



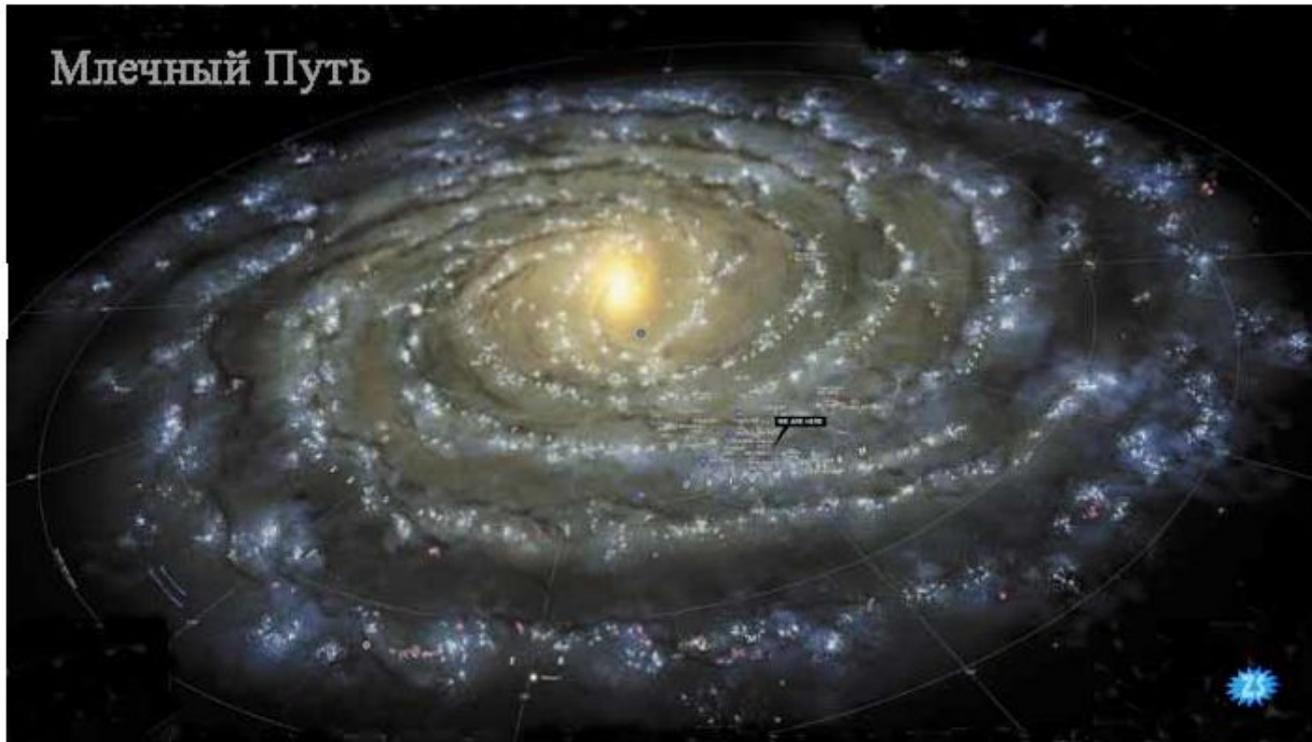
# ВВЕДЕНИЕ

- **Науки о Земле**
  - География, геология, геофизика, геохимия, геометрия, геодезия
- **Объект – Земля**
- **Предмет геологии - Земная кора и верхняя часть мантии**
- **Связи с другими науками о Земле и не только**
  - География, геодезия, биология
- **Науки геологического цикла**
- **Методология - Геология – наука историческая**
  - Принцип актуализма, сравнительно-исторический метод
- **Методы**
  - Прямые и косвенные, экспериментальные,

- **Науки геологического цикла**
- Минералогия, петрография, литология, геохимия, стратиграфия, палеонтология, структурная геология, палеогеография, палеотектоника, металлогения и минерагения, рудная геология, угольная геология, геология нефти и газа, гидрогеология, инженерная геология, морская геология, космическая геология. *Изотопная геология, седиментология, физика минералов, биоминералогия, вулканология, геодинамика.* Прикладная геология, теоретическая геология, региональная геология, историческая геология, динамическая геология, геологическое картирование, промысловая геология, экспериментальная геология, полевая геология, шахтная геология
- ***Общая геология***

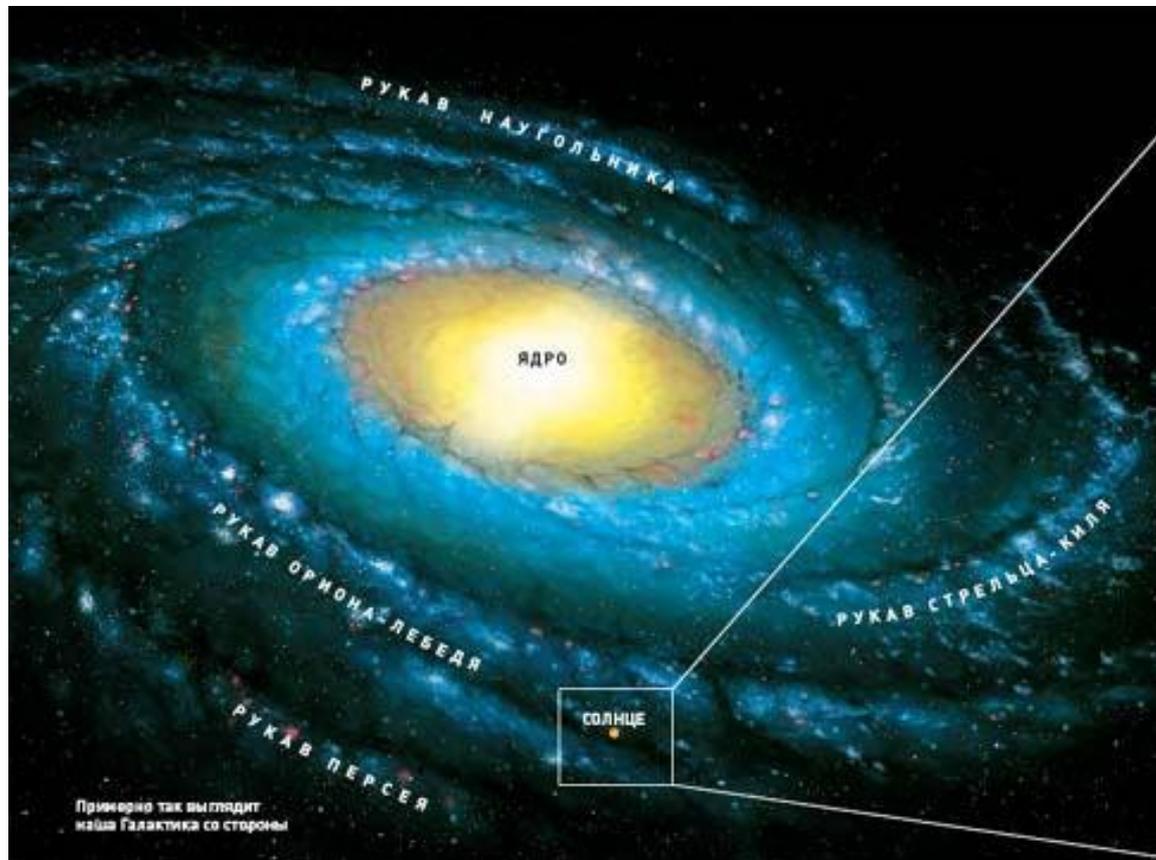
# **Солнечная система**





Сгенерированная на компьютере новая трёхмерная модель Млечного пути с реальным расположением сотен тысяч туманностей и звёзд.  
© National Geographic Society, Washington D.C. 2005.

