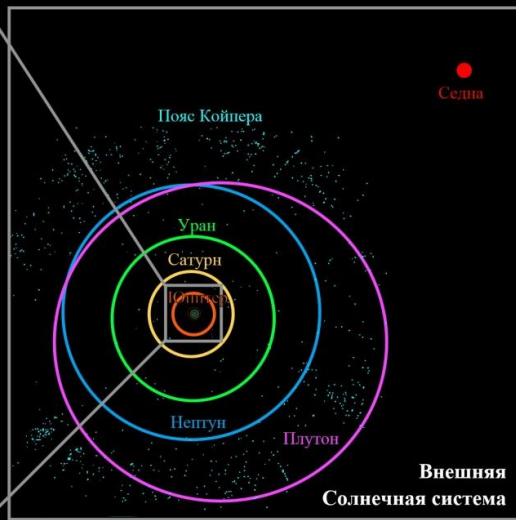
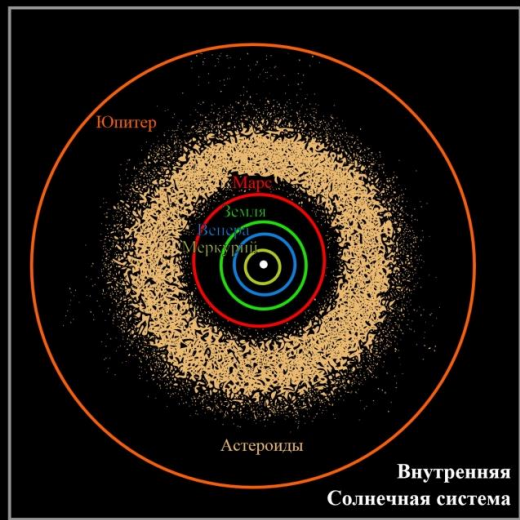
Кандидат в карликовые планеты

2002 XU₉₃

Имеет наклон к эклиптике 78°
(наибольший из известных в Рассеянном диске)

Седна глазами художника.
Сидерический период примерно 12000 лет





Седноиды

- Седноиды – транснептуновые объекты с перигелийным расстоянием, превышающим 50 а.е., и большой полуосью, превышающей 150 а.е.

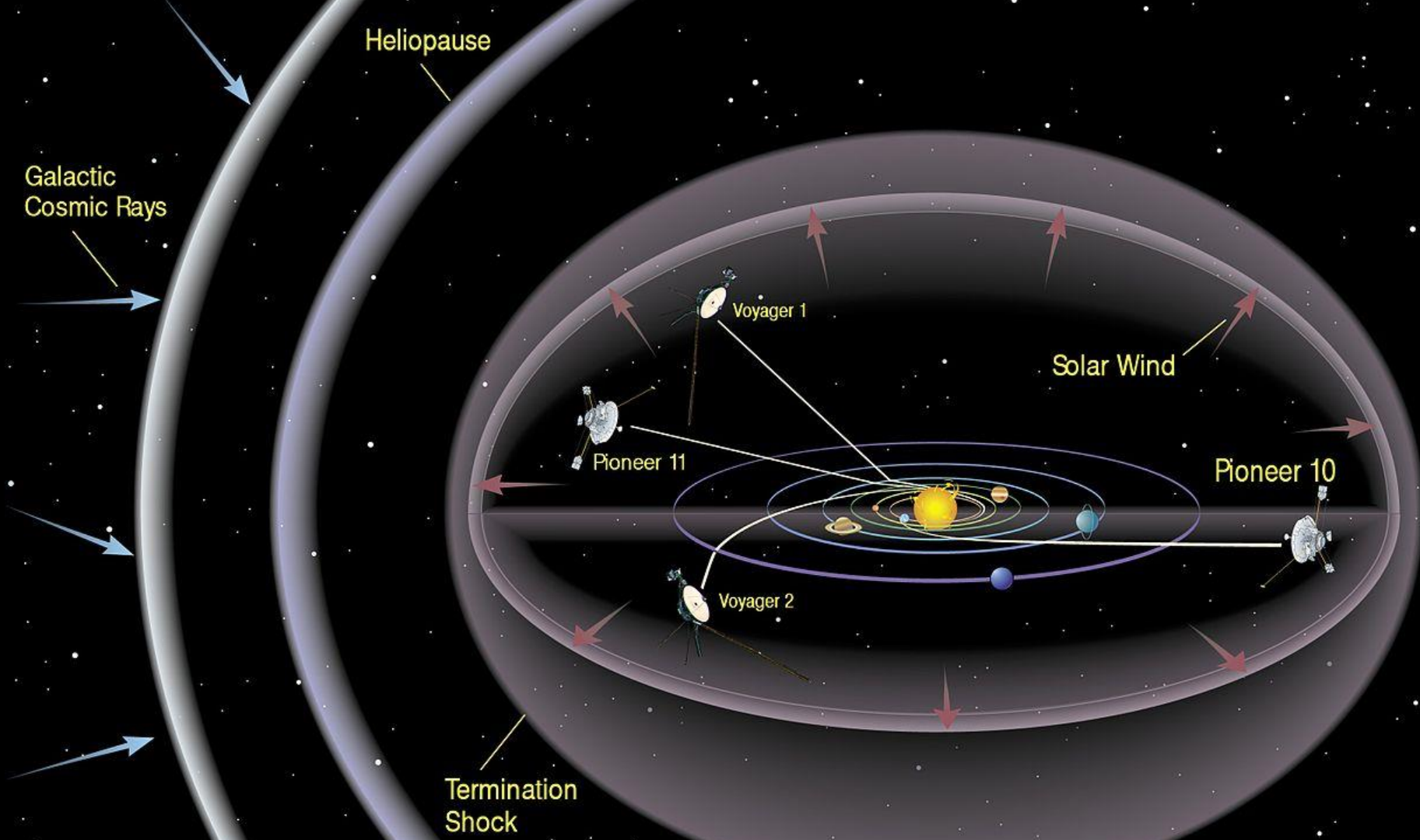
Название	Диаметр, км	Перигелий, а.е.	Афелий, а.е.	Период, лет
2012 VP ₁₁₃	600	80	441	4274
(90377) Седна	1000	76	936	12000
2015 TG ₃₈₇ Гоблин	300	65	2123	34000
V774104	до 1100	Кандидат в седноиды		

