



# Астрономия

Вечер: космос



АВТОРЫ:

Шувалова Ольга 11 «Б», шк. №900

Порецкий Сергей 11 «Б», шк. №900

РУКОВОДИТЕЛЬ: Жуков В.Ю.

МОСКВА 2004



авторы

# Солнечная система

Приложения

Фильмы



Планеты-гиганты

Юпитер

Сатурн

Нептун

Венера

Солнце

Марс

Земля

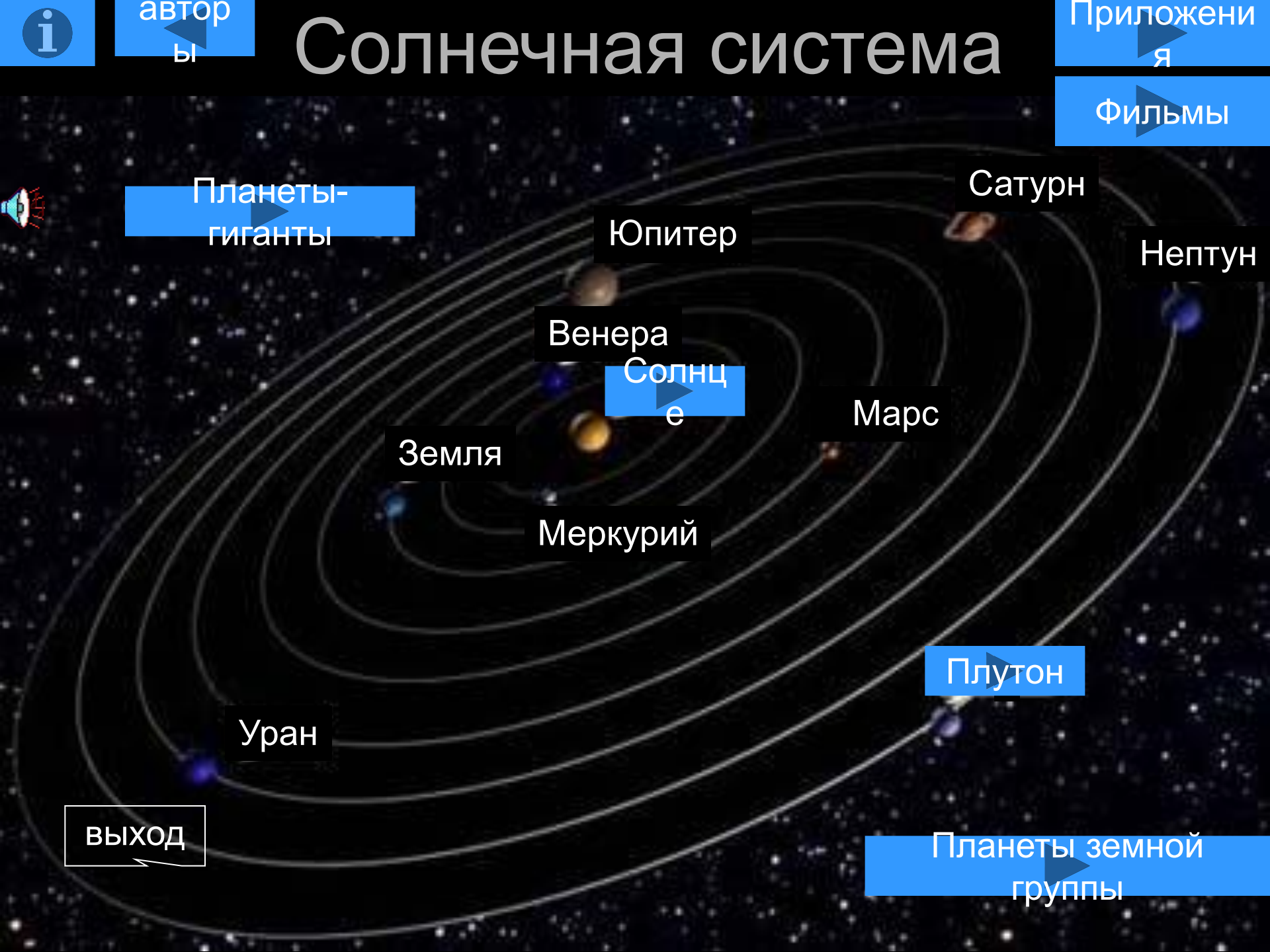
Меркурий

Плутон

Уран

ВЫХОД

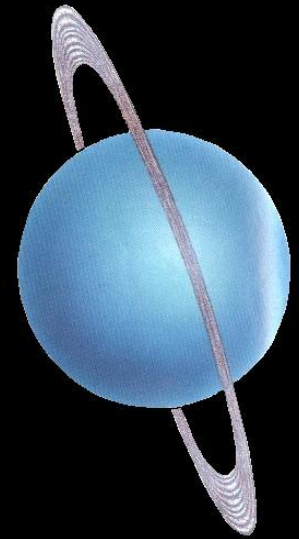
Планеты земной группы



# Планеты-гиганты



Юпитер



Уран



Сатурн



Нептун



# Планеты Земной группы



Земля

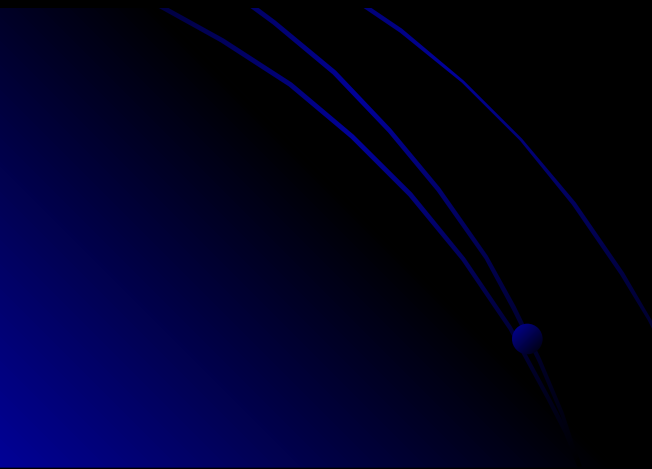
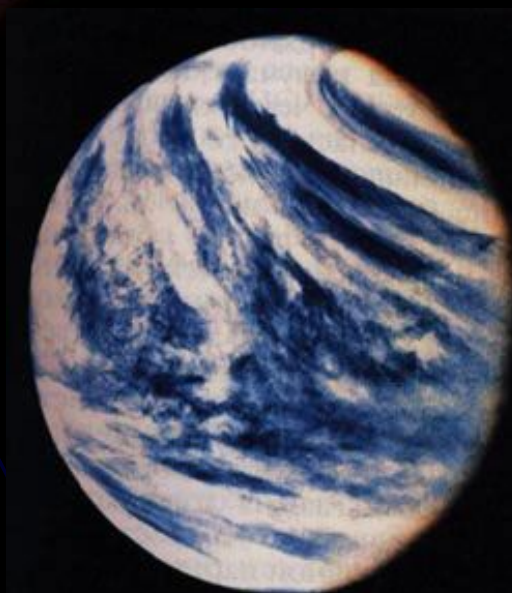
Марс



Меркурий



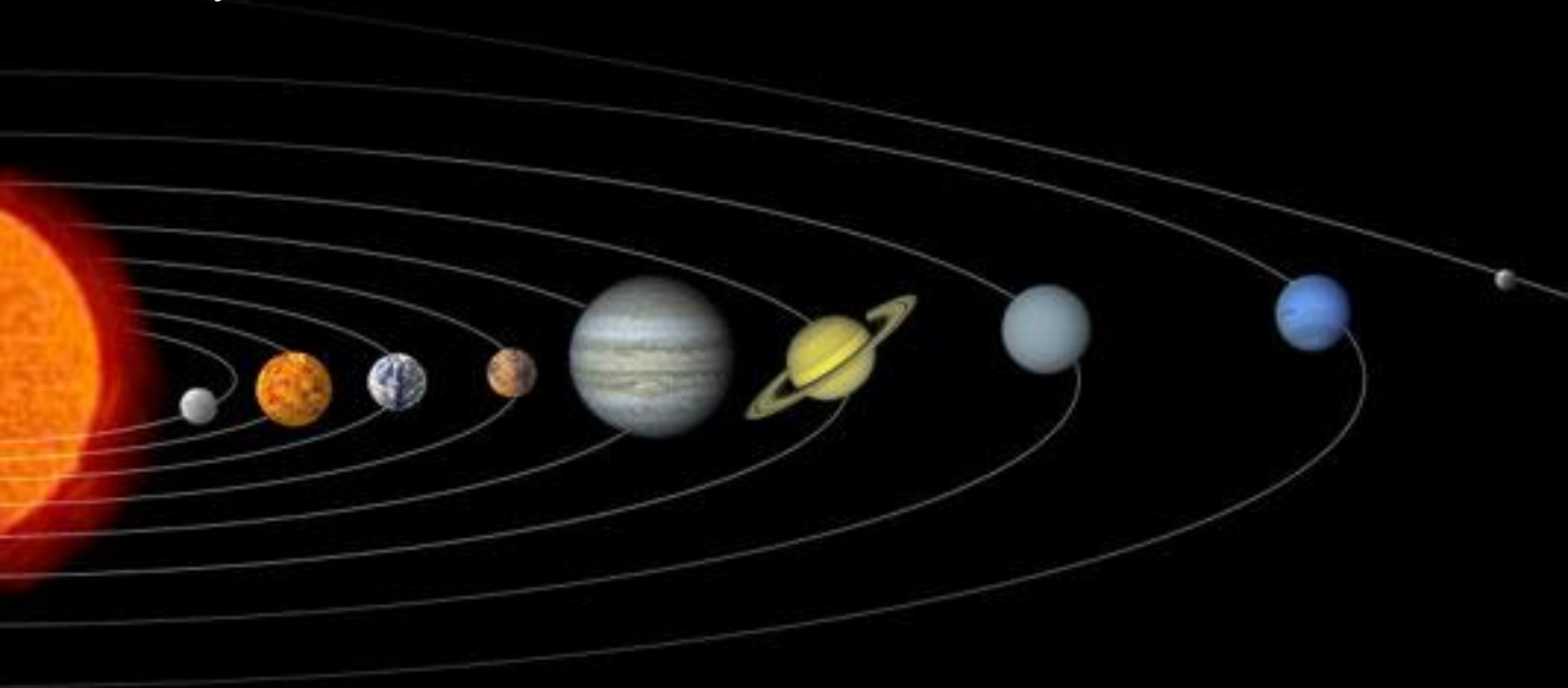
Венера



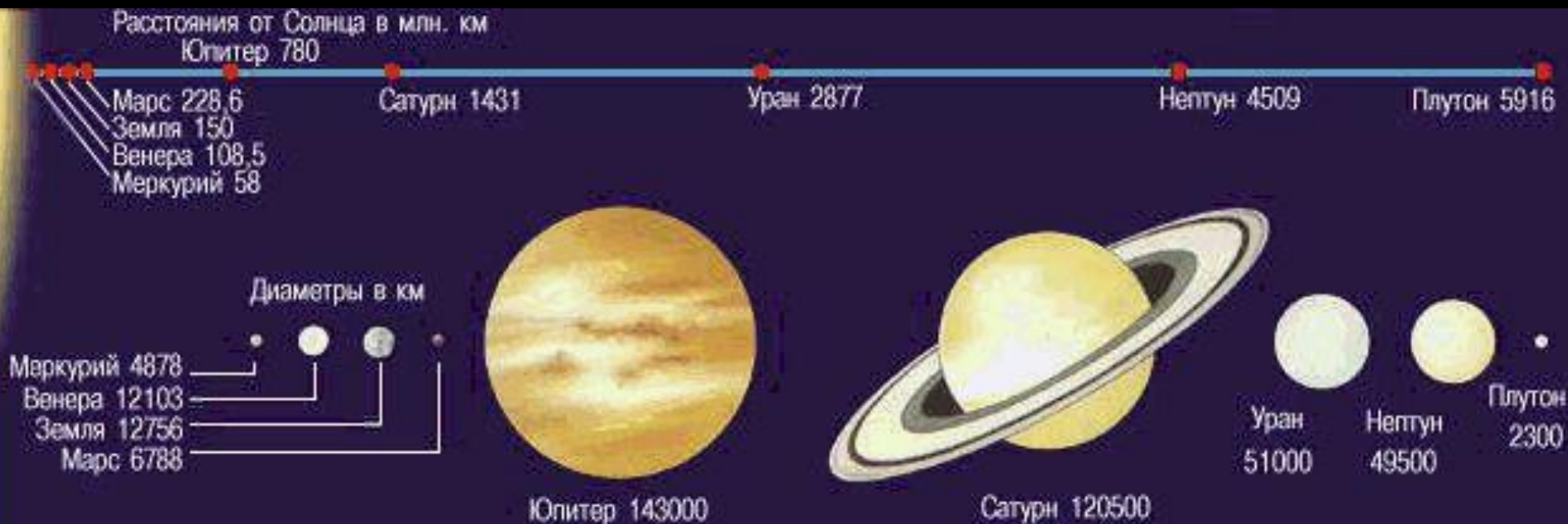


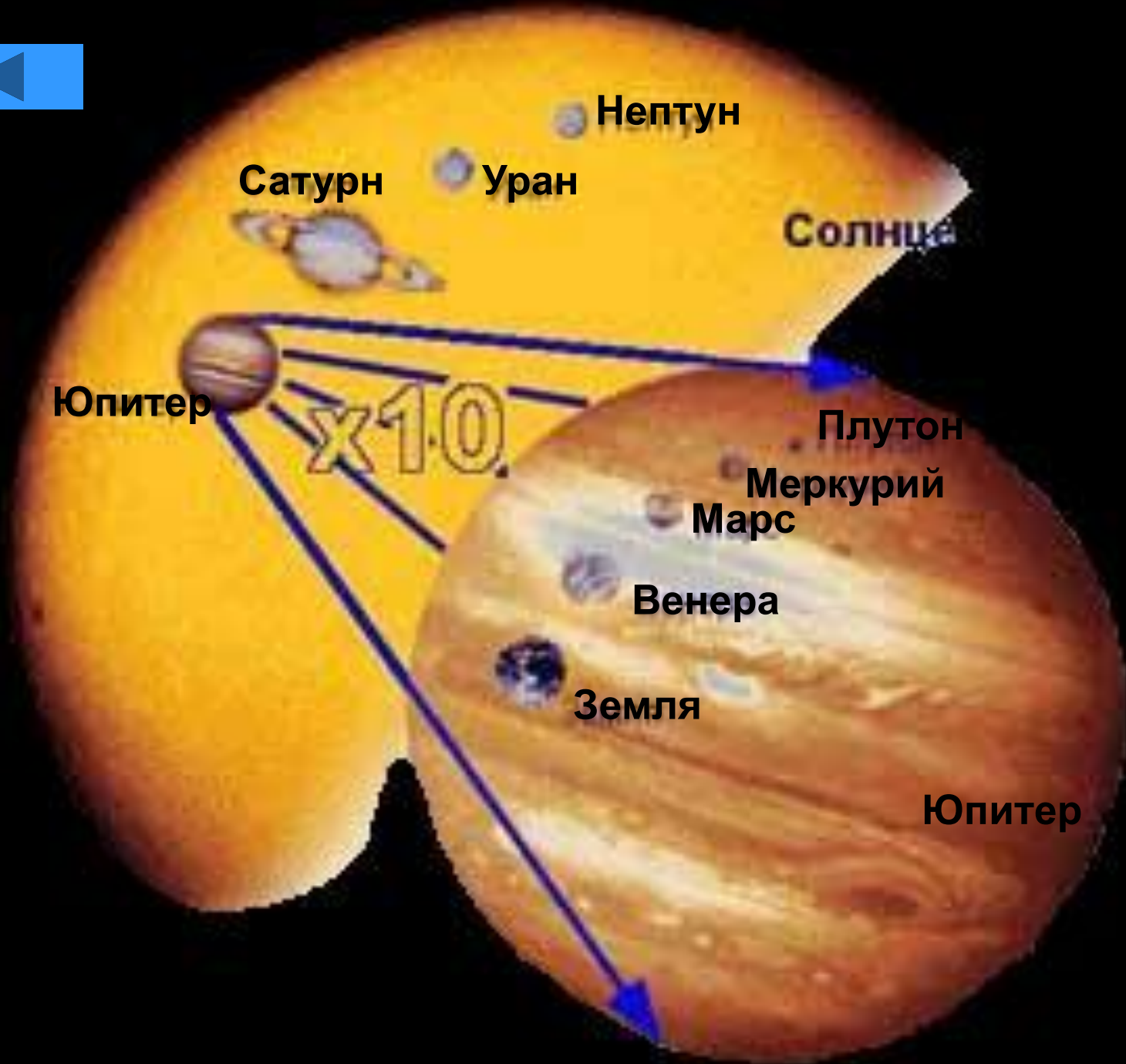
# Сравнение планет

1. Физические характеристики
2. Расстояние от Солнца и размеры планет
3. Спутники планет




# Расстояние от Солнца по удалённости планет в млн. км. с указанием диаметра







	Меркурий	Венера	Земля	Марс	Юпитер	Сатурн	Уран	Нептун	Плутон
Масса (Земля=1)	0.055274	0.815005	1	0.10745	<b>317.83</b>	95.159	14.5	17.204	0.0025
Масса в тоннах	0,33 x 10 <sup>21</sup>	4,870 x 10 <sup>21</sup>	5,976 x 10 <sup>21</sup>	6,418 x 10 <sup>20</sup>	<b>18,98 x 10<sup>23</sup></b>	5,685 x 10 <sup>23</sup>	8,622 x 10 <sup>22</sup>	1,027 x 10 <sup>23</sup>	1,51 x 10 <sup>19</sup>
Экваториальный радиус (Земля=1)	0,382	0,949	1.000	0,532	<b>11,209</b>	9,449	4,0073	3,8826	0,180
Экваториальный радиус (в км)	2439	6051	6378	3393	<b>71492</b>	60268	25559	24764	1195
Средняя плотность (г/см <sup>3</sup> )	5,43	5,25	<b>5,52</b>	3,95	1,33	0,69	1,29	1,76	1,1
Период вращения (Земля=1)	58,6462	<b>-243,0185</b>	1	1,02596	0,41354	0,44401	-0,718	0,67125	-6,3872
Сидерическое вращение	58.65 дней	<b>241.01 дней</b>	23.934 5 часов	24.6229 часов	9.841 часов	10.233 часов	17.9 часов	19.2 часов	6.3872 дней
Наклон орбиты экватора (градусы)	0.01	<b>177.36</b>	23.45	25.19	3.12	26.73	97.77	28.32	122.46
Число спутников	0	0	1	2	28	<b>30</b>	21	8	1



# Юпитер

## Физические характеристики:

- масса  $M = 317.94$  масс Земли,
- радиус  $R = 69800$  км ( $10.96 R$  Земли),
- средняя плотность =  $1.35$  г/см<sup>3</sup>,
- наклон оси вращения  $3.07^\circ$ ,
- период вращения  $P$  и продолжительность солнечных суток - 9ч 50мин.