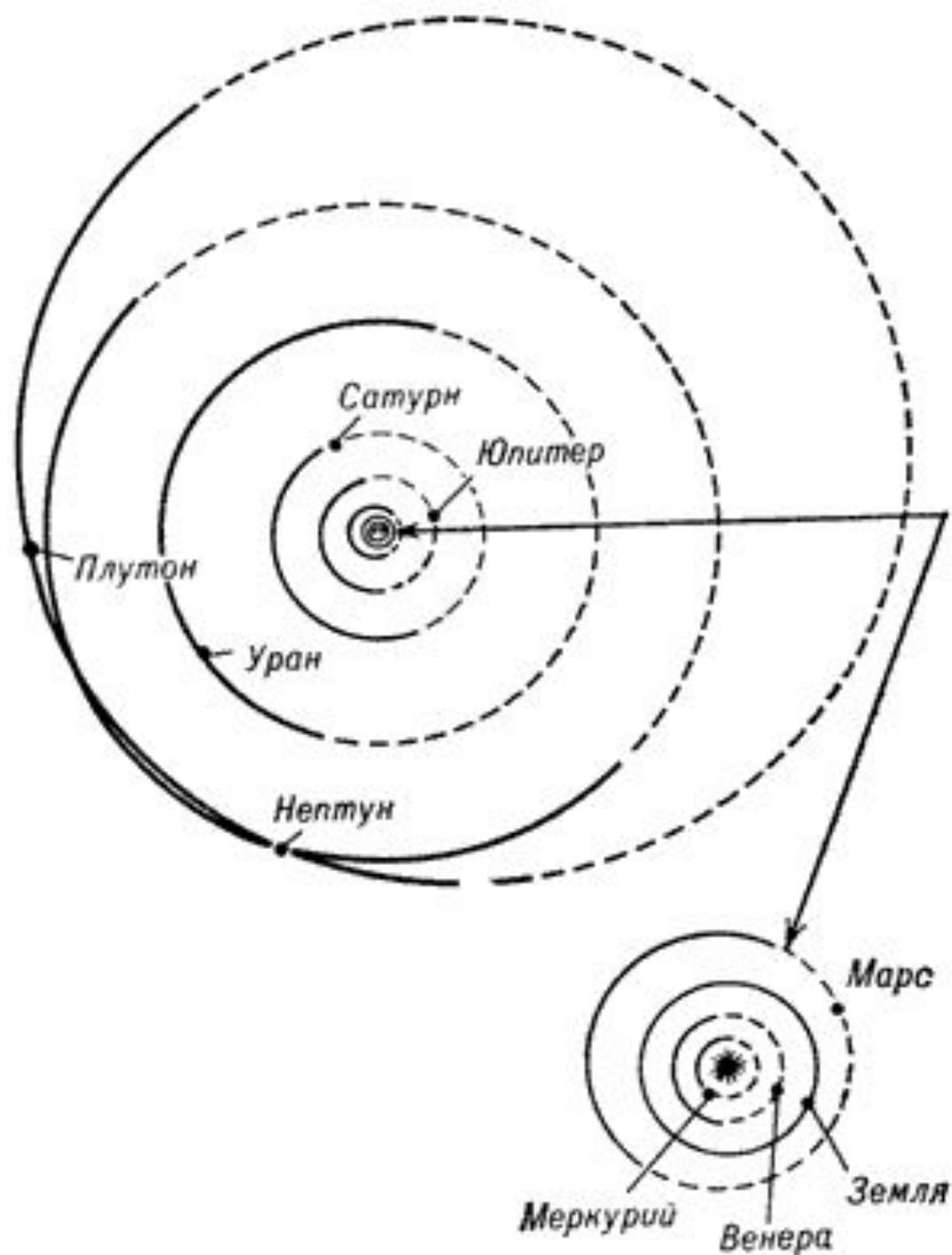
**Галактика состоит из звёзд, космической пыли, различных типов газов и пустого пространства.**  
В самом центре, вероятно, есть большая чёрная дыра.  
Примерно двести миллиардов звёзд,  
Диаметр – 100 000 световых лет

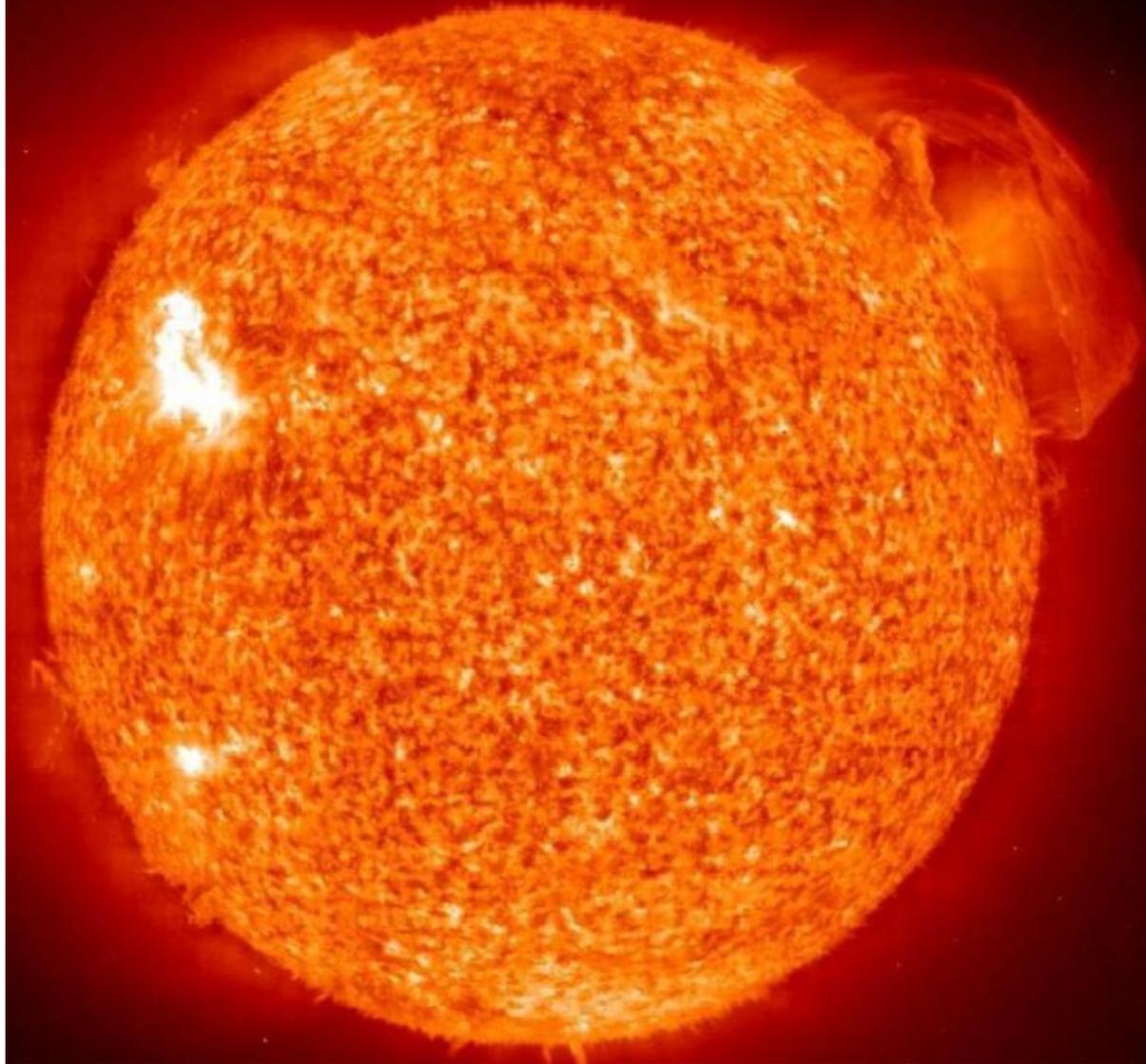




Солнце, планеты,  
астероиды, кометы,  
метеорные тела,  
потоки элементарных  
частиц (солнечный  
ветер)

Схематическое  
изображение Солнечной  
системы. Планетные  
орбиты даны в масштабе.  
Пунктиром показана часть  
орбиты каждой планеты,  
которая лежит ниже  
плоскости орбиты Земли  
(если смотреть с  
северного полюса мира).

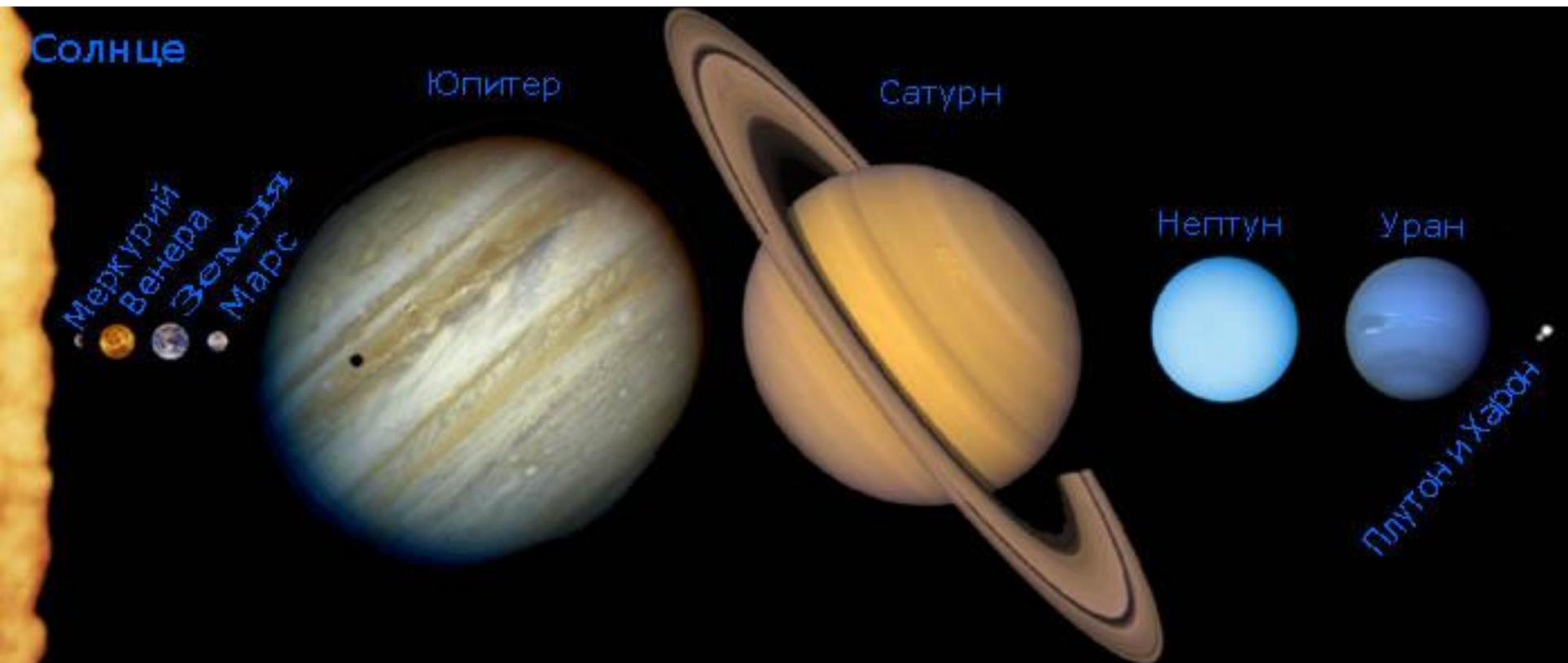




## **Солнце – *желтый карлик***

99, 87% массы Солнечной системы

Плотность, химический состав, вращение,



планеты земного типа (Меркурий, Венера, Земля, Марс) и планеты-гиганты (Юпитер, Сатурн, Уран, Нептун). Карликовые планеты (Церера, Плутон, Эрида, Макемаке)