Астероиды с наибольшим афелием

Название	Диаметр, км	Перигелий, а.е.	Афелий, а.е.	Период, лет
2014 FE ₇₂	250	39	3850	85600
2017 MB ₇	ок. 10	4,6	6081	168000

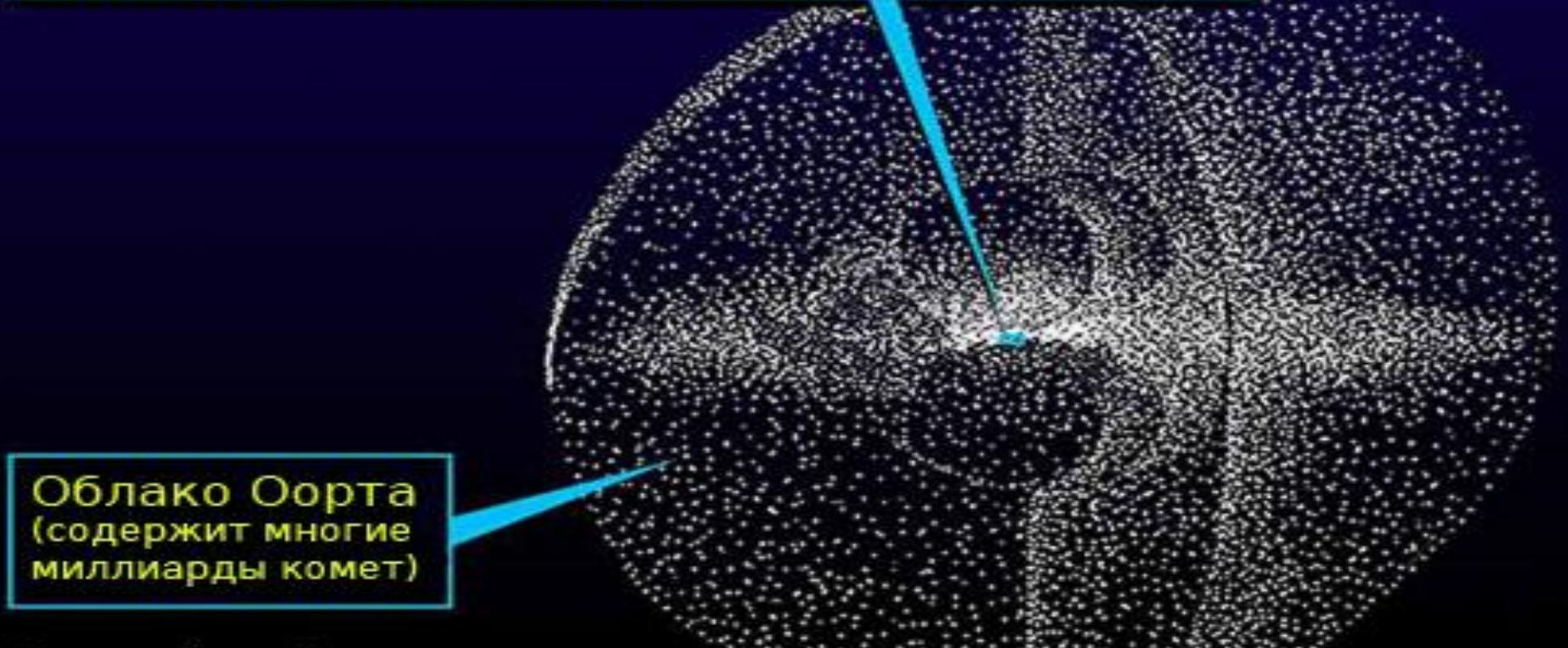
Миссии по исследованию дальнего космоса

Pioneer-10	1972 Первый аппарат, достигший третьей космической скорости. Связь потеряна в 2003 на расстоянии 107 а.е.
Pioneer-11	1973 Связь потеряна в 1995
Voyager-1	1977 Самый быстрый космический аппарат в истории $V=17$ км/с. Самый дальний из наблюдаемых космических аппаратов. Пересёк гелиосферную ударную волну в 2004. В 2013 покинул пределы гелиосферы и вышел в межзвёздное пространство. В 2018 находится на расстоянии 142а.е. от Солнца.
Voyager-2	1977 Пересёк гелиосферную ударную волну в 2007. В 2018 г удалился на 118 а.е. от Солнца. Скорость относительно Солнца 15,4 км/с. В 2019-2020 г ожидается выход за пределы гелиосферы.