## Удаление от Земли:

- максимальное - 6.45 а. е.;
- минимальное - 3.95 а. е.



# Сатурн

## Физические характеристики:

- масса  $M=95.18$  массы Земли,
- радиус  $9.5 R$  Земли,
- средняя плотность =  $0.70 \text{ г/см}^3$ ,
- наклон оси вращения  $26^\circ 45'$ ,
- период вращения  $P$  и продолжительность солнечных суток  $10\text{ч } 14\text{мин}$ .

## Удаление от Земли:

- максимальное -  $11.05 \text{ а. е.}$ ;
- минимальное -  $8.01 \text{ а. е.}$



# Уран

## Физические характеристики:

- масса  $M=14.531$  массы Земли,
- радиус  $R=24900$  км ( $3.91 R$  Земли),
- средняя плотность =  $1.35$  г/см<sup>3</sup>,
- наклон оси вращения  $98^\circ$ ,
- период вращения  $P=10$ ч 49мин,
- продолжительность солнечных суток 10ч 49мин.

## Удаление от Земли:

- максимальное - 21.1 а. е.;
- минимальное - 17.3 а. е.



# Нептун

## Физические характеристики:

- масса  $M=17.135$  массы Земли,
- радиус  $R=24100$  км ( $3.78 R$  Земли),
- средняя плотность =  $1.62$  г/см<sup>3</sup>,
- наклон оси вращения  $29^\circ$ ,
- период вращения  $P$  и продолжительность солнечных суток  $16ч 03мин$ .

## Удаление от Земли:

- максимальное -  $31.85$  а. е.;
- минимальное -  $30.82$  а. е.



# Спутники Юпитера

До 1980 г. считалось, что Юпитер обладает самым многочисленным семейством спутников. Первые четыре спутника были открыты ещё в 1610 г. Галилеем, и их называют "галилеевыми спутниками". Это Ио, Европа, Ганимед (самый крупный спутник Юпитера) и Каллисто. Их радиусы чуть больше или примерно равны радиусу Луны. В 1892 г. был открыт самый близкий к Юпитеру и гораздо меньший по размерам (его оси - 230 и 130 км) спутник - Амальтея. В XX в. были открыты ещё 11 небольших по размерам спутников Юпитера (Гималия, Элара, Пасифе, Синопе, Лиситея, Карме, Ананке, Леда, Фива (Теба), Адрастея и Метида. Семейство шестнадцати спутников Юпитера на данный момент считается вторым по многочисленности в Солнечной системе (после семейства спутников Сатурна).

В последние десятилетия было установлено наличие кольцеобразных систем малых частиц и тел вокруг Юпитера, незаметных при обычных наблюдениях с Земли.



# Спутники Сатурна

Сейчас в семействе Сатурна известно около 30 спутников. Пять самых больших из них были открыты в XVII в. Это Тефия, Диона, Титан, Япет и Рея. Наибольший из них - Титан, имеющий радиус около 2800 км. Радиусы остальных четырёх спутников - от 410 до 800 км. В XVIII - XIX вв. были открыты ещё 4 спутника меньших размеров. Это Мимас, Энцелад, Гиперион и Феба (самый далёкий от планеты). В 1966 г. были открыты ещё две луны Сатурна - Янус и Эпиметей. В 70-х - 80-х гг. были открыты семь спутников - Эпиметей, Елена, Телесто, Калипсо, Атлас, Пандора и Прометей. В 1990 г. был обнаружен Пан - 18-й спутник, самый близкий к Сатурну и имеющий диаметр около 20 км. С американского космического аппарата "Вояджер" были сделаны фотоснимки, на которых, видимо, присутствуют ещё три луны Сатурна (а возможно, и большее количество), однако для подтверждения их существования нужны дополнительные наблюдения. В любом случае, семейство спутников Сатурна считается самым многочисленным в Солнечной системе.

# Спутники Урана

Система спутников Урана - самая своеобразная в Солнечной системе. Ось вращения Урана находится почти в плоскости его орбиты вращения вокруг Солнца, он как бы "лежит на боку"; спутники Урана движутся почти точно в его экваториальной плоскости, т.е. в плоскости, перпендикулярной плоскости орбиты Урана. Вплоть до 1980-х гг. было известно пять спутников Урана (Ариэль, Умбриэль, Титания, Оберон и Миранда). Радиусы их - от 250 до 600 км. Съёмки, проведенные космическим аппаратом "Вояджер-2" в 1985-86 гг., показали существование неизвестных ранее спутников: Пак, Порция, Джульетта, Крессида, Розалинда, Белинда, Дездемона, Корделия, Офелия и Бианка. Девять из них имеют от 15 до 100 км в поперечнике, а один - около 160 км. В 1997 г. было открыто ещё два спутника (S/1997 U1 и S/1997 U2), обращающихся вокруг Урана на гораздо более отдалённых орбитах, чем остальные луны этой планеты. Таким образом, всего известно 17 спутников Урана.





# Спутники Нептуна

Нептун имеет восемь спутников и шесть колец. Первый из открытых спутников, Тритон (1846 г.), имеет обратное движение. Это довольно большой спутник радиусом около 1850 км. Второй открытый спутник, менее крупный и более далекий, - Нереида, - испытывает, пожалуй, самые большие среди всех известных спутников относительные возмущения (от Тритона). Этот спутник радиусом около 150 км был обнаружен в 1950 г. В 1989 г. "Вояджер-2" обнаружил у Нептуна шесть новых спутников (Наяда, Таласса, Деспина, Галатея, Ларисса, Протей) и систему колец.

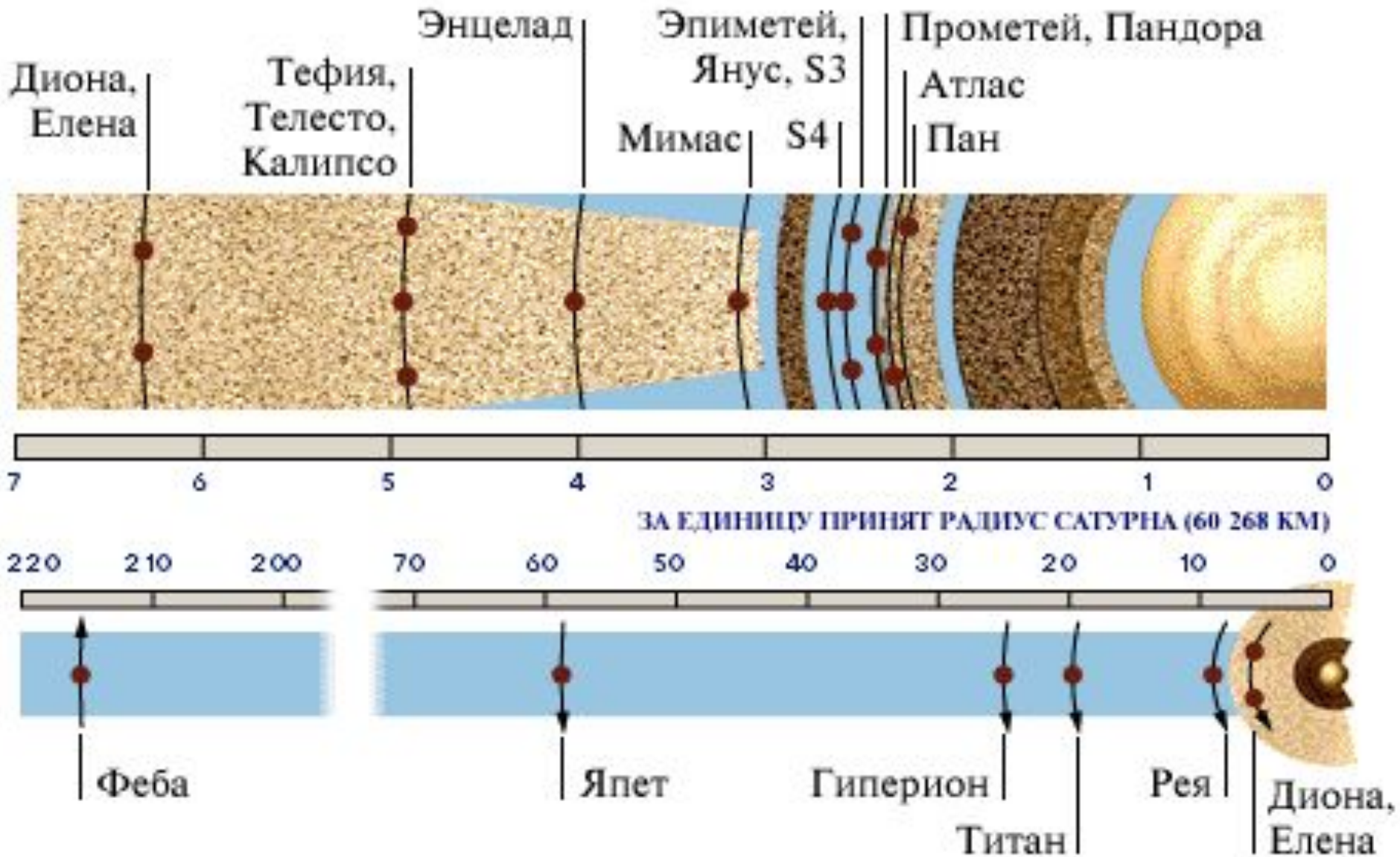


# Планета Земля

- масса  $6 \times 10^{23}$  кг
- Средний радиус 6371 км
- Средняя плотность  $5500 \text{ кг/м}^3$
- Скорость орбитального движения 29,8 км/с
- Наклон плоскости экватора к плоскости орбиты  $23^\circ 26'$
- Период вращения (по отн. к звёздам) 23ч 56м.
- Продолжительность солнечных суток 24ч.



# Спутники Сатурна





# Открытие Нептуна

Наблюдения открытого в конце 18 в. Урана, казалось, давали возможность создать точную теорию его движения. Однако сделать этого не удалось: в первые десятилетия 19 в. Уран упорно забежал вперёд, а в последующие годы отставал от предвычисленных положений. Пытаясь понять причину «плохого» поведения Урана, учёные пришли к выводу, что за ним находится ещё одна планета Солнечной системы: она-то своим тяготением и сбивает его с «пути истинного». Но чтобы найти эту неведомую планету, требовалось по отклонениям Урана от предвычисленных положений узнать характер её движения и положение на небе. Иоганн Галле 23 сентября 1846 обнаружил светило, имеющее заметный диск, координаты которого отличались от координат известных звёзд. Так, «на кончике пера», был открыт Нептун – восьмая большая планета Солнечной системы.



При морозе ( $-218^{\circ}\text{C}$ ) в верхних слоях водородно-гелиевой атмосферы сконденсировалась и теперь постоянно присутствует метановая дымка. Метан хорошо поглощает красные лучи и отражает голубые и зелёные. Поэтому Уран и приобрёл красивый аквамаринный цвет. Все атмосферные явления скрыты метановой дымкой.



В атмосфере Нептуна (как и Урана) меньше водорода и гелия, чем у Юпитера и Сатурна, а его красивая синева связана с тем, что атмосферный метан эффективно поглощает красные лучи. На Нептуне заметны пятна антициклонов. Самый крупный из них назван *Большим Тёмным пятном*. Он украшен по краю белыми облаками; время кругооборота вещества в нём – 16 дней.



# Юпитер

1. Физические характеристики
2. Особенности вращения вокруг Солнца
3. Особенности вращения вокруг своей оси
4. Спутники
5. Кольца
6. Описание Юпитера



# Сатурн

1. Физические характеристики
2. Особенности вращения вокруг Солнца
3. Особенности вращения вокруг своей оси
4. Спутники
5. Кольца
6. Описание Сатурна





# Уран

1. Физические характеристики
2. Особенности вращения вокруг Солнца
3. Особенности вращения вокруг своей оси
4. Спутники
5. Кольца
6. Теория вращения на боку
7. Описание Урана



# Нептун

1. Физические характеристики
2. Особенности вращения вокруг Солнца
3. Особенности вращения вокруг своей оси
4. Спутники
5. Кольца
6. Описание Нептуна



# Спутники Юпитера

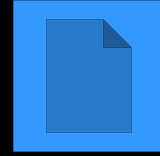


- Ио
- Европа
- Ганимед
- Каллисто
- Амальтея
- Гималия
- Элара
- Пасифе
- Синопе
- Лиситея
- Карме
- Ананке
- Леда
- Фива (Теба)
- Адрастея
- Метида



Всего известно 28 спутников

# Спутники Сатурна



- Тефия
- Диона
- Титан
- Япет
- Рея
- Мимас
- Энцелад
- Гиперион
- Феба
- Янус
- Эпиметей
- Елена
- Телесто
- Калипсо
- Атлас
- Пандора
- Прометей
- Пан

Всего известно 30 спутников

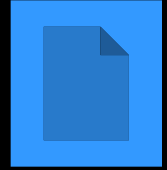
# Спутники Урана

- Ариэль
- Умбриэль
- Титания
- Оберон
- Миранда
- Пак
- Порция
- Джульетта
- Луна
- Крессида
- Розалинда
- Белинда
- Дездемона
- Корделия
- Офелия
- Бианка
- Калибан
- Сикоракс

Всего известен 21 спутник



# Спутники Нептуна



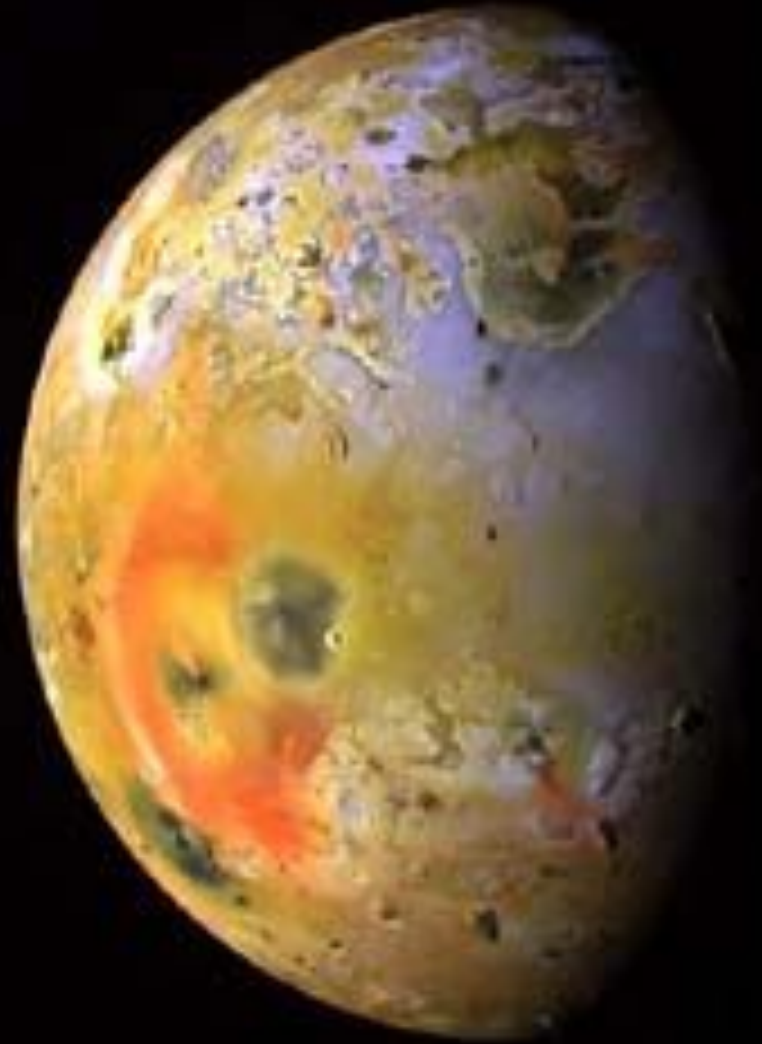
- Тритон
- Галатея
- Нереида
- Ларисса
- Наяда
- Протей
- Таласса
- Деспина

Всего известно 8 спутников

спутник  
и

Юпитер

Ио



1. а) Название;  
б) Историческая справка;  
в) Физические свойства;

2. Особенности.

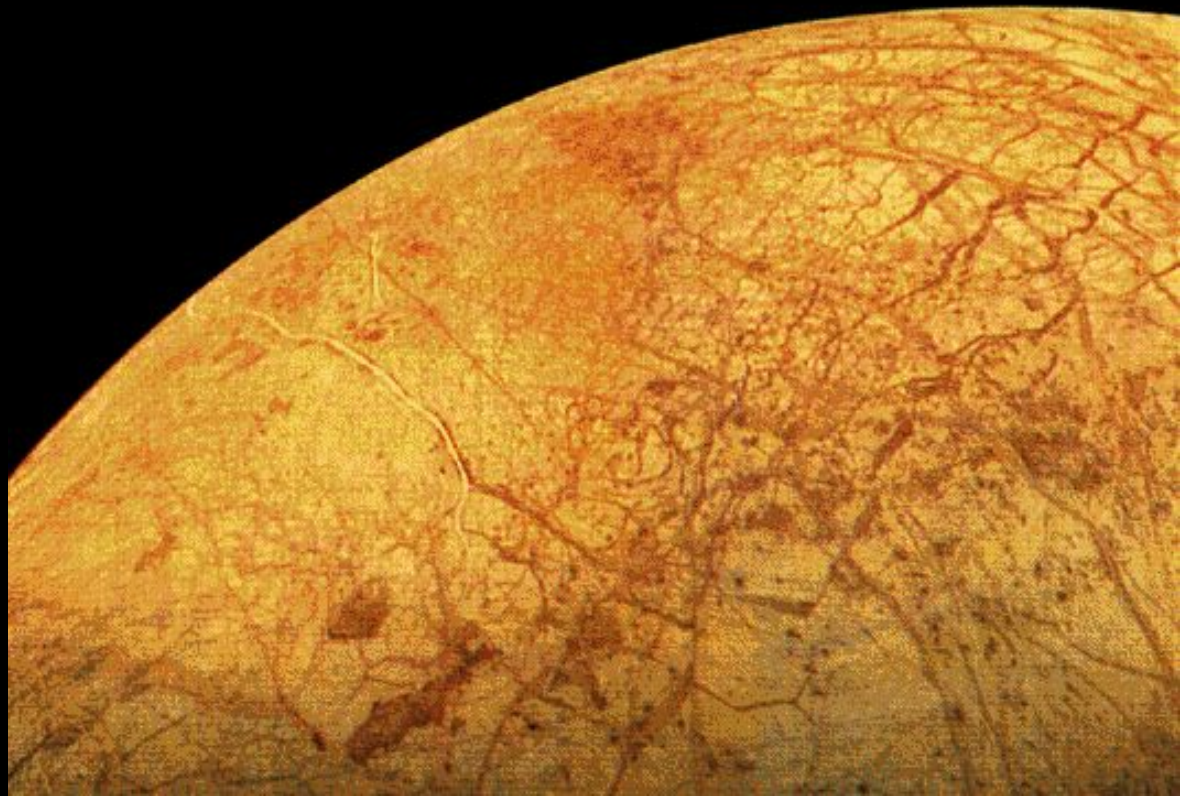
спутник  
и

Юпитер

# Европа

1. а) Название;  
б) Историческая справка;  
в) Физические свойства;

## 2. Особенности.





спутник  
и

Юпитер

# Каллисто

1. а) Название;  
б) Историческая справка;  
в) Физические свойства;

## 2. Особенности.



спутник  
и

Юпитер

# Ганимед

1. а) Название;  
б) Историческая справка;  
в) Физические свойства;

## 2. Особенности.





# Уран, кольца и спутники

HST · WFPC2

star

e ring

Ariel

star

Puck

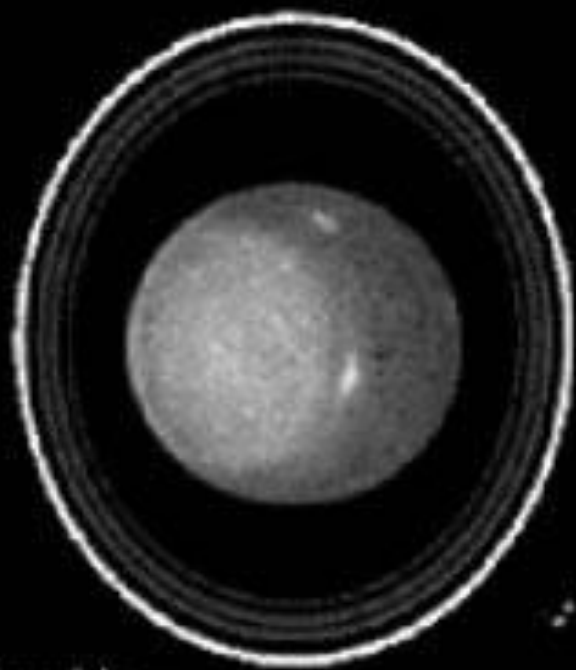
Belinda

Portia

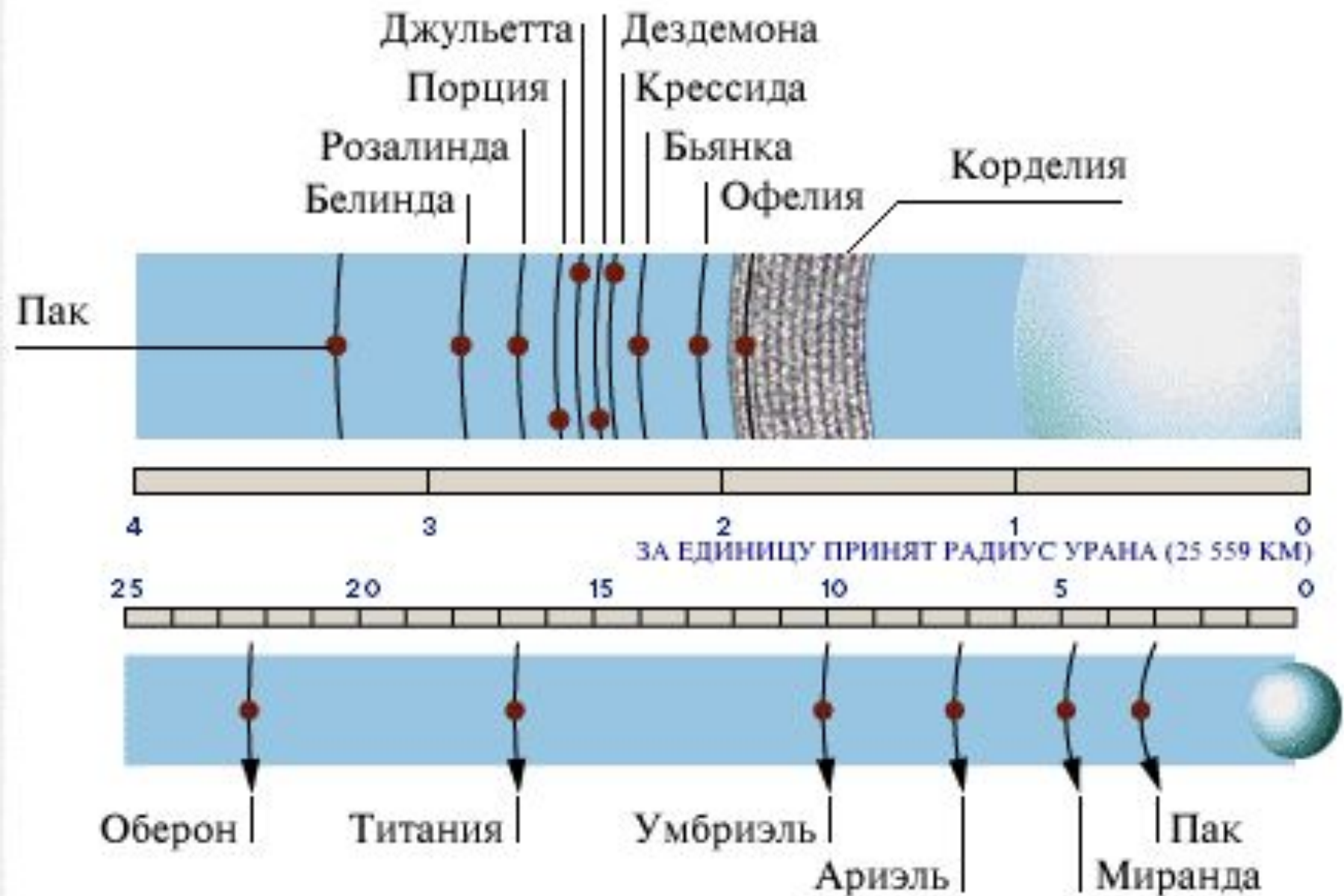
Miranda

Cressida

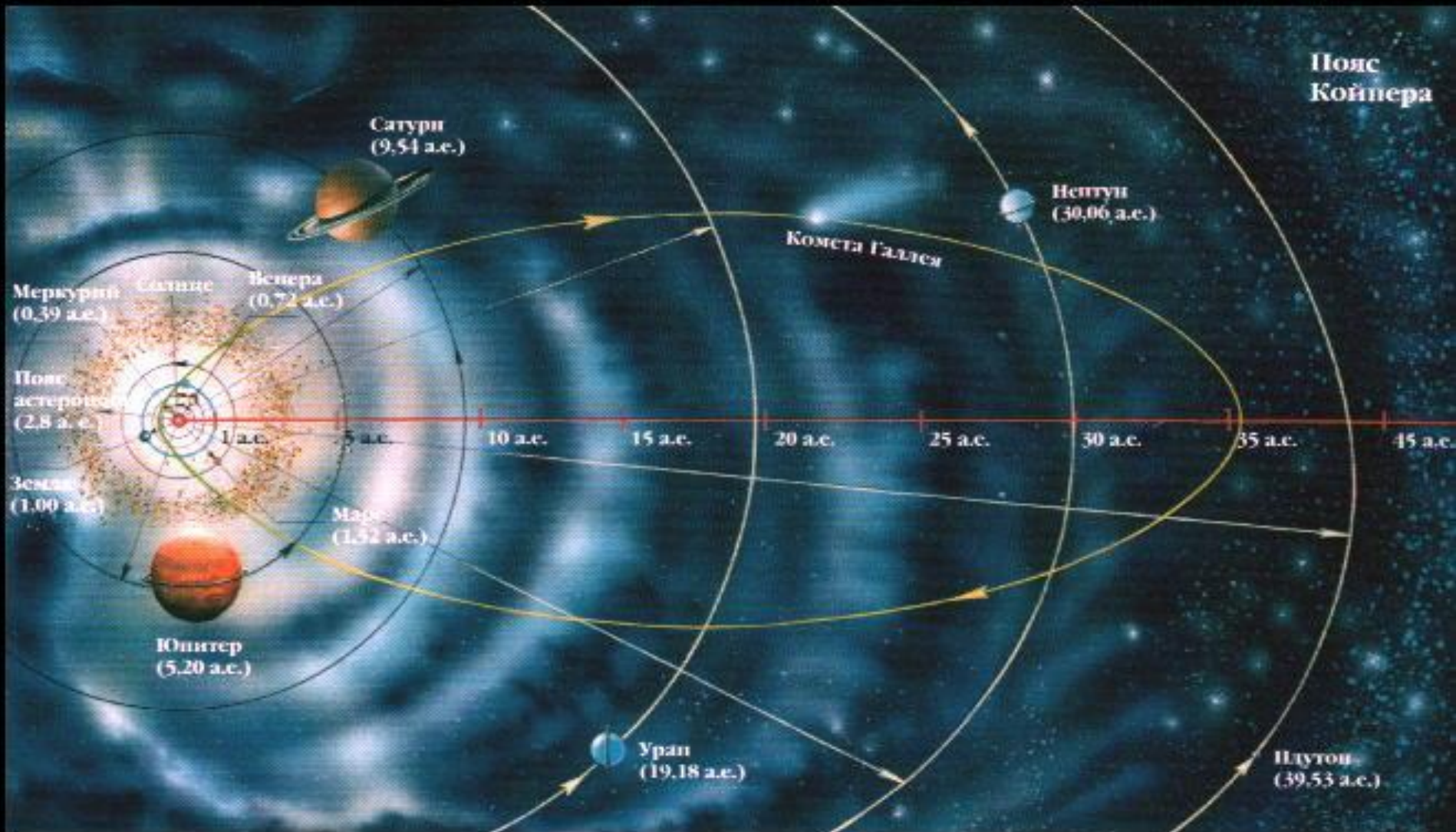
Juliet



# Расположение спутников Урана



# Солнечная система





# Большое Красное пятно

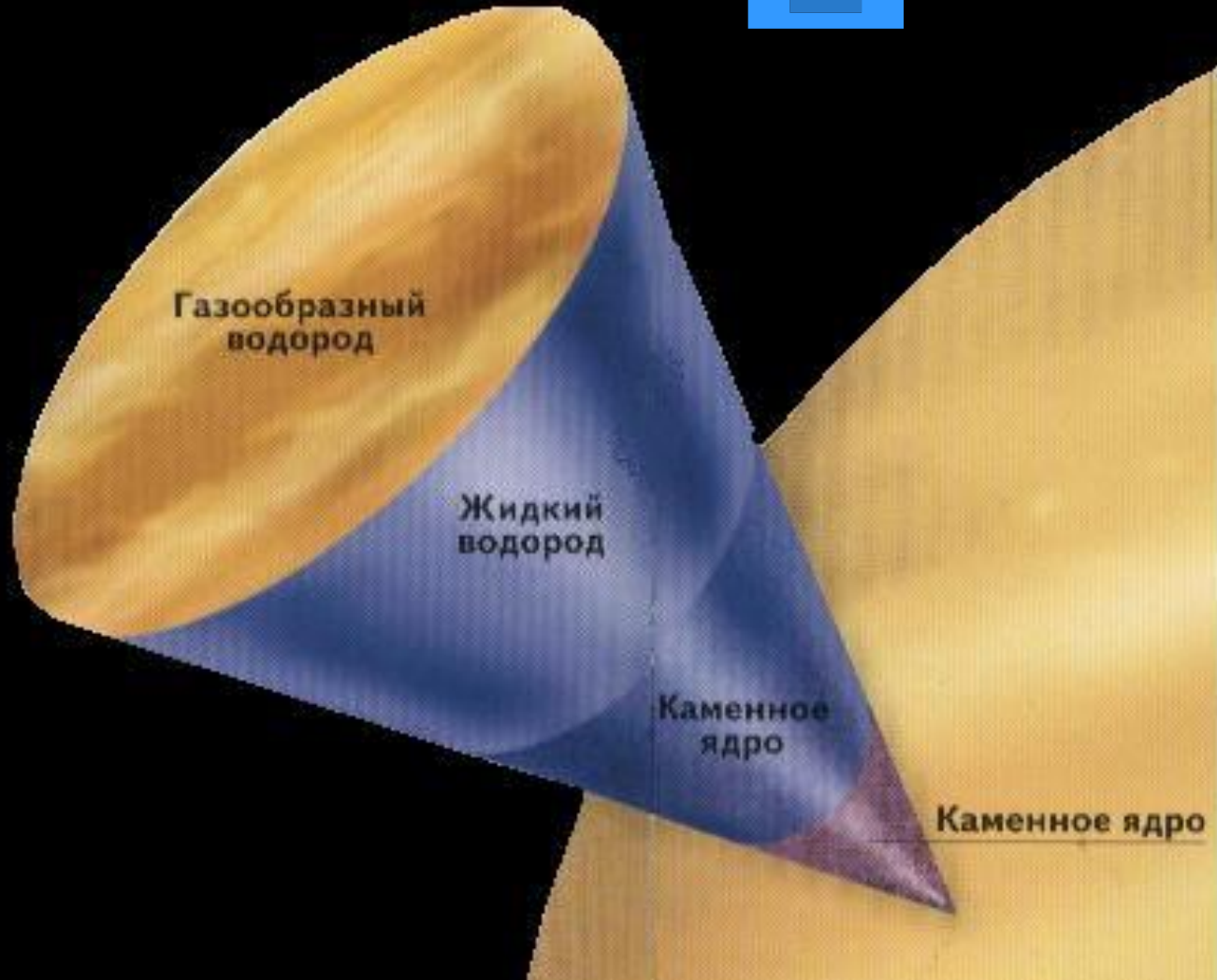
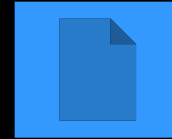
Большое Красное пятно  
представляет  
собой огромного  
размера бурю в  
атмосфере  
Юпитера,  
которую  
наблюдают вот  
уже 300 лет.



# Внутреннее строение Юпитера

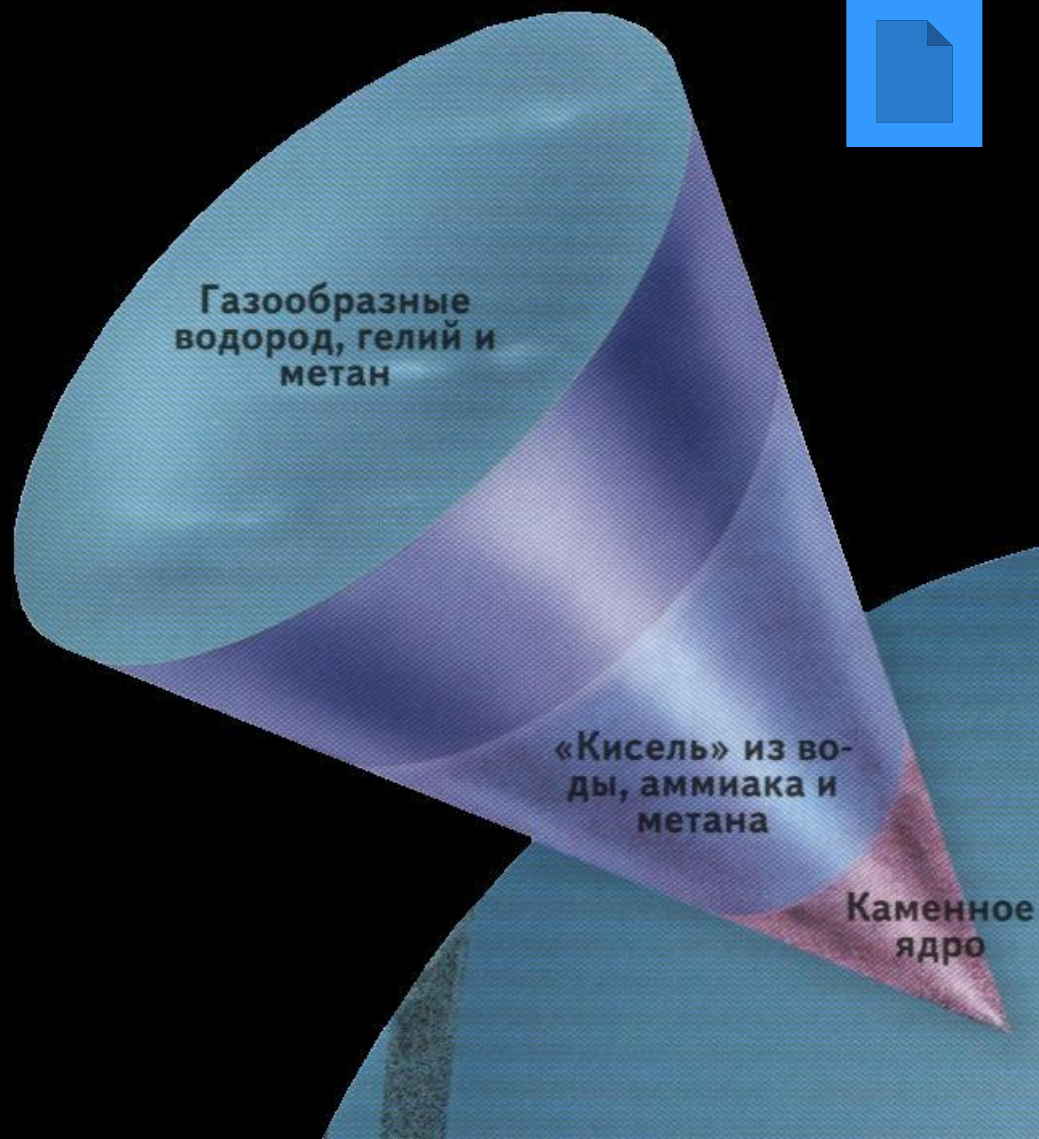


# Внутреннее строение Сатурна





# Внутреннее строение Урана

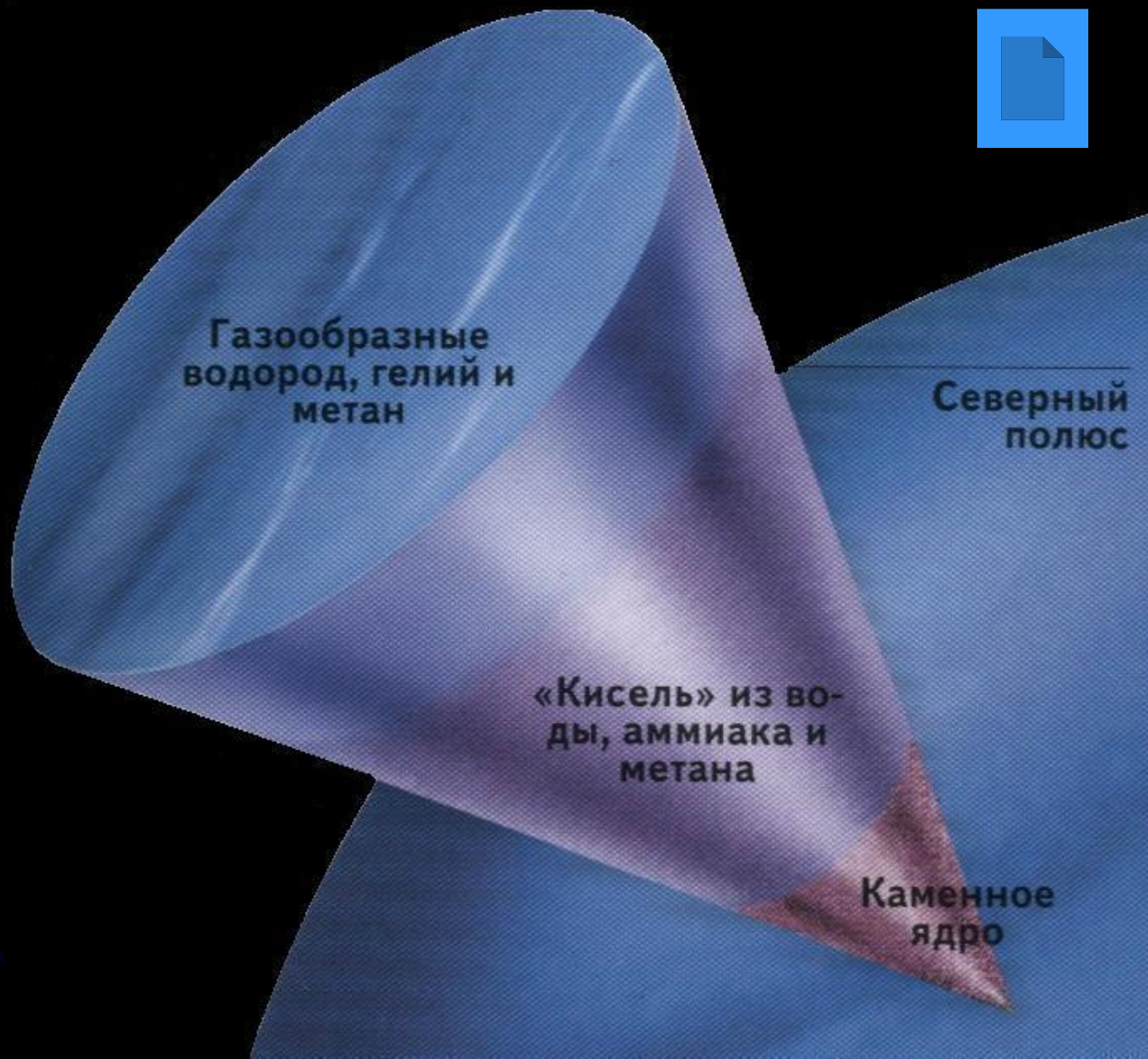


Газообразные  
водород, гелий и  
метан

«Кисель» из во-  
ды, аммиака и  
метана

Каменное  
ядро

# Внутреннее строение Нептуна



Газообразные  
водород, гелий и  
метан

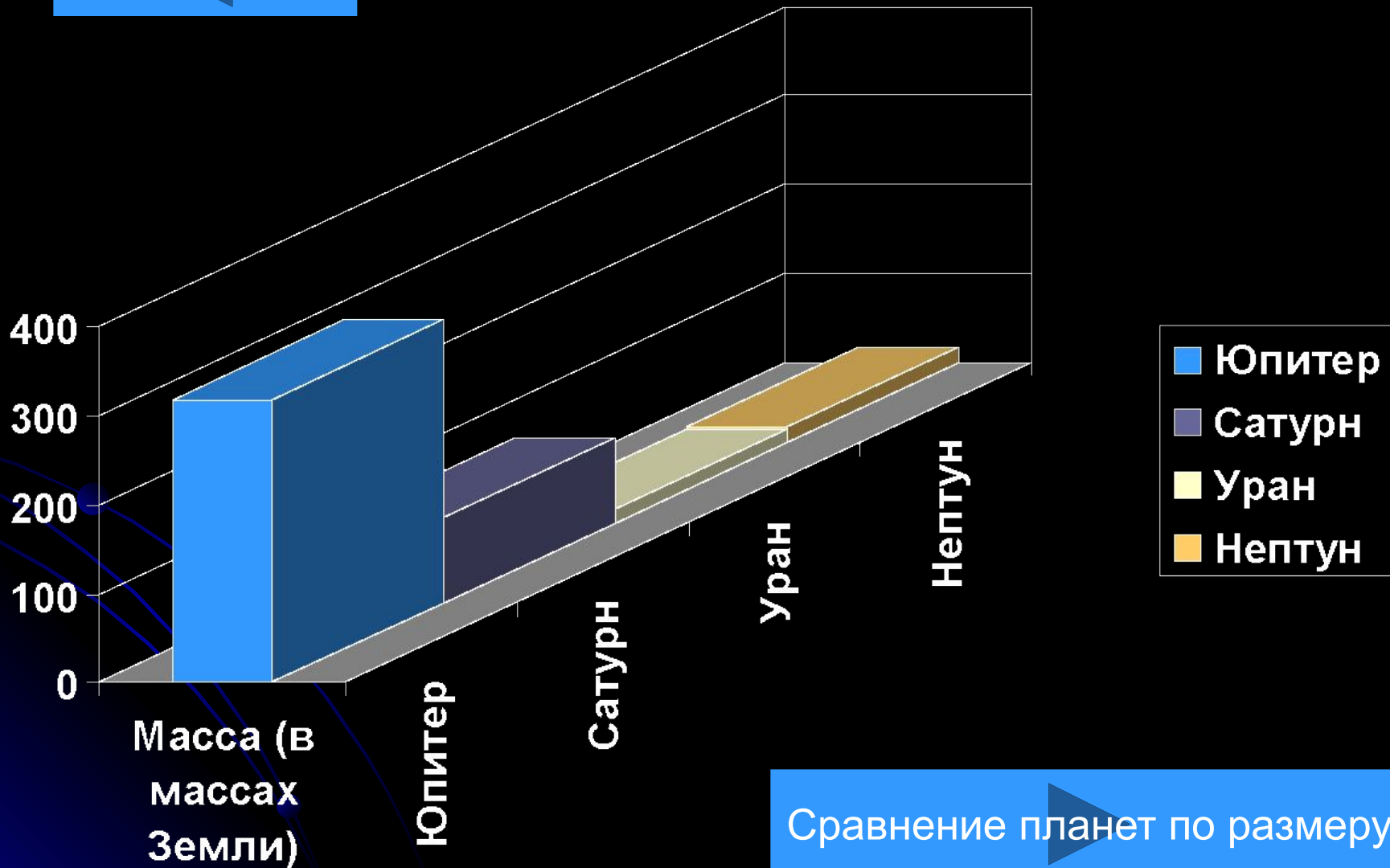
Северный  
полюс

«Кисель» из во-  
ды, аммиака и  
метана

Каменное  
ядро

# Сравнение планет-гигантов по

массе



Сравнение планет по размеру



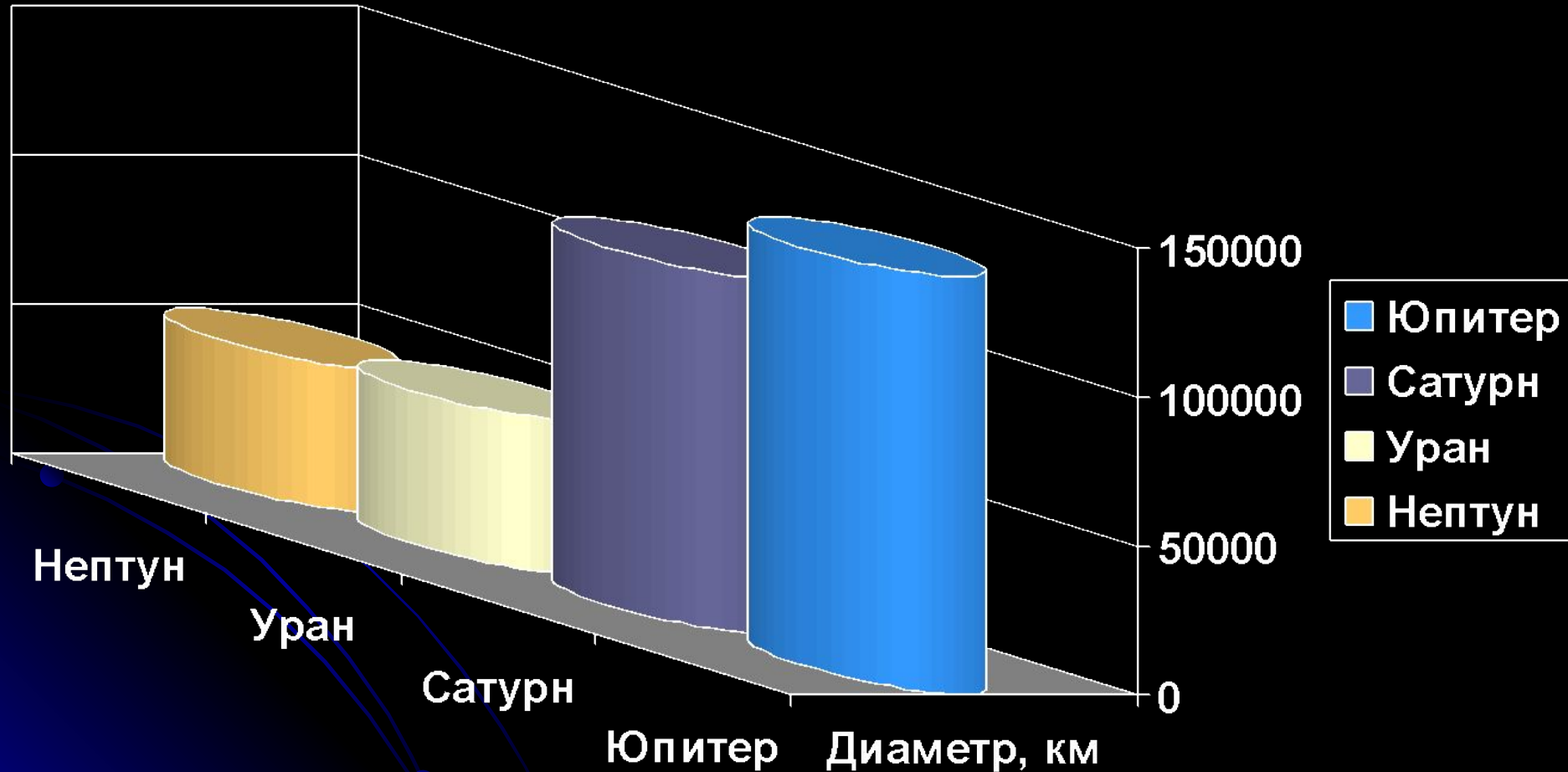
# Сравнение планет-гигантов по ПЛОТНОСТИ



Плотность,  
кг/м<sup>3</sup>



# Сравнение планет-гигантов по диаметру



Нептун

Уран

Сатурн

Юпитер Диаметр, км

Сравнение планет по плотности

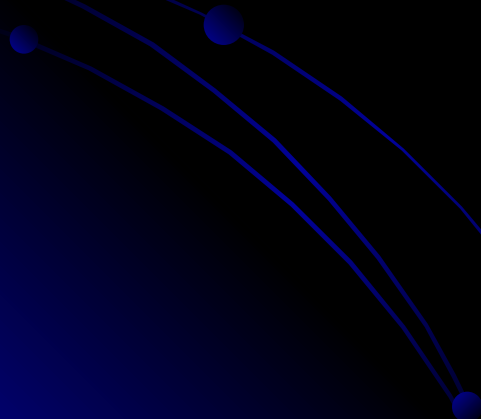




ФИЛЬМЫ О ...

... Планетах земной группы

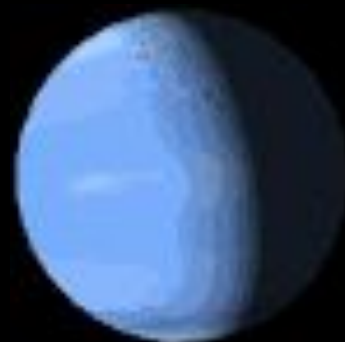
... Планетах-гигантах



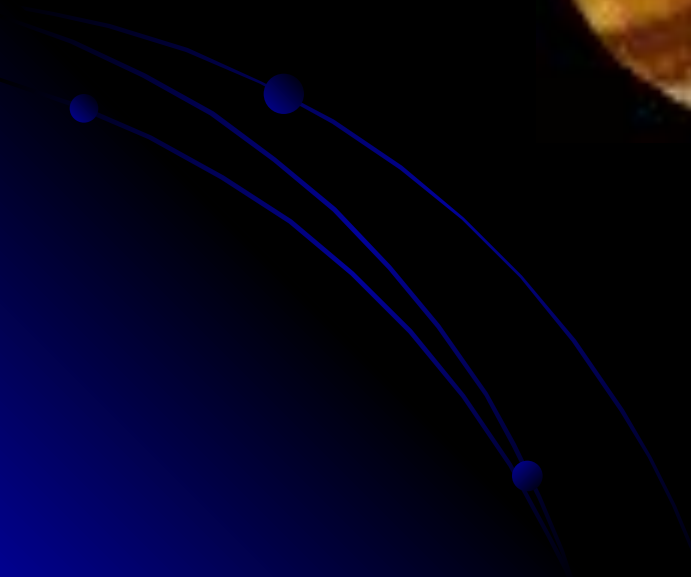


# Фильмы о ... планетах-гигантах

Юпитер



Нептун



# Бомбардировка Юпитера кометой





# Юпитер 3-D



# Красное Пятно Юпитера



# Гора Марса – «Лицо»



# Земля с Hubble




# Mapc 3-D



## MARS the Movie

This NASA Hubble Space Telescope full-globe picture of the planet Mars is the most detailed view of the red planet ever taken from Earth's distance. Hubble resolves details on Mars' surface as small as 30 miles across, to reveal craters, volcanoes, the north polar ice cap, and fleecy white clouds in the thin Martian atmosphere.



# Фильмы о ... планетах земной группы

Гора Марса – «Лицо»

Земля с Hubble

Марс 3-D



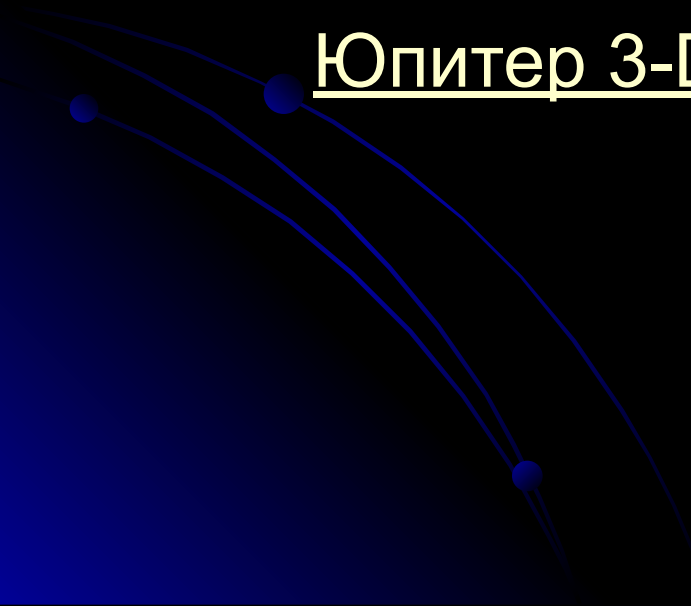


# Юпитер

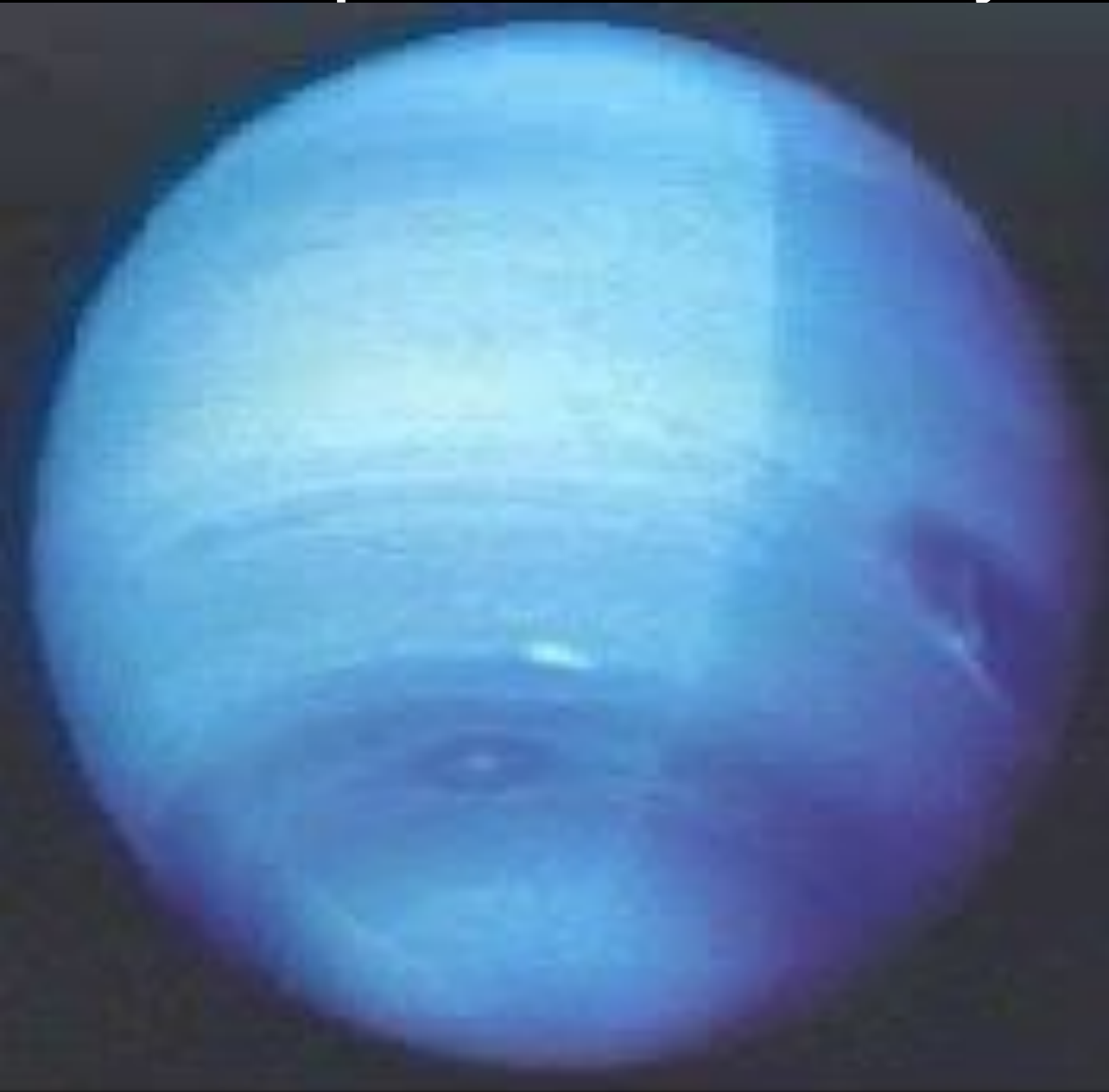
Красное пятно Юпитера

Бомбардировка Юпитера кометой

Юпитер 3-D



# Вращение Нептуна на боку

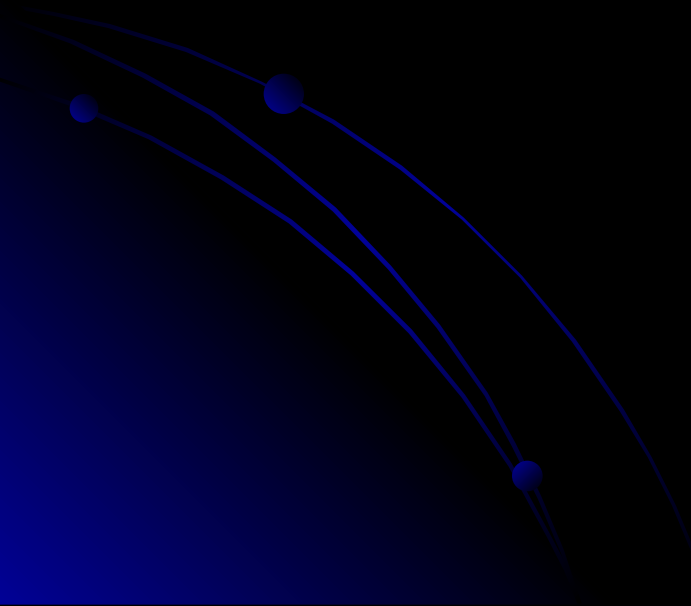






# Нептун

## Вращение Нептуна на боку



спутники

# Япет

Сатурн

1. а) Название;  
б) Историческая справка;  
в) Физические свойства;

2. Особенности.



спутники

# Титания и Оберон

Уран

1. а) Название;  
б) Историческая справка;  
в) Физические свойства;



## 2. Особенности.

спутники

# Умбриэль

Уран

1. а) Название;  
б) Историческая справка;  
в) Физические свойства;

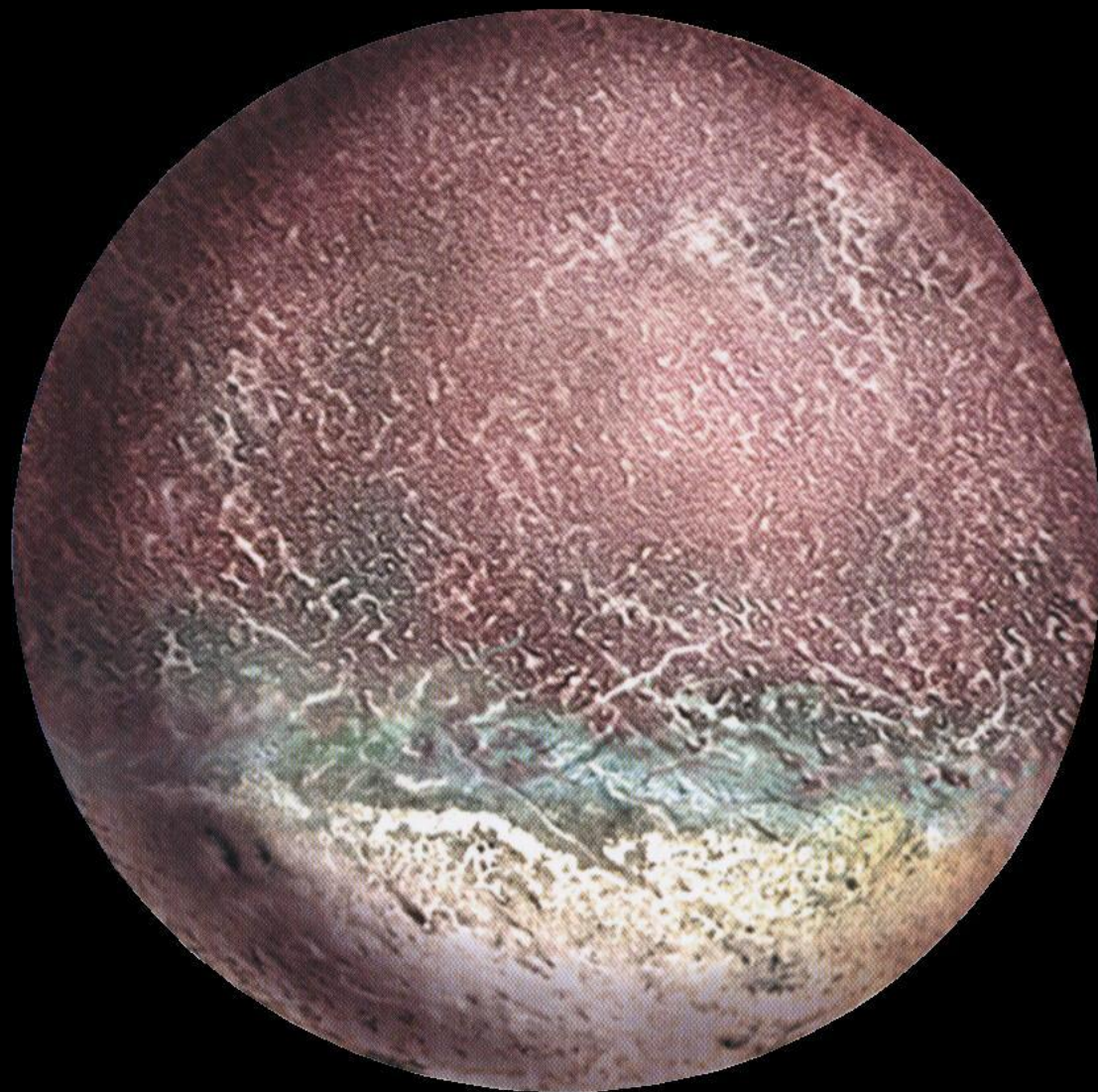
## 2. Особенности.



спутники

Нептун

# Тритон



1. а) Название;  
б) Историческая справка;  
в) Физические свойства;

2. Особенности.

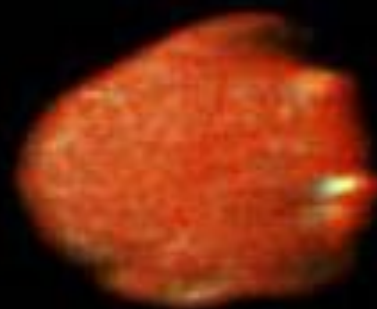
спутники

Юпитер

# Амальтея

1. а) Название;  
б) Историческая справка;  
в) Физические свойства;

## 2. Особенности.



спутники

Уран

# Ариэль



1. а) Название;  
б) Историческая справка;  
в) Физические свойства;

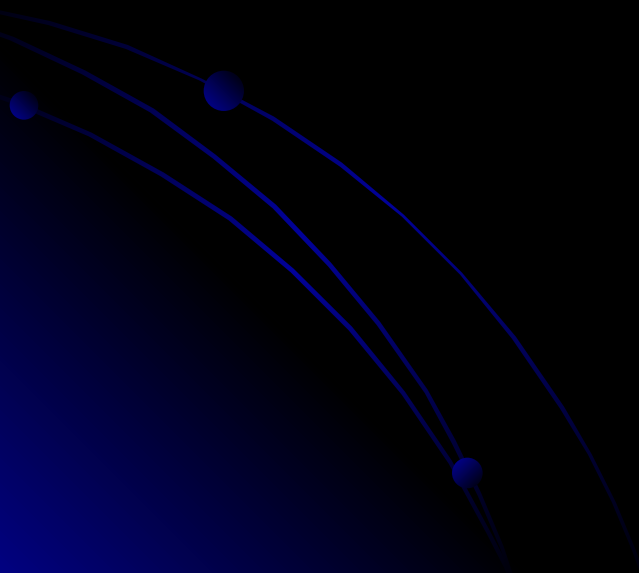
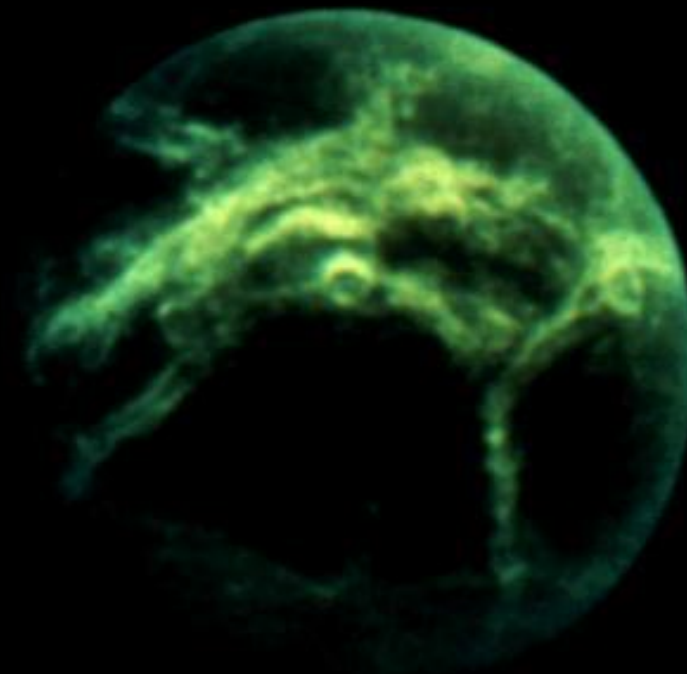
2. Особенности.

спутники

Сатурн

# Диона

1. а) Название;  
б) Историческая справка;  
в) Физические свойства;

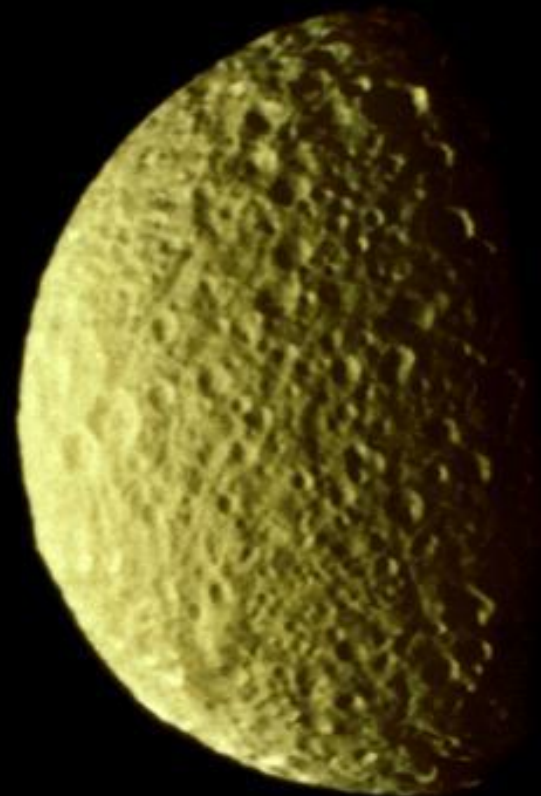




спутники

Сатурн

# Мимас



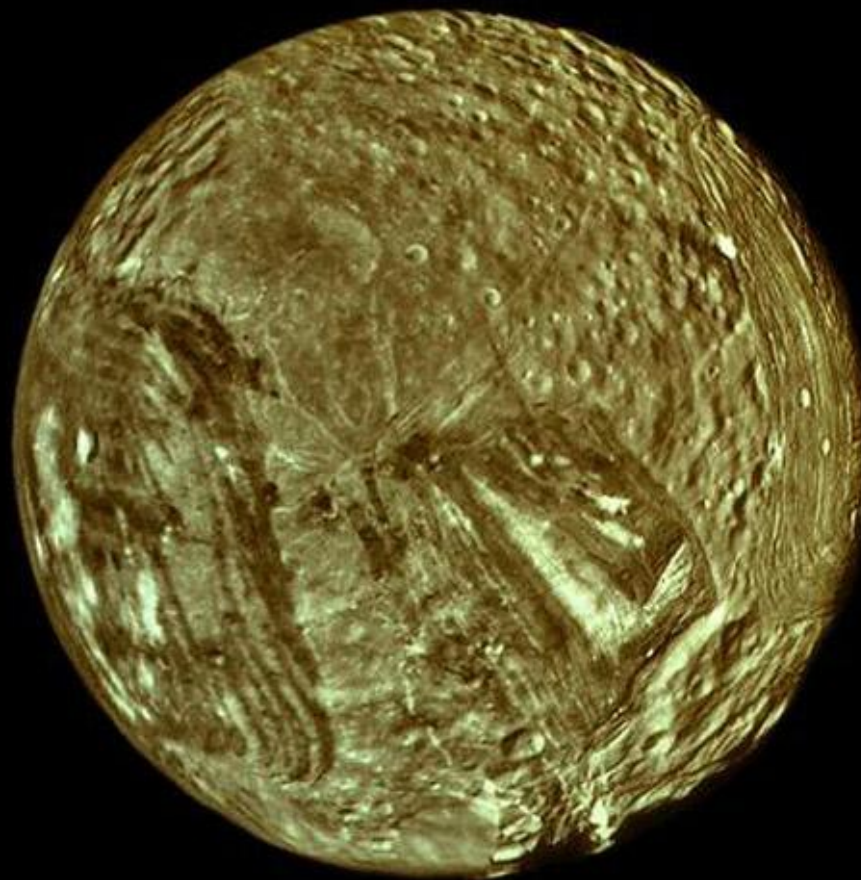
1. а) Название;  
б) Историческая справка;  
в) Физические свойства;

2. Особенности.

спутники

Уран

# Миранда



1. а) Название;  
б) Историческая справка;  
в) Физические свойства;

2. Особенности.

спутники

Сатурн

# Рея

1. а) Название:

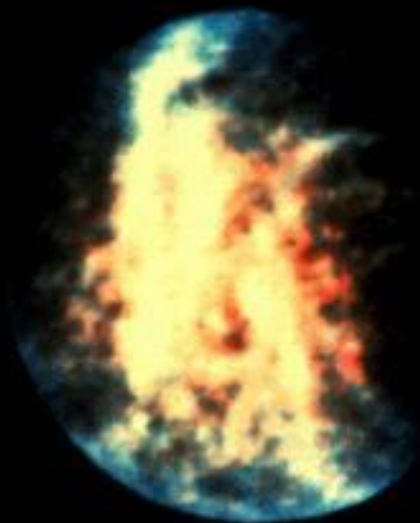
б) Историческая

справка;

в) Физические

свойства;

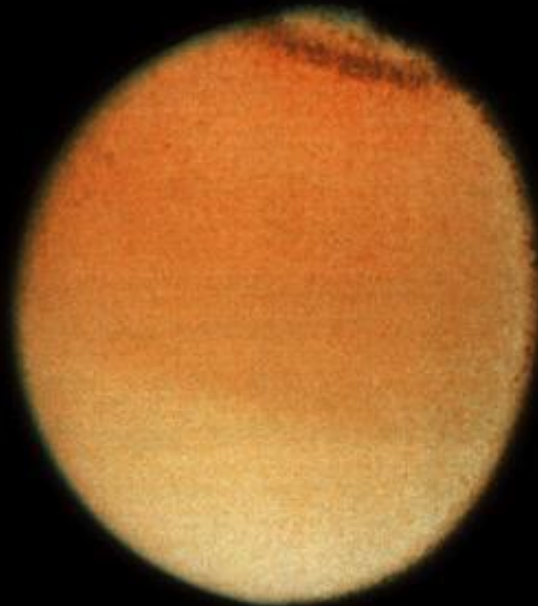
2. Особенности.



спутники

Сатурн

# Титан



1. а) Название;  
б) Историческая справка;  
в) Физические свойства;

2. Особенности.

спутники

Сатурн

# Энцелад

1. а) Название;  
б) Историческая справка;  
в) Физические свойства;