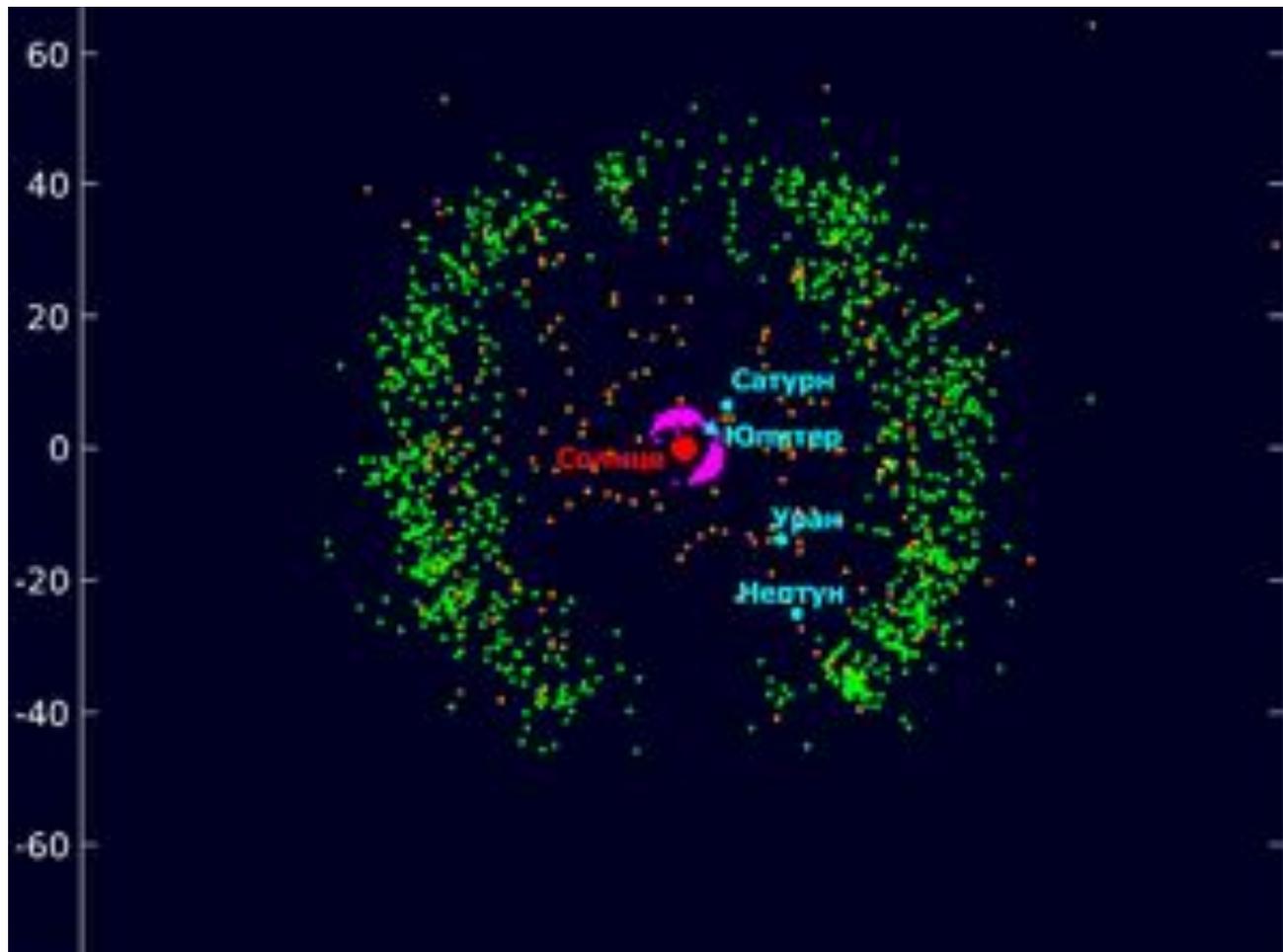


Прохождение Венеры

## Крупнейшие из известных транснептуновых объектов (ТНО)



Внизу Земля



Пояс Койпера. В этой области расположено большое количество [малых тел Солнечной Системы](#) Пояс Койпера. В этой области расположено большое количество малых тел Солнечной Системы (реликтов времён образования Солнечной системы), а также как минимум четыре [карликовых планеты](#) Пояс Койпера. В этой области расположено большое количество малых тел Солнечной Системы (реликтов времён образования Солнечной системы), а также как минимум четыре

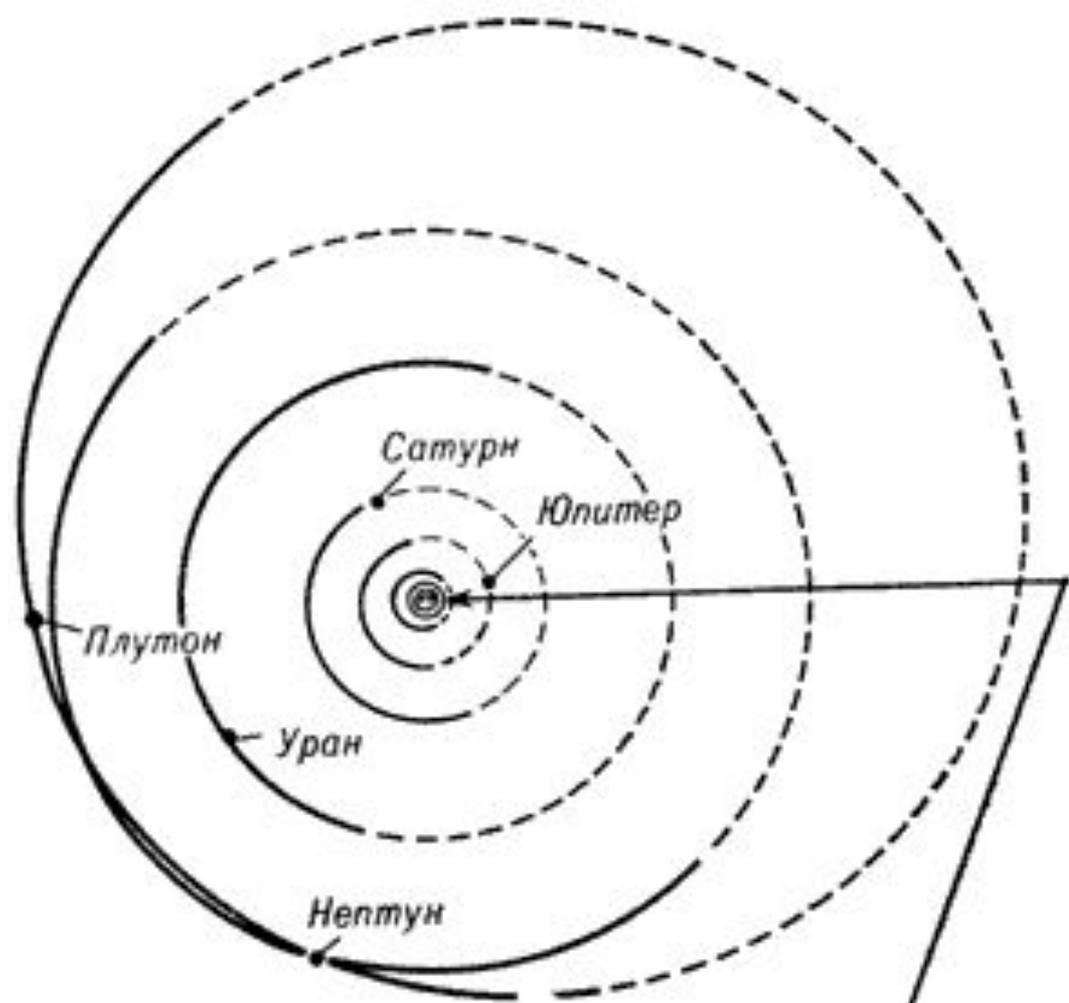


Табл. 1. -Основные характеристики планет

Параметр	Меркурий	Венера	Земля	Марс	Юпитер	Сатурн	Уран	Нептун	Плутон
Среднее расстояние от Солнца, а.е.	0,387	0,723	1,000	1,524	5,20	9,54	19,18	30,07	39,44
Сидерический период обращения	88,0 сут.	224,7 сут.	365,3 сут.	687,0 сут.	11,86 лет	29,46 лет	84,01 лет	164,8 лет	247,7 лет
Синодический период обращения, сут.	115,9	583,9		779,9	398,9	378,1	369,7	367,5	366,7
Эксцентриситет орбиты	0,2066	0,0067	0,0167	0,0934	0,0484	0,0557	0,0471	0,0087	0,247
Наклонение орбиты к эклиптике	7°01'	3°24'		1°51'	1°17'	2°29'	0°46'	1°46'	17°08'
Экваториальный радиус, км	2439	6051	6378	3393	71400	60400	24300	25050	1500(?)
Сжатие	0,000	0,000	0,0034	0,0052	0,062	0,103	0,006	0,02	(?)
Масса, т.	$3,28 \cdot 10^{26}$	$4,88 \cdot 10^{27}$	$5,98 \cdot 10^{27}$	$6,40 \cdot 10^{26}$	$1,90 \cdot 10^{30}$	$5,68 \cdot 10^{29}$	$8,70 \cdot 10^{28}$	$1,03 \cdot 10^{29}$	$1,0 \cdot 10^{25}$
Масса (в единицах земной массы)	0,005	0,816	1,000	0,107	318	95,1	14,6	17,2	0,0017
Средняя плотность, г/см <sup>3</sup>	5,4	5,2	5,5	3,9	1,3	0,7	1,6	1,7	0,7(?)
Ускорение силы тяжести на экваторе, см/с <sup>2</sup>	370	887	981	371	2500	1100	950	1150	7,5
Параболическая скорость, км/с	4,3	10,4	11,2	5,0	6,1	36	22	24	0,7
Период вращения	58,8 сут.	243 сут.	23 <sup>h</sup> 56 <sup>m</sup> 4,1 <sup>s</sup>	24 <sup>h</sup> 37 <sup>m</sup> 22,6 <sup>s</sup>	9 <sup>h</sup> 50,5 <sup>m</sup>	10 <sup>h</sup> 14 <sup>m</sup>	10 <sup>h</sup> 49 <sup>m</sup>	15 <sup>h</sup> 40 <sup>m</sup>	6 <sup>h</sup> 16 <sup>m</sup>
Наклон экватора к плоскости орбиты	7°	3°24'	23°27'	25°12'	3°07'	26°45'	82°	29°	(?)
Визуальная звездная величина *	-0,2	-4,1		-1,9	-2,4	+0,8	+5,8	+7,6	+14,7
Сферическое альbedo **	0,006	0,75	0,36	0,24	0,50	0,76	0,62	0,50	0,09
Солнечная постоянная, Вт/м <sup>2</sup>	13600	2600	1360	586	50,3	15,0	3,70	1,50	0,87
Средняя эффективная температура, К	440	231	249	210	134	97	54(?)	56(?)	43(?)
Температура поверхности, К <sup>***</sup>	750(100)	735	288	300(147)					
Атмосферное давление у поверхности, атм.	<10 <sup>-10</sup>	90	1,0	0,006					
Число известных спутников (естественных)	0	0	1	2	15	16	5	2	1

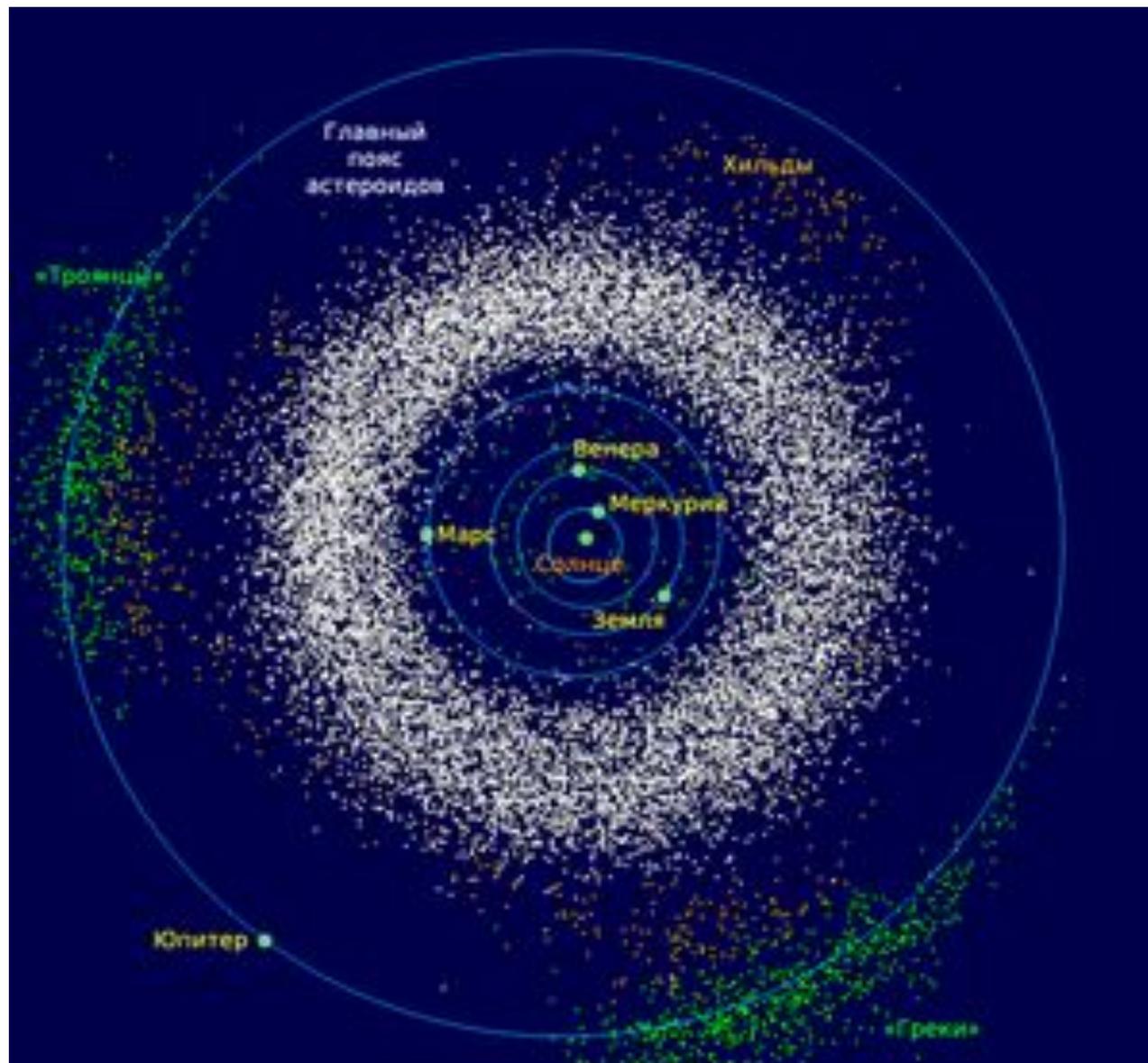
\* Меркурий и Венера в квадратуре, остальные в противостоянии.

\*\* Для Венеры, Земли, Марса и Юпитера - интегральное, для других планет - визуальное.

\*\*\* Для Меркурия и Марса первая цифра - максимальная температура (полдень, экватор), вторая - минимальная, для Земли и Венеры дано среднее значение температуры.

<u>Планета</u>	Диаметр, относительно	Масса, относительно	Орбитальный радиус, <u>а. е.</u>	<u>Период обращения,</u> земных лет	<u>Сутки,</u> относительно	Плотность, кг/м <sup>3</sup>	<u>Спутники</u>
<u>Меркурий</u>	0,382	0,06	0,38	0,241	58,6	5427	нет
<u>Венера</u>	0,949	0,82	0,72	0,615	243 <sup>[104]</sup>	5243	<u>нет</u>
<u>Земля</u> <sup>[105]</sup>	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	5515	<u>1</u>
<u>Марс</u>	0,53	0,11	1,52	1,88	1,03	3933	<u>2</u>
<u>Юпитер</u>	11,2	318	5,20	11,86	0,414	1326	<u>63</u>
<u>Сатурн</u>	9,41	95	9,54	29,46	0,426	687	<u>62</u>
<u>Уран</u>	3,98	14,6	19,22	84,01	0,718 <sup>[104]</sup>	1270	<u>27</u>
<u>Нептун</u>	3,81	17,2	30,06	164,79	0,671	1638	<u>13</u>

- **Астероиды** – диаметр от 1 до 500 км.
- Паллада и Веста около 500 км.
- Количество (400 000, предполагается 1,5 млн), общая масса (меньше 1/1000 Земли), вращение (скорость, ориентировка)
- **Кентавры** — группа [астероидов](#) — группа астероидов, находящихся между орбитами [Юпитера](#) — группа астероидов, находящихся между орбитами Юпитера и [Нептуна](#) — группа астероидов, находящихся между орбитами Юпитера и Нептуна, переходная по свойствам между астероидами главного пояса и объектами [пояса Койпера](#) — группа астероидов, находящихся между орбитами



Пояс астероидов (белый цвет) и  
тройанские астероиды (зелёный цвет)



**Астероид**

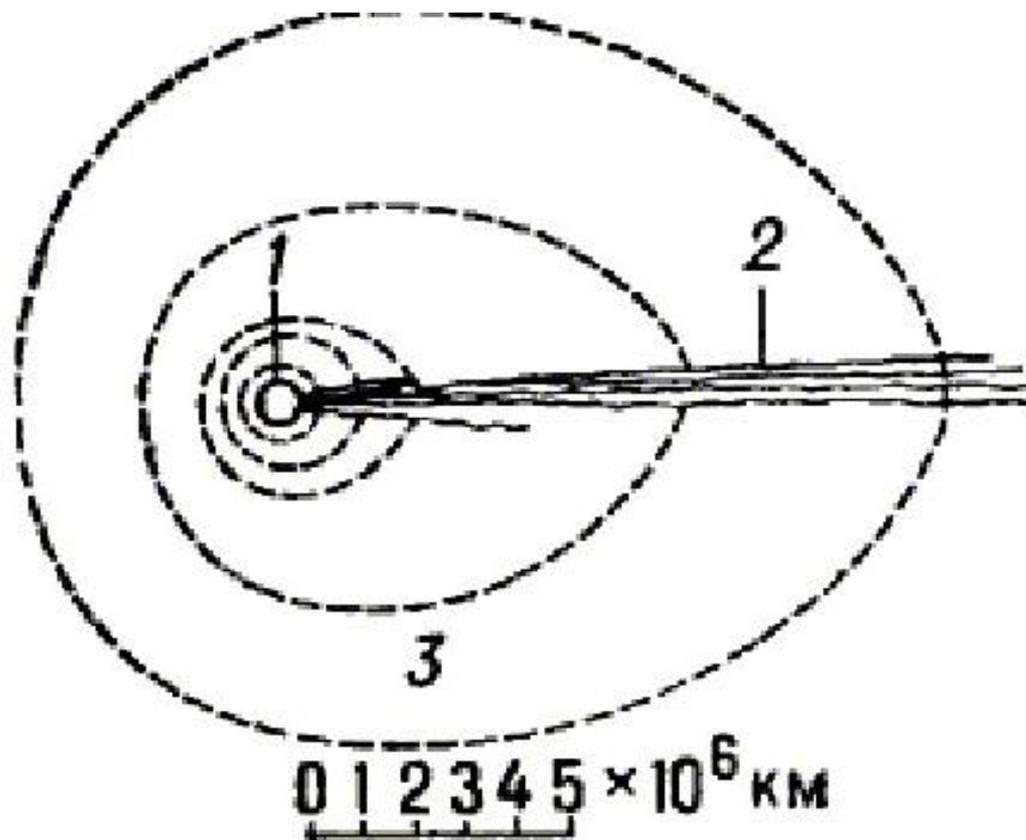
- **Метеориты, метеорные тела.**
- метеоритные кратеры на Земле и на других планетах.
- Происхождение,
- состав (каменные **93,3%**, железокаменные **1,3%**, железные **5,4%**)
- **хондриты, ахондриты (дифференцированные).**



Метеорные кратеры на поверхности Меркурия

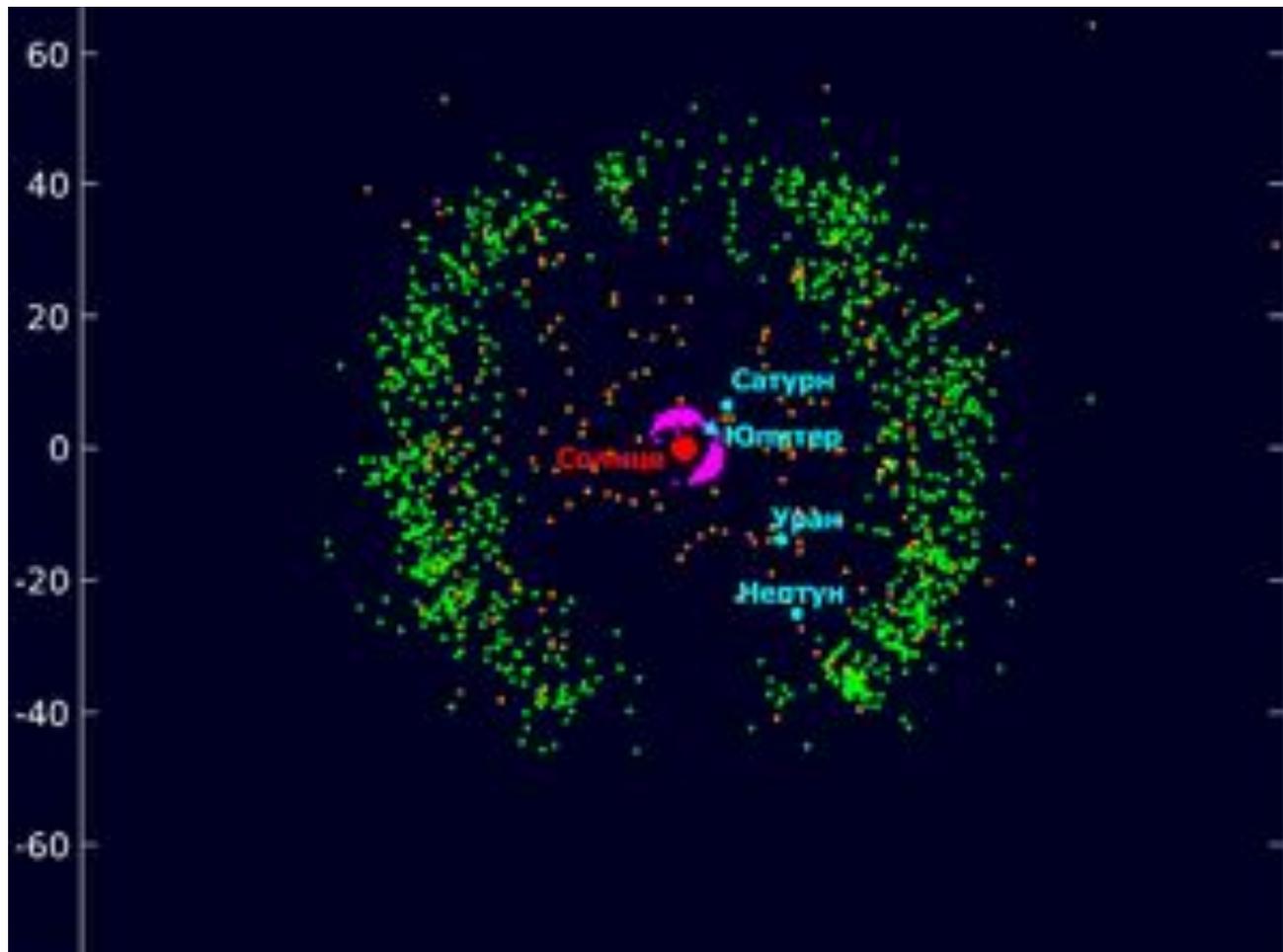


**Комета**

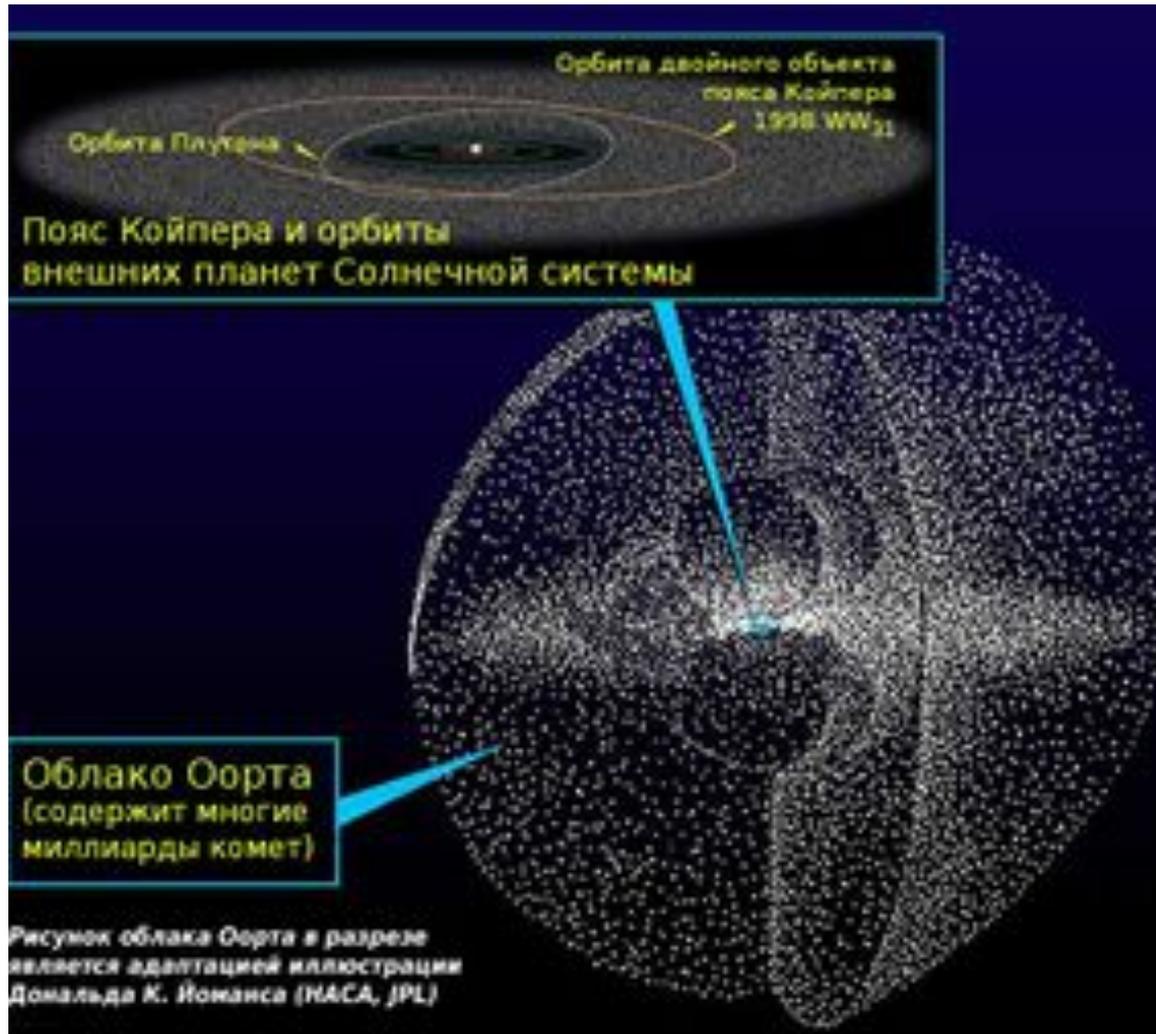


Схематическое изображение кометы:  
1 - голова, 2 - хвост, 3 - атмосфера.