Облако Оорта

- Гипотетическая сферическая область Солнечной системы, примерно в 1000 раз больше пояса Койпера и Рассеянного диска.
- Источник долгопериодических комет
- Внешняя граница облака Оорта определяет гравитационную границу Солнечной системы – сферу Хилла (радиус ок. 1 св. года)



Комета Делавана
(«Комета Войны»)

Самая долгопериодическая из
сфотографированных комет
Период обращения: 24 млн лет.

Фотография 1914 г.



Комета Лулинь

Период
обращения: 19,5
млн лет.

Фотографии 2009 г



Объекты Солнечной системы

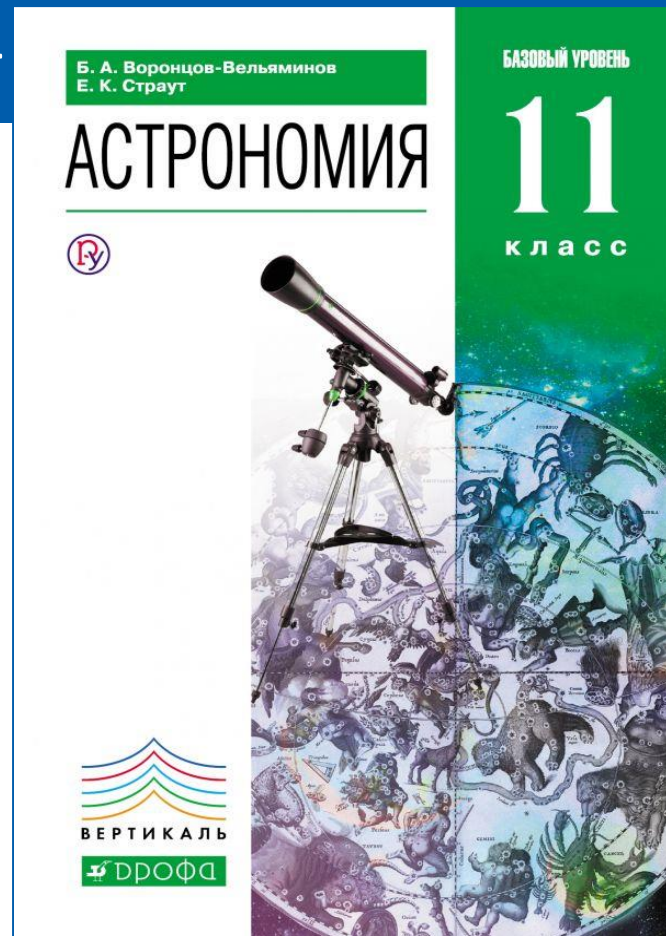


<http://galspace.spb.ru/index410.file/6big.jpg>

«Астрономия»

Б.А. Воронцов-Вельяминов, Е.К. Страут

- Единственный учебник по астрономии, который неизменно входит в федеральный перечень
- Полностью соответствует новым требованиям ФГОС и ФК ГОС
- Учебник классический по структуре, современный по содержанию
- Разрешён для преподавания астрономии как в 10, так и в 11 классе



Состав УМК

Астрономия: Базовый уровень

- ✓ Учебник
- ✓ Рабочая программа
- ✓ Методическое пособие
- ✓ Электронная форма учебника
- ✓ Электронный сервис «Классная работа»
- ✓ Проверочные и контрольные работы
- ✓ Атлас





корпорация

российский
учебник

Методическая служба по физике :

Опаловский Владимир Александрович

Пешкова Анна Вячеславовна

Opalovskiy.VA@rosuchebnik.ru

Peshkova.AV@rosuchebnik.ru



корпорация
**российский
учебник**

123308, Москва, ул. Зорге, д. 1
(495) 795-0535, 795-0545, info@rosuchebnik.ru
rosuchebnik.ru | росучебник.рф

Нужна методическая поддержка?

Методический центр 8-800-2000-550 (звонок бесплатный), metod@rosuchebnik.ru

Хотите купить?



Официальный интернет-магазин
учебной литературы
book24.ru

Отдел продаж
sales@rosuchebnik.ru



Магазин
электронных учебников
lecta.ru

Хотите продолжить общение?

 youtube.com/user/drofapublishing  vk.com/ros.uchebnik
 www.fb.com/rosuchebnik  www.ok.ru/rosuchebnik

Остались вопросы?

Служба поддержки 8-800-700-64-83 (звонок бесплатный), help@rosuchebnik.ru