## 2. Особенности.



# Moons of . . .



Earth Mars Jupiter Saturn Uranus Neptune Pluto



Moon

Phobos

Deimos



Io



Europa



Ganymede



Callisto

+ at least  
24 smaller  
moons

- Mimas
- Enceladas
- Tethys
- Dione
- Rhea



Titan

- Hyperion
- Iapetus
- Phoebe

+ at least  
21 smaller  
moons

Uranus Neptune Pluto

- Puck
- Miranda
- Ariel
- Umbriel
- Titania
- Oberon

+ at least  
15 smaller  
moons



Triton

- Nereid

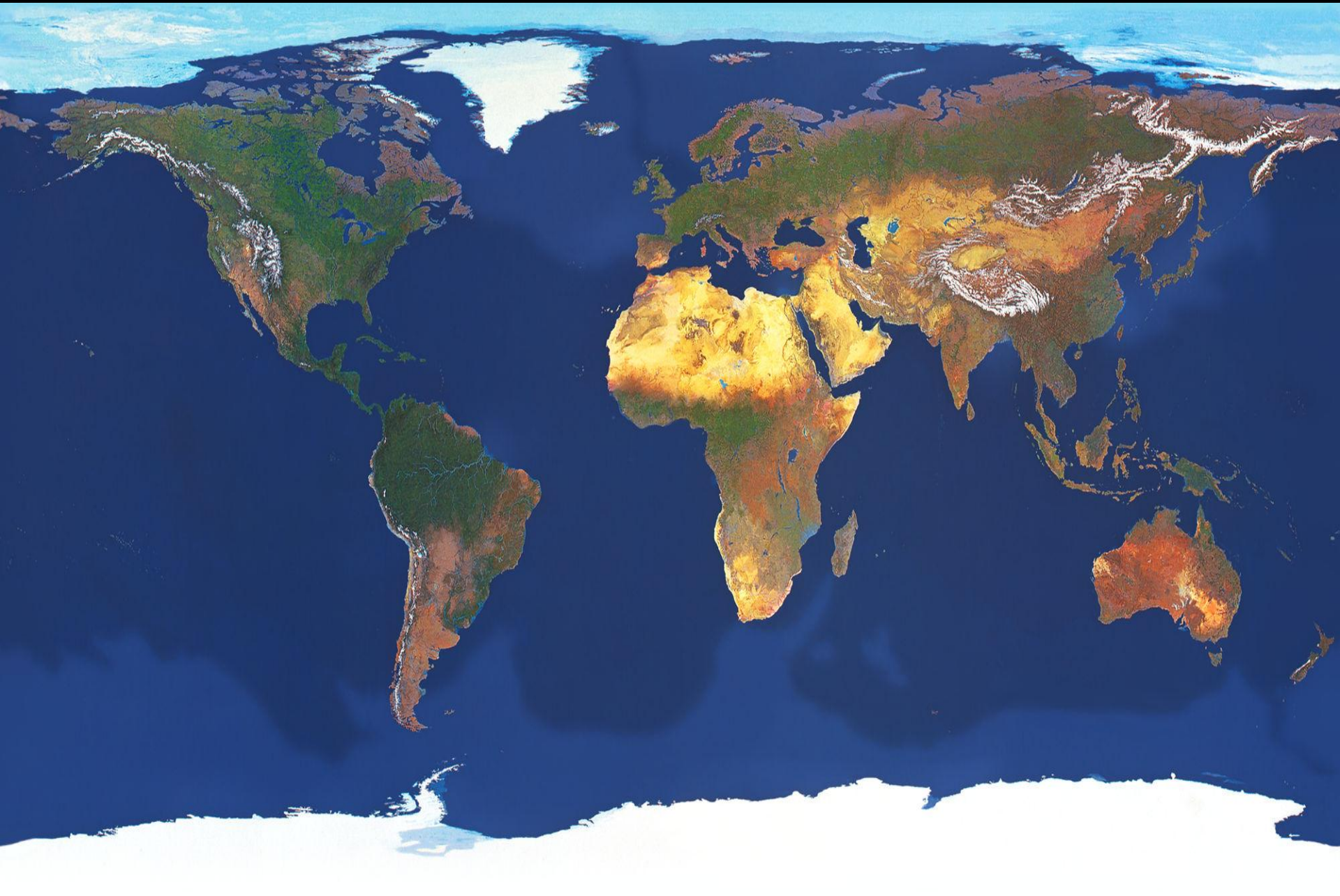
+ at least  
6 smaller  
moons

- Charon

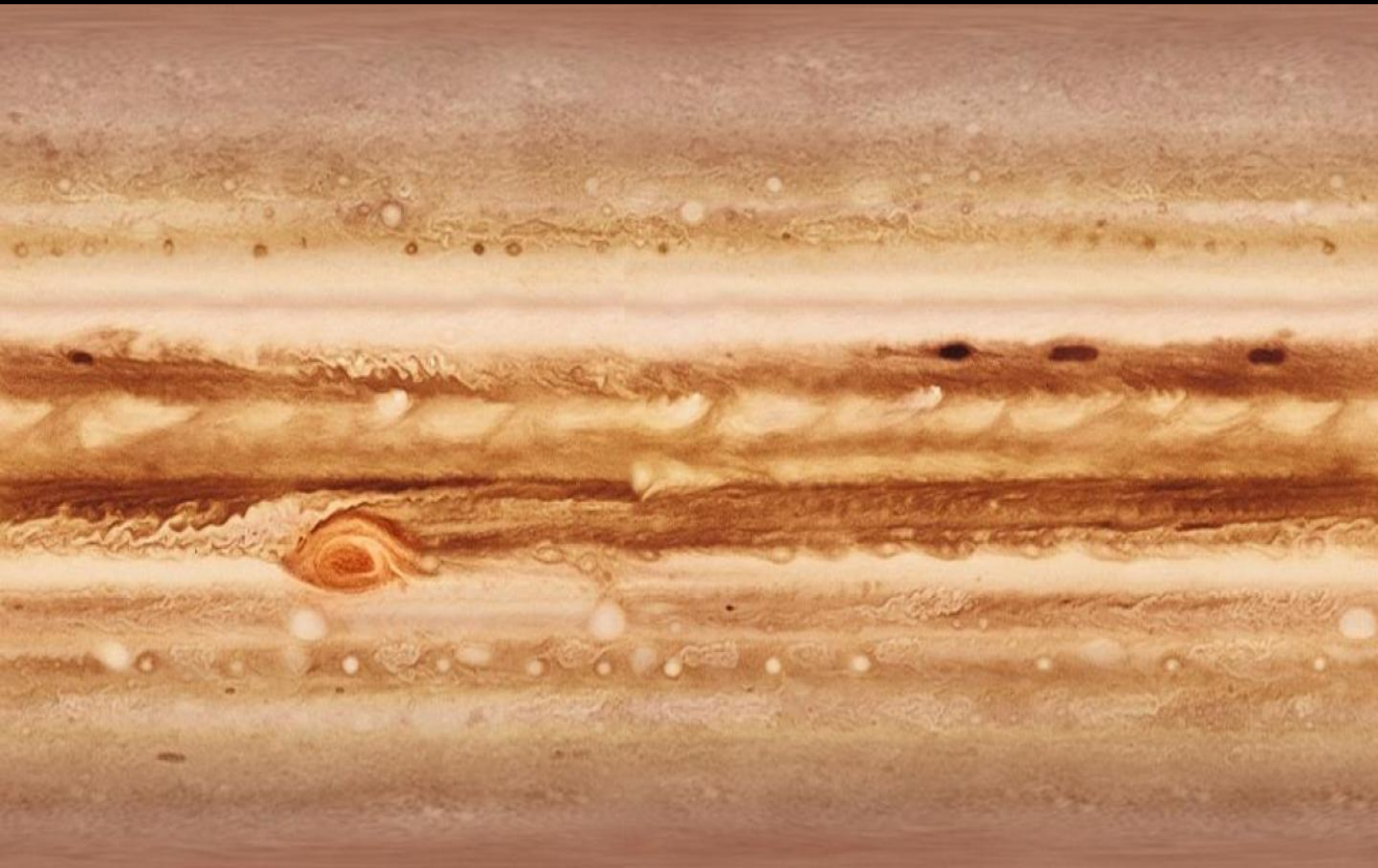
Earth



# Карта Земли

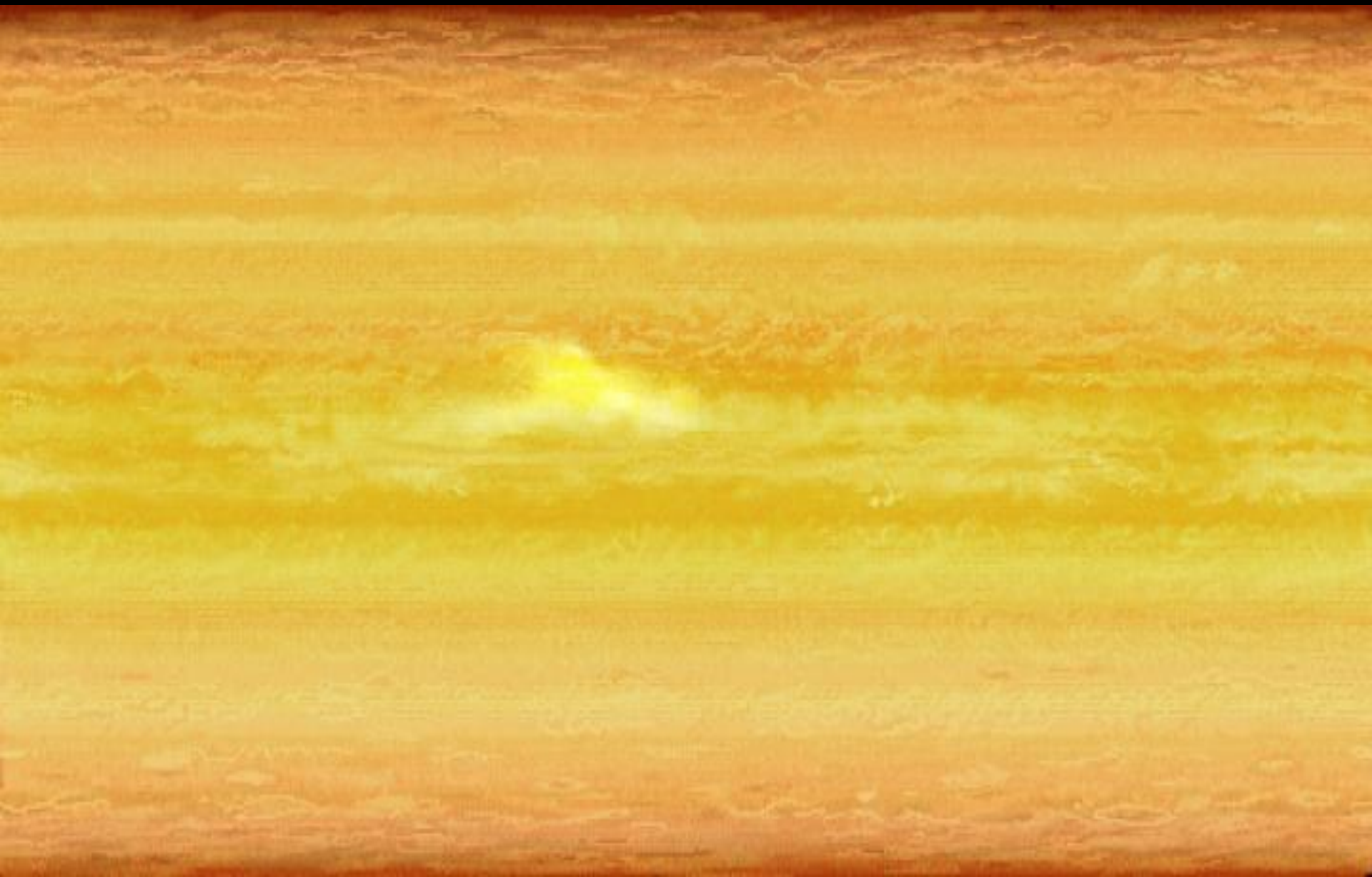


# Карта Юпитера

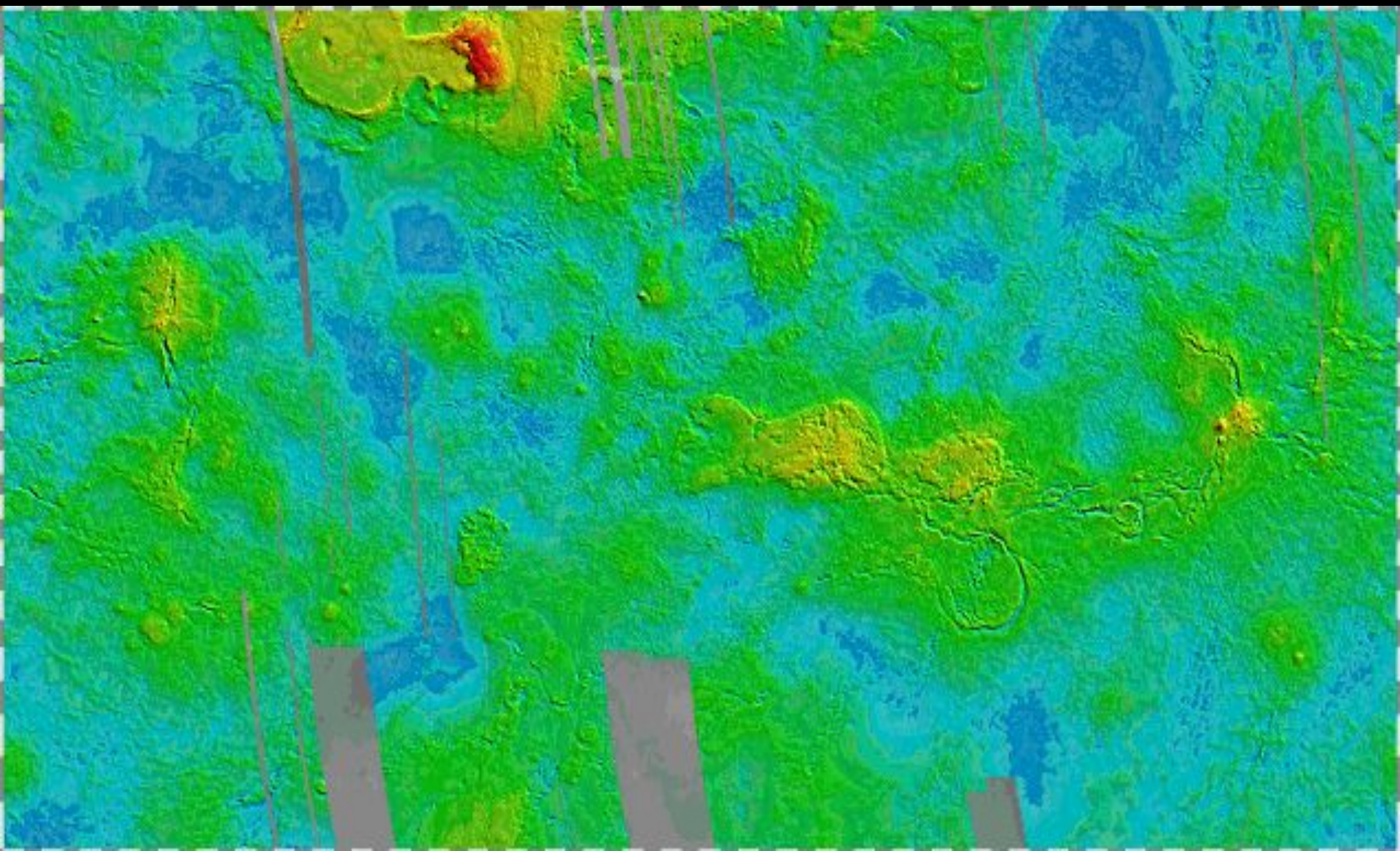




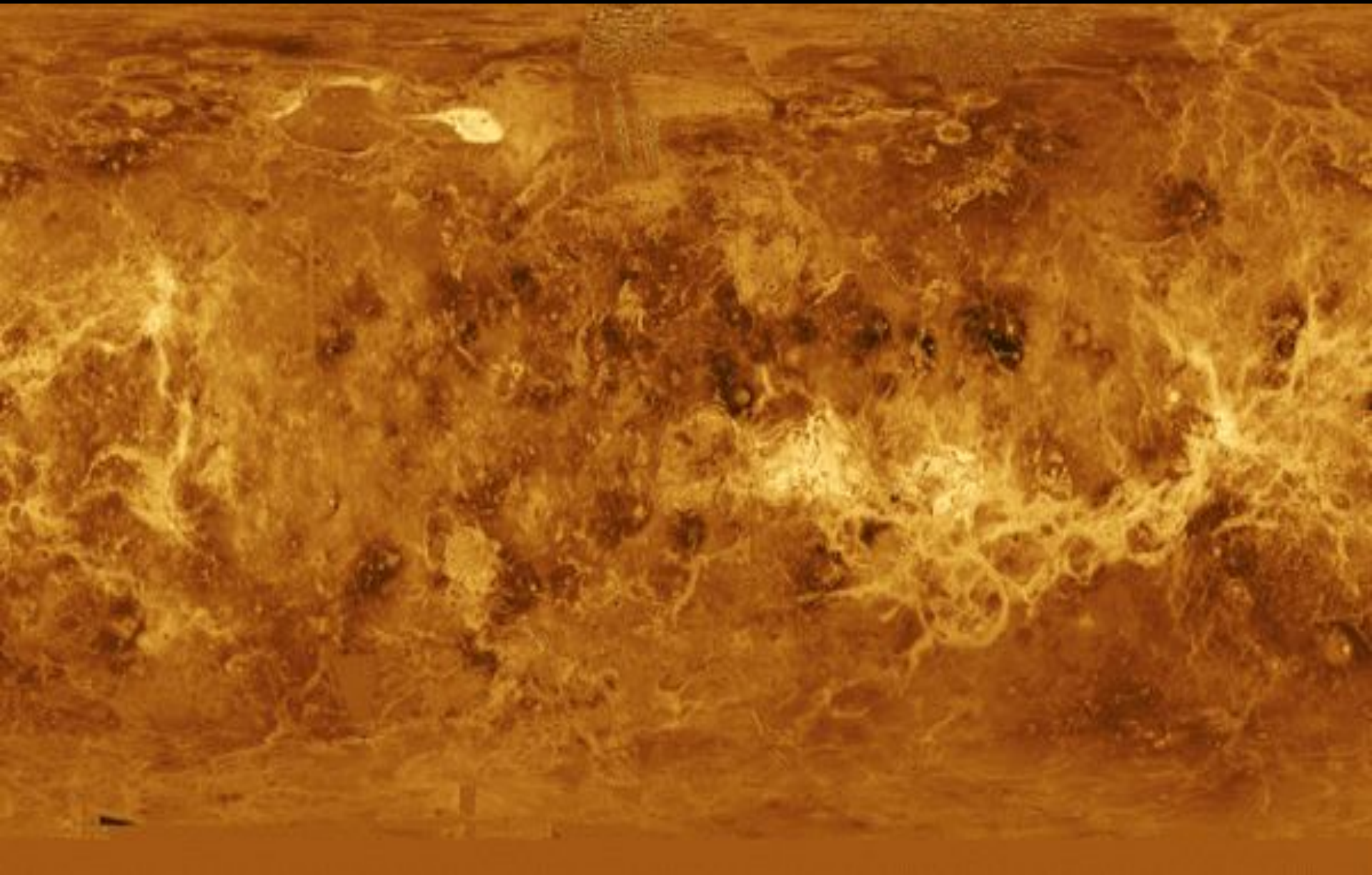
# Карта Сатурна



# Карта Венеры (Рельефная)



# Карта Венеры





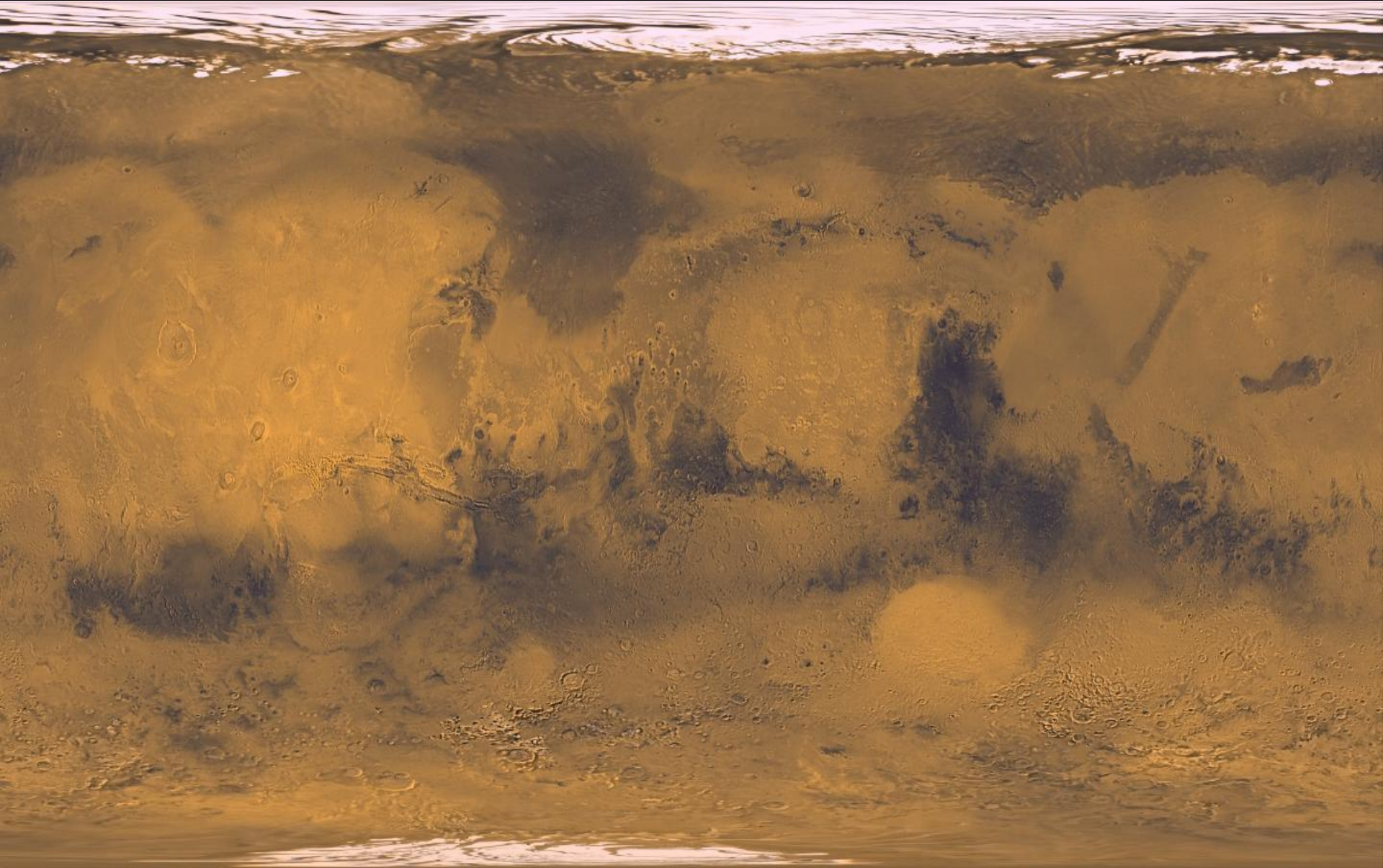
# Карта Урана



# Карта Нептуна



# Карта Марса





# Приложения

- 3D карты
- Символы планет
- Справочник физических данных
- Солнечная система
- Открытые вопросы
- Анимация планет

# Анимация планет

Солнце



Земля



Марс



Луна



Юпитер



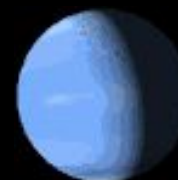
Сатурн



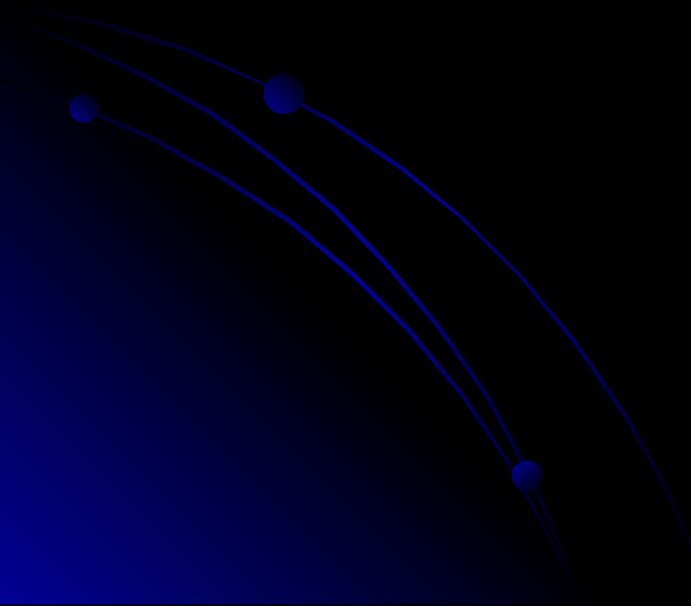
Уран



Нептун



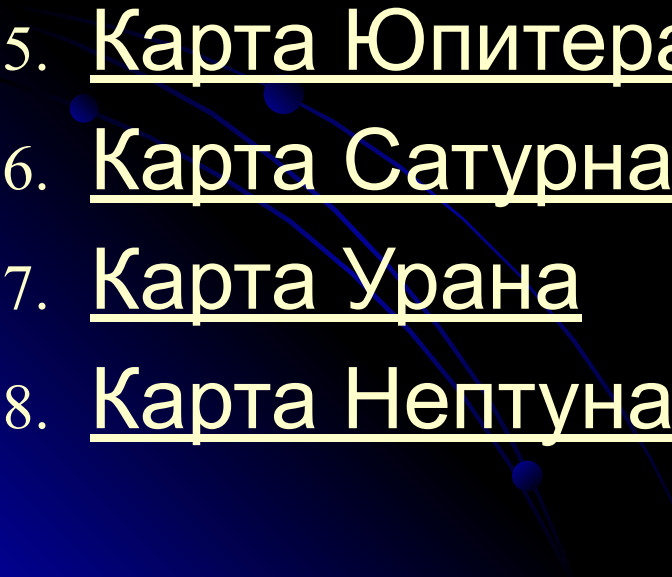
Плутон







# 3D карты

1. Карта Венеры (рельефная)
  2. Карта Венеры
  3. Карта Земли
  4. Карта Марса
  5. Карта Юпитера
  6. Карта Сатурна
  7. Карта Урана
  8. Карта Нептуна
- 

# Открытые вопросы...



- ...Юпитера
- ...Сатурна
- ...Урана
- ...Нептуна

# Открытые вопросы Нептуна



Магнитная ось Нептуна проходит далеко не через центр и под большим углом к оси вращения. Какие процессы формируют такое магнитное поле?

В чем причина недостатка гелия и водорода на Нептуне?

Почему на Нептуне так сильны ветры, тогда как он находится очень далеко от Солнца, а в то же время внутренний источник тепла в недрах планеты недостаточно силен для таких целей?

# Открытые вопросы Урана



Почему Уран не излучает больше тепла, чем он получает от Солнца, как другие газовые планеты? Может, тому причина – внутренний холод?

Почему ось так необычно наклонена? Это произошло из-за большого столкновения?

Почему Уран и Нептун содержат в себе меньше водорода и гелия, чем Юпитер и Сатурн? Просто потому, что они меньшие? Или потому, что они дальше от Солнца?

# Открытые вопросы Сатурна



Нет полной ясности в различиях между Юпитером и Сатурном: чем они вызваны? Может быть, свою роль играет разница масс или расстояний от Солнца? Несмотря на изложенные выше гипотезы, образование кольца Сатурна пока рано считать процессом во всех деталях понятным. Сатурн имеет ось магнитного поля, совпадающую с осью вращения планеты. Это известный единственный случай. В чем причины этого совпадения (или прочих несовпадений) неизвестно. Сатурн имеет очень низкую плотность, и это тоже требует объяснений.

# Открытые вопросы Юпитера



Следует разобраться с тем, как именно происходит расслоение атмосферы планеты, проявляющее себя полосами на видимой поверхности облаков. Причины возникновения таких воздушных течений ясны разве что в самых общих чертах. Множество вопросов вызывает спутниковая система гиганта.

# Символы планет



*Меркурий*

*Луна*



*Юпитер*



*Венера*

*Солнце*



*Сатурн*



*Земля*

*Плутон*



*Уран*



*Марс*

*Нептун*



# Справочные данные по различным темам.



▶ далее

Диапазон излучения	Длина волн в ангстремах	Энергия фотонов (эВ)
Гамма лучи	<1	>10 000
Рентгеновское	1 - 650	19,5
Ультрафиолетовое	763 - 2 884	15,8 - 4,3
Оптический диапазон		
Фиолетовое	4 550	2,7
Голубое	4 920	2,5
Зеленое	5 500	2,2
Желтое	5 880	2,1
Оранжевое	6 470	1,9
Красное	<7 600	1,6
Инфракрас	7 600 - 5 000	1,5



# Справочные данные по различным темам.



далее 

Ангстрем (Å)	$0.1 \times 10^{-9} \text{ м}$
Астрономическая единица (а.е.)	149 597 870 км
Световой год (св.г.)	$9.4605 \times 10^{12} \text{ км} = 0.30660 \text{ пс}$
Парсек (пс)	$3.0857 \times 10^{13} \text{ км} = 3.26161 \text{ св. г.} = 206265 \text{ а. е.}$
Солнечная масса ( $M_{\odot}$ )	$1.9891 \times 10^{30} \text{ кг}$
Солнечный радиус ( $R_{\odot}$ )	$6.960 \times 10^5 \text{ км}$
Скорость света в вакууме (с)	299 792 458 м/с
Гравитационная постоянная G	$6.672 \cdot 10^{-11} \text{ м}^3/(\text{кг} \cdot \text{с}^2)$
Сантиметр (см)	0.3937 Дюймов (inches)
Дюйм (inch)	2.54 сантиметра
Километр (км)	0.6214 миль
Масса покоя электрона ( $m_e$ )	$9.109534 \cdot 10^{-31} \text{ кг}$
Масса покоя протона ( $m_p$ )	$1.6726485 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$
Масса покоя нейтрона ( $m_n$ )	$1.6749543 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$
Нормальное атмосферное давление (p)	101325 Па



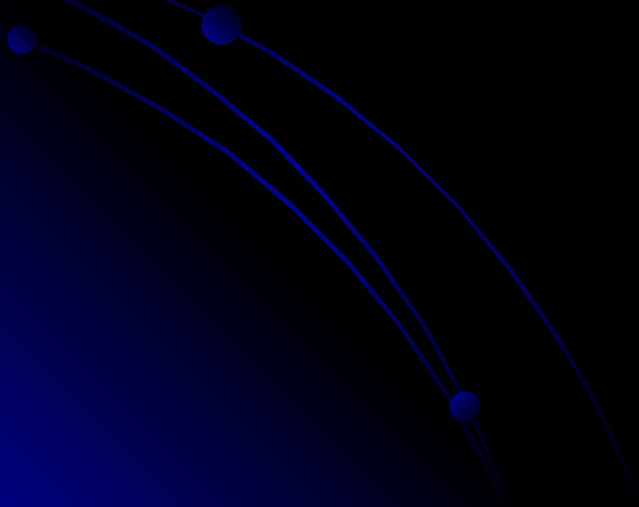
# Справочные данные по различным темам.