**Кометы** Строение: голова (ядро и кома), хвост, состав ядра  
Орбиты, возможные столкновения с планетами  
пояс Койпера и облако Оорта



Пояс Койпера. В этой области расположено большое количество [малых тел Солнечной Системы](#) Пояс Койпера. В этой области расположено большое количество малых тел Солнечной Системы (реликтов времён образования Солнечной системы), а также как минимум четыре [карликовых планеты](#) Пояс Койпера. В этой области расположено большое количество малых тел Солнечной Системы (реликтов времён образования Солнечной системы), а также как минимум четыре



Рисунок, иллюстрирующий предполагаемый вид облака Оорта

- **Облако Оорта** — гипотетическая сферическая область Солнечной системы — гипотетическая сферическая область Солнечной системы, служащая источником долгопериодических комет. Инструментально существование облака Оорта не подтверждено.
- Хотя подтверждённых прямых наблюдений облака Оорта не было, астрономы считают, что оно является источником всех долгопериодических комет и комет галлеевского типа, прилетающих в Солнечную систему, а также многих кентавров и комет семейства Юпитера

- Предполагаемое расстояние до внешних границ облака Оорта от [Солнца](#) Предполагаемое расстояние до внешних границ облака Оорта от Солнца составляет от 50 000 до 100 000 [а. е.](#)<sup>[1]</sup> — почти [световой год](#) — почти световой год. Внешняя граница облака Оорта определяет гравитационную границу Солнечной системы — [сферу Хилла](#) — почти световой год. Внешняя граница облака Оорта определяет гравитационную границу Солнечной системы — сферу Хилла, определяемую для Солнечной системы в 2,0 [св. года](#). (**гелиопауза** - точка, в которой давление солнечного ветра уравнивается давлением межзвездной среды)
- Ближайшая к нам звезда, Альфа Кентавра, расположена на расстоянии 270 000 а.е. от Солнца. Поэтому влияние гравитационного поля Солнца

- **Строение Солнечной системы обладает рядом закономерностей, указывающих на совместное образование всех планет и Солнца в едином процессе.**
- 1 движение всех планет в одном направлении по эллиптическим орбитам, лежащим почти в одной плоскости
- 2 вращение Солнца в том же направлении вокруг оси, близкой к перпендикуляру относительно центральной плоскости планетной системы
- 3 вращение в том же направлении большинства планет (за исключением Венеры и Урана)
- 4 обращение в том же направлении большинства спутников
- 5 закономерное возрастание расстояний планет от Солнца
- 6 деление планет на родственные группы
- 7 наличие пояса малых планет.

- **Развитие планетной космогонии**
- И. Кант (1755 г.)
- П. Лаплас (1796 г.)
- Ф. Мультон и Т. Чемберлен (конец 19 в.)
- Дж. Джинс (20-30-х гг. 20 в.)
- О.Ю. Шмидт (1943 г.)
- 
- Проблема распределения момента количества движения

- **В настоящее время является общепризнанным, что большинство планет аккумуляровалось из твёрдого, а Юпитер и Сатурн также и из газового вещества.**



Баланс между гравитацией, давлением и вращением вещества приводит к образованию сначала толстого, а затем все более уплотняющегося диска.



из-за большого момента вращения диск стремится распасться на отдельные фрагменты, к которым постепенно причленяются более мелкие частицы  
В диске происходит фрагментация вещества на сгустки



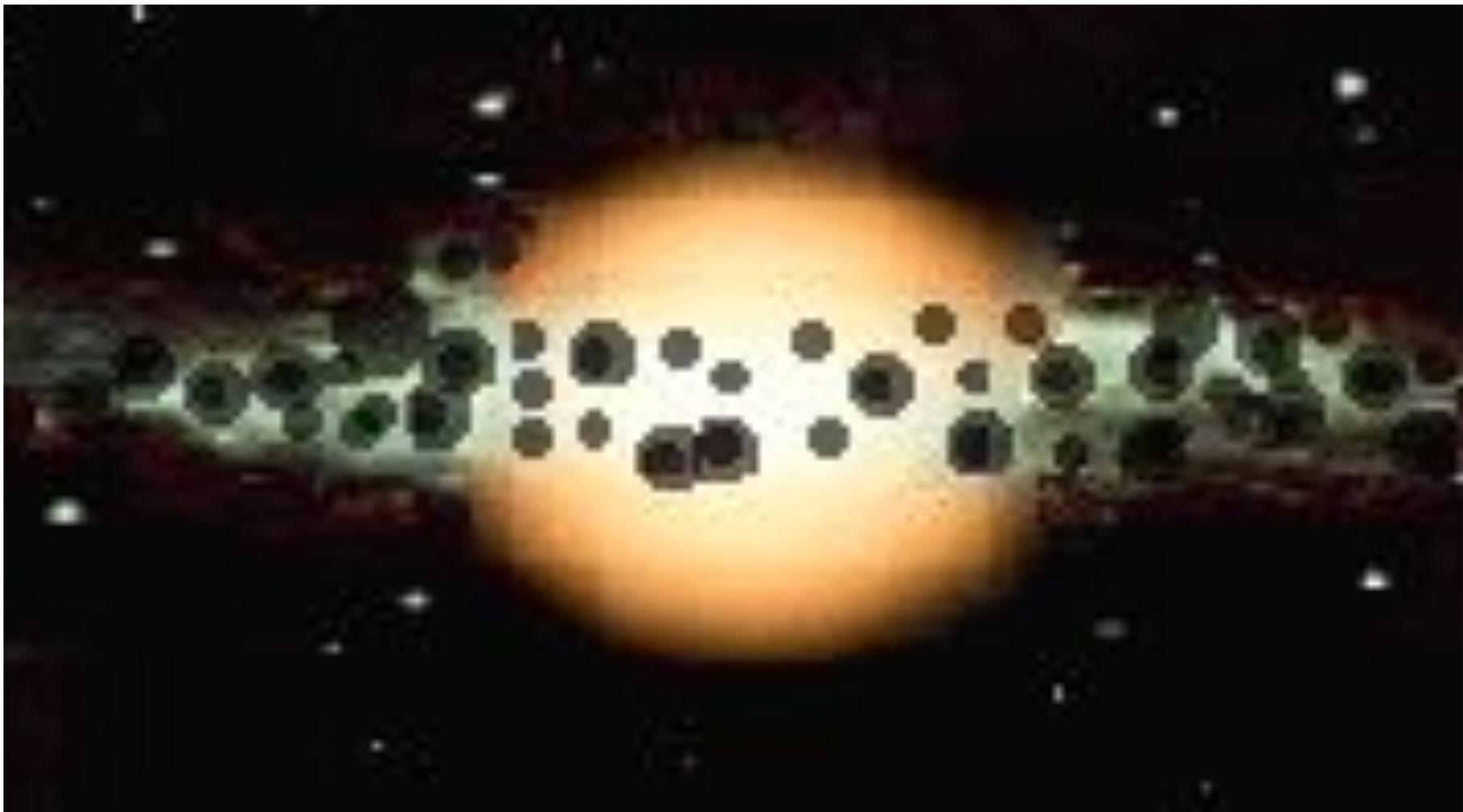
температура в центре достигла миллионы кельвинов, запустилась термоядерная реакция горения водорода. Протозвезда превратилась в обычную звезду.



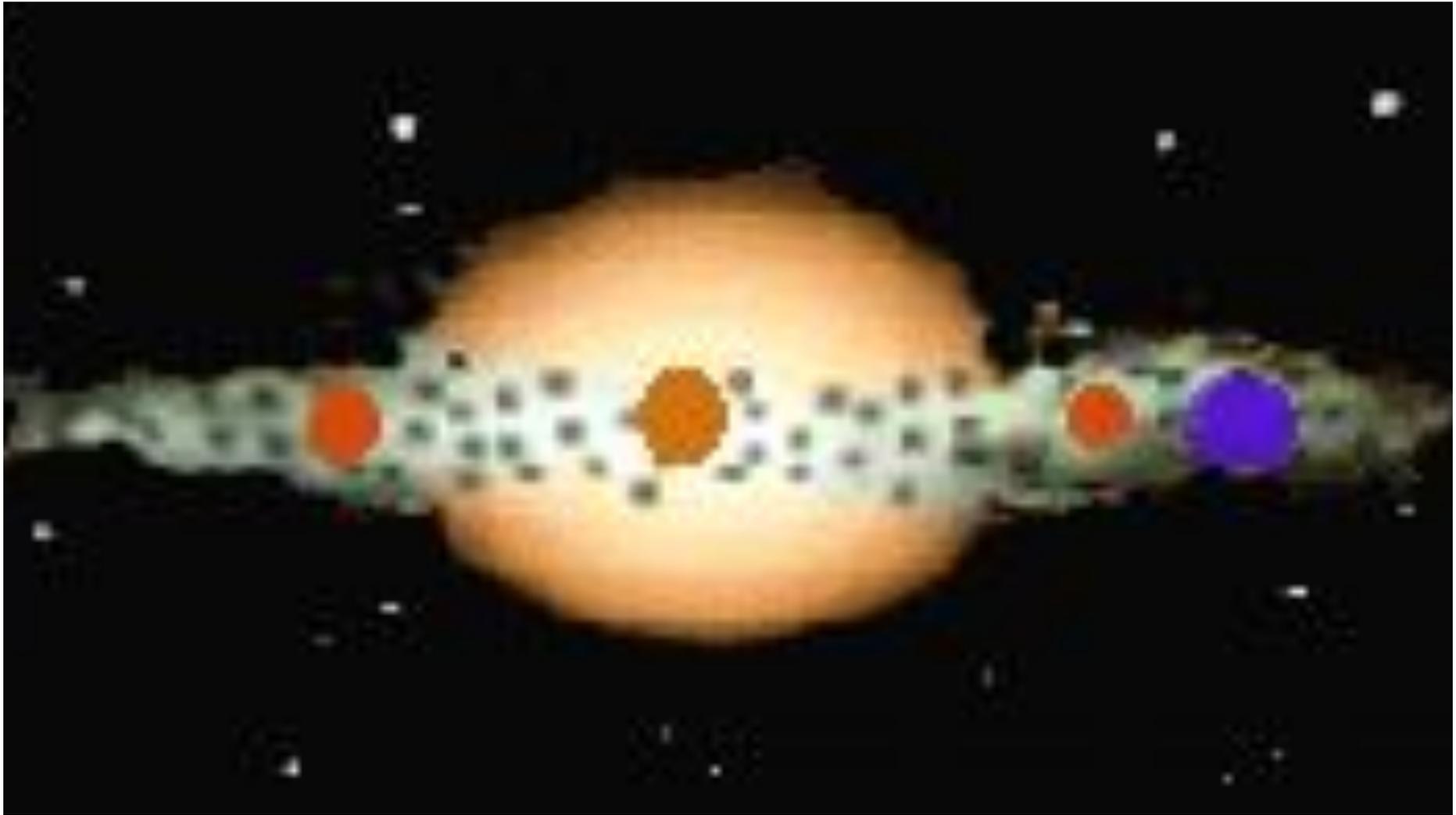
Спустя примерно 1 млн лет пылевые сгустки слипаются в тела астероидных размеров. Примерно еще 100 млн. лет этот рой испытывает интенсивное перемешивание, дробление крупных объектов и слипанием мелких тел.