Ускорение свободного падения (g)	9,80665 м/с <sup>2</sup>
Масса атома водорода	1,07825036 а.е.м.
Радиус первой боровской орбиты (a <sub>0</sub> )	5,2917706•10 <sup>-11</sup> м
Миля (mi)	1.6093 километров
Микрон (μ)	1 микрометр = 10 <sup>-6</sup> метров
Нанометр (нм)	10 <sup>-9</sup> метров
Радян (180°/π)	57°.29577951308
Заряд электрона (e)	1.6021892•10 <sup>-19</sup> Кл
Отношение длины окружности к ее диаметру π	3.14159265359
Основание натуральных логарифмов e	2.718282
Площадь небесной сферы S = (360°) <sup>2</sup> /π	41252.9612494 кв. градуса
1 Узел	1.853 км/час = 1.15 миль/час
Давление 1 атмосфера	748 мм. ртутного столба = 101,325 кПа = 1013,25



# Описание Юпитера

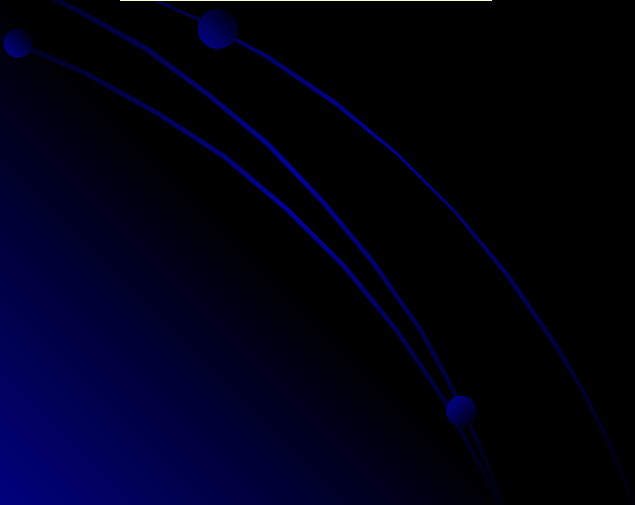
1. Историческая справка
2. Атмосфера
3. Внутреннее строение
4. Сравнение с планетами Солнечной системы





# Описание Сатурна

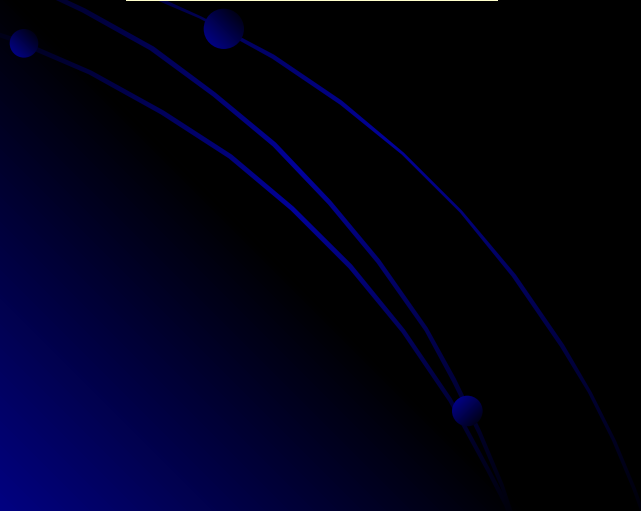
1. Историческая справка
2. Атмосфера
3. Внутреннее строение
4. Сравнение с планетами Солнечной системы





# Описание Урана

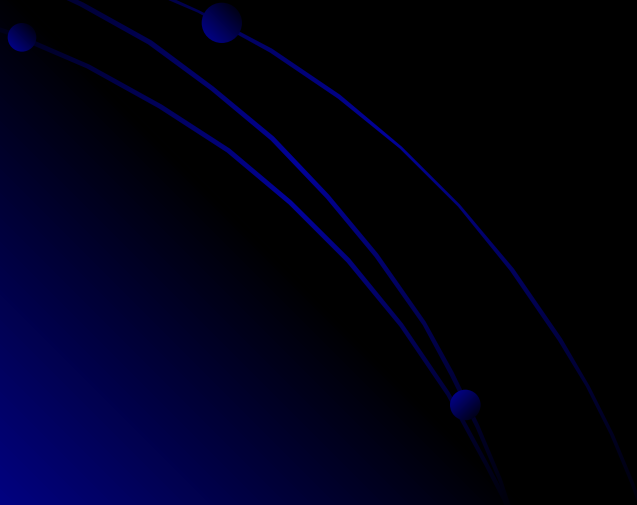
1. Историческая справка
2. Атмосфера
3. Внутреннее строение
4. Сравнение с планетами Солнечной системы

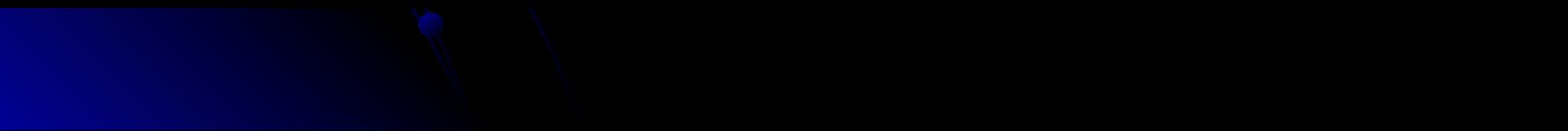
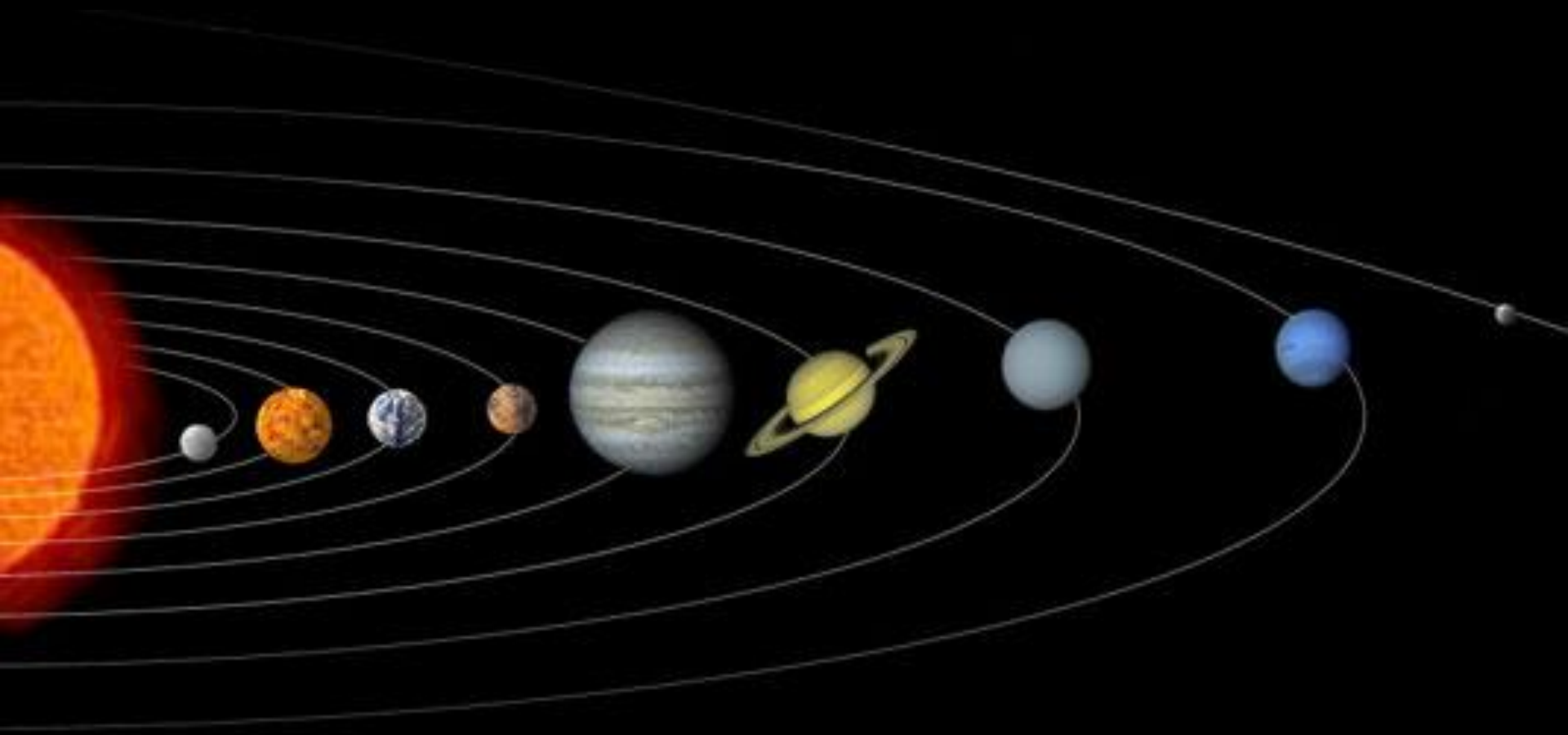




# Описание Нептуна

1. *Историческая справка*
2. *Атмосфера*
3. *Внутреннее строение*
4. *Сравнение с планетами Солнечной системы*





# Атмосфера Юпитера

Темные красноватые полосы на Юпитере называются поясами, а более светлые полосы – зонами. Фотографии, сделанные космическим телескопом «Хаббл», показывают, что всего за несколько недель в поясах и зонах происходят заметные изменения. Это связано с тем, что видимые для нас характерные черты Юпитера в действительности являются цветными и белыми облаками верхних слоев атмосферы. Вблизи Большого Красного пятна облака образуют красивые картины с вихрями и волнами. Крутящиеся в вихрях облака сдуваются вдоль полос сильнейшими ветрами, скорость которых превышает 500 км/ч.

Большая часть атмосферы Юпитера оказалась бы губительной для людей. В дополнение к преобладающим газам (водороду и гелию) там содержится также метан, ядовитый аммиак, водяные пары и ацетилен. Этот газовый состав похож на солнечный.







# Атмосфера Юпитера

В белых облаках содержатся кристаллы замерзшего аммиака и водяного льда. Коричневые, красные и синие облака, возможно, обязаны своим цветом химическим веществам, подобным нашим красителям, или сере. Через наружные слои атмосферы бывают видны грозовые молнии.

Активный облачный слой довольно тонок, он составляет менее 1/100 радиуса планеты. Ниже облаков температура постепенно повышается. И хотя на поверхности облачного слоя она равна  $-160^{\circ}\text{C}$ , опустившись сквозь атмосферу всего на 60 км, мы обнаружили бы такую же температуру, как на поверхности Земли. А еще немного глубже температура уже достигает точки кипения воды.

В облаках Юпитера имеются, кроме того, очень большое количество вихрей и крупных пятен. Самое большое из них – так называемое Большое Красное пятно, превосходящее по своим размерам Землю.


# Внутреннее строение Юпитера

В глубине Юпитера материя начинает вести себя весьма необычным образом. Хотя нельзя исключить, что в центре планеты имеется небольшое железное ядро, но все же наибольшая часть глубинной области состоит из водорода. Внутри планеты под огромным давлением водород из газа превращается в жидкость. На все более и более глубоких уровнях давление продолжает повышаться из-за колоссального веса вышележащих слоев атмосферы.

На глубине около 100 км расположен безбрежный океан жидкого водорода. Ниже 17000 км водород оказывается сжат настолько сильно, что его атомы разрушаются.




# Внутреннее строение Юпитера



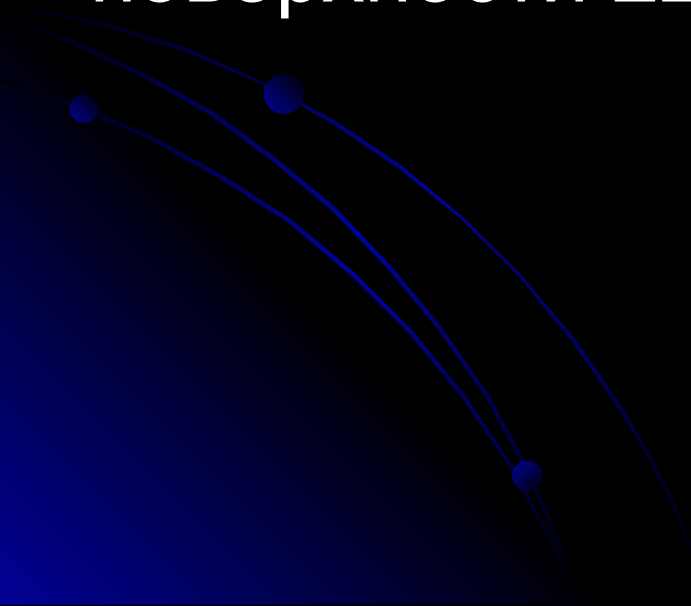
И тогда он начинает вести себя, как металл; в этом состоянии он легко проводит электричество. Электрический ток, протекающий в металлическом водороде, создает вокруг Юпитера сильное магнитное поле.

• Металлический водород в глубинах Юпитера – это пример необычного вида материи, который астрономы могут изучать, но который практически невозможно воспроизвести в лабораторных условиях.

# Внутреннее строение Урана



Под газовой оболочкой толщиной около 8 тыс. км (треть радиуса планеты) должен располагаться плотный океан из воды, аммиака и метана с температурой поверхности 2200 °С.



# Внутреннее строение Нептуна



Под газовой оболочкой толщиной около 8 тыс. км (треть радиуса планеты) должен располагаться плотный океан из воды, аммиака и метана с температурой поверхности 2200 °С.

- Но весит он чуть больше, а радиус его почти совпадает с радиусом Урана.

# Внутреннее строение Сатурна

Ниже атмосферы простирается океан жидкого молекулярного водорода. На глубине около половины радиуса планеты давление в нем достигает 3 млн. атмосфер, и водород уже не может существовать в молекулярном состоянии. Он становится металлическим, хотя и по-прежнему жидким.

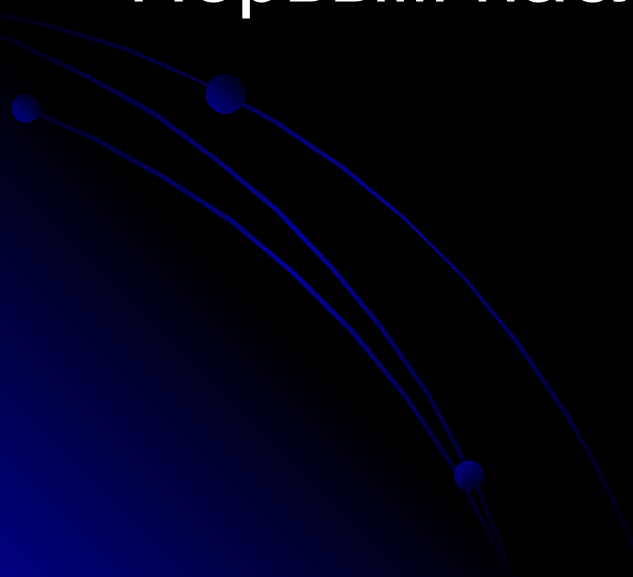
В центре планеты находится массивное ядро (до 20 земных масс) из камня, железа и, возможно... льда.

# Историческая справка Юпитера



Хронология

**Юпитер** (от лат. имени бога Iuppiter, Iovis Pater от iuvare - "помогать") - пятая от Солнца планета Солнечной системы (большая полуось орбиты  $a=5.203$  а. е.).  
Первым наблюдает Галилей в 1610 г.

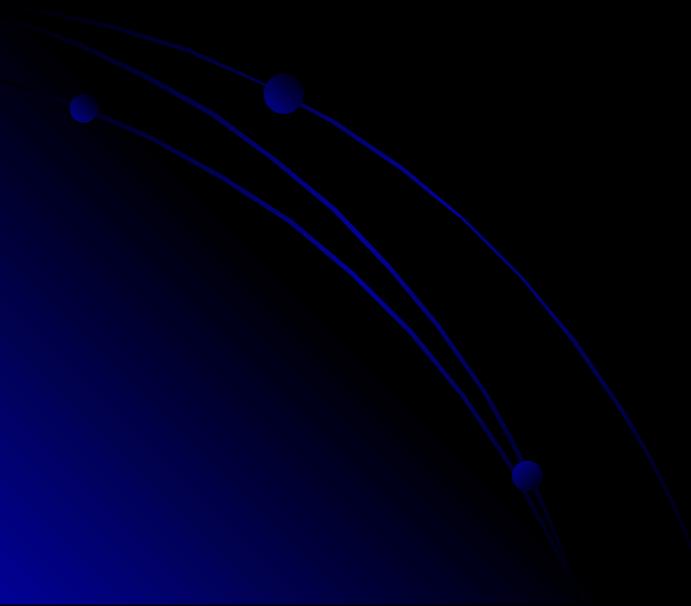


# Историческая справка Сатурна



Хронология