Из громадного вращающегося облака холодной пыли, газов и разных обломков образовалось Солнце, вокруг которого по круговым орбитам вращались сгустки, комки вещества



формируются зародыши планет (планетезимали) земной группы - Меркурия, Венеры, Марса и Земли. Образовали планеты, вращающиеся вокруг центрального светила примерно в одной плоскости и в одном направлении.



еще за 200 млн. лет сформировались планеты гиганты, аккрецировав на себя газ, не вошедший в планеты земной группы

астероиды и кометы - это остатки роя протопланетных тел

астероиды - это каменные образования внутренней околосолнечной зоны, породившей планеты земной группы,

кометы - это каменно-ледяные образования, генетически связанные с зоной планет-гигантов.

Возраст метеоритов 4,6 мрд. лет

Происхождение систем **регулярных спутников** планет

Происхождение **иррегулярных спутников** Юпитера, Сатурна и Нептуна





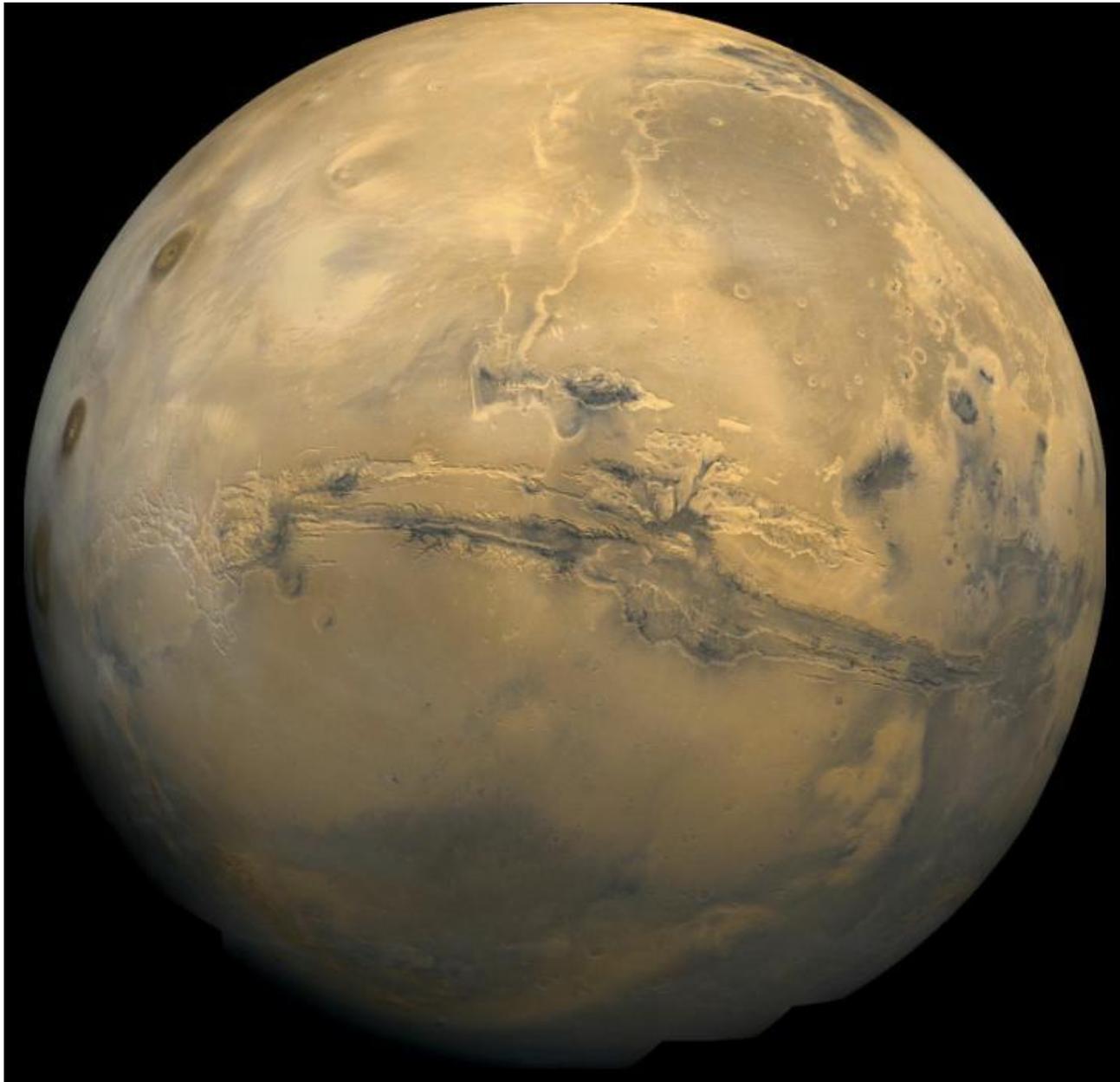
**Земля**



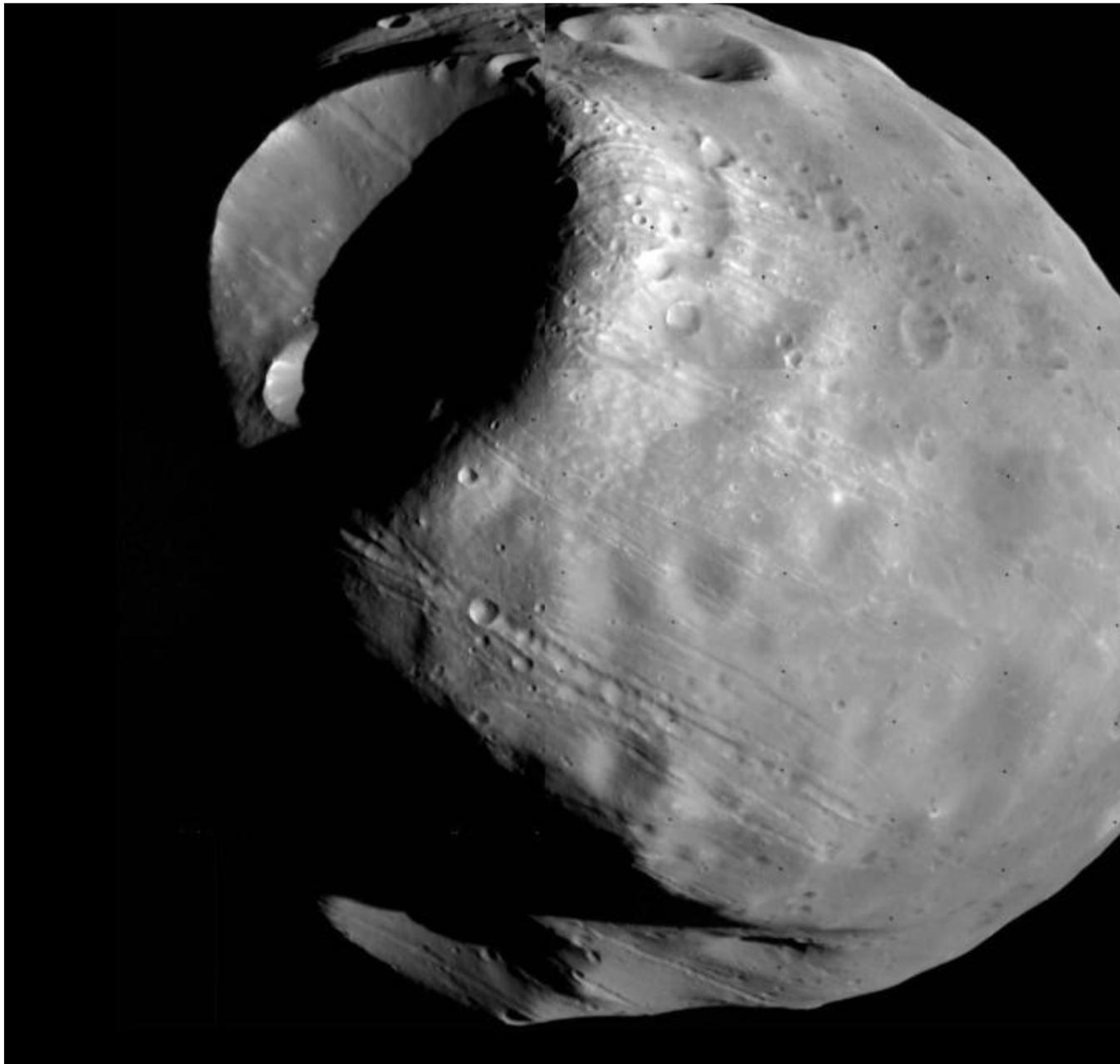
**Луна**



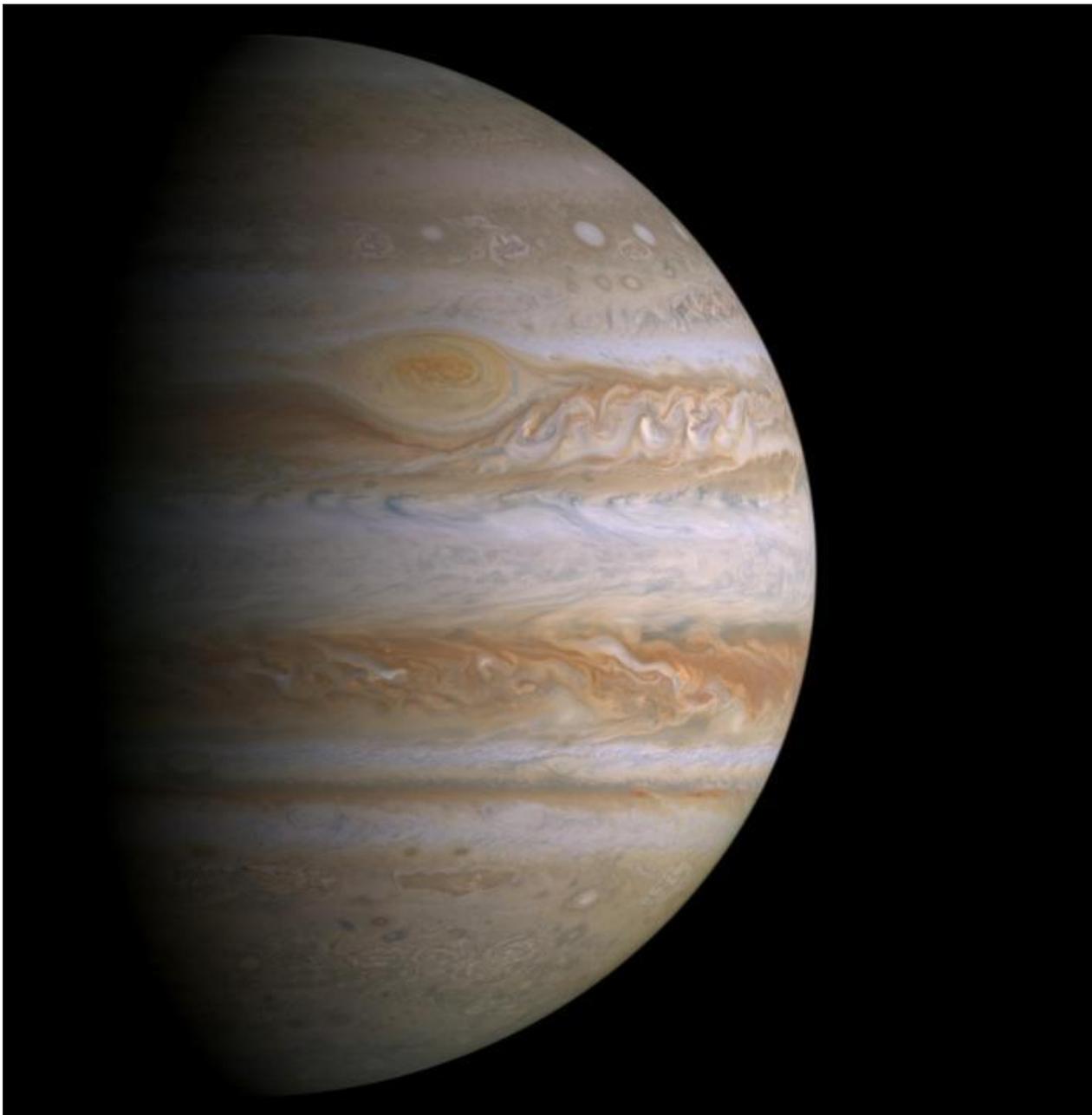
**Венера**



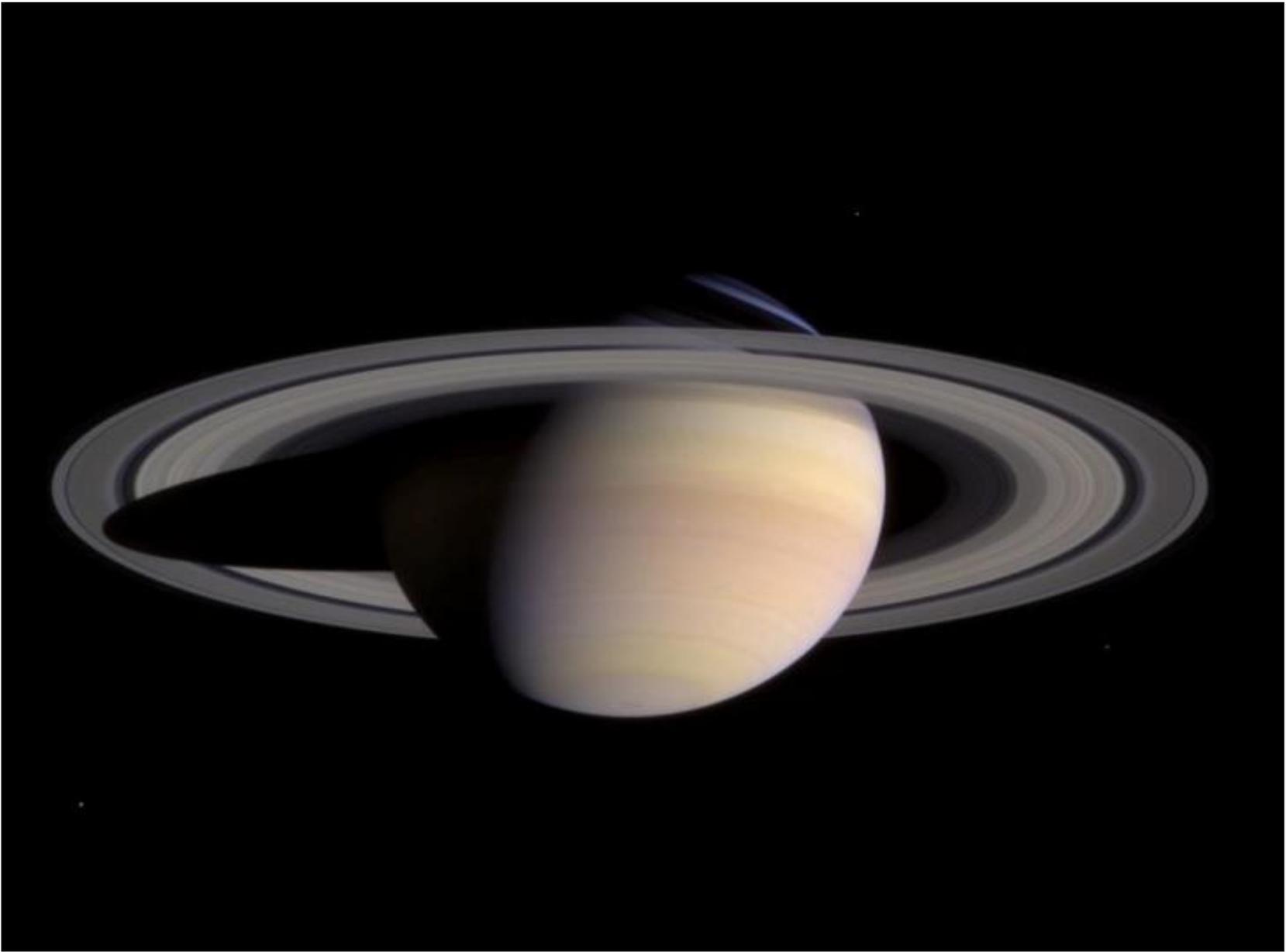
**Марс**



**Φοβος**



Юпитер



**Сатурн**

- Вначале процесс разрастания Земли происходил бурно.
- Разогрев земной массы вследствие гравитационного сжатия и бомбардировки ее обломками привел к расплавлению смеси.
- Постепенное перераспределение вещества в соответствии с плотностью должно было привести к его расслоению на отдельные оболочки.
- Более легкие вещества, богатые кремнием, отделялись от более плотных, содержащих железо и никель, и образовывали первую земную кору.

- Спустя примерно 1 миллиарда лет, Земля охладилась, земная кора затвердела.
- Остывая, Земля выделяла газы (в том числе при извержении вулканов). Легкие (водород и гелий), большей частью улетучивались в космическое пространство, но более тяжелые остались и составили основу земной атмосферы. Часть водяных паров сконденсировалась, и на Земле возникли океаны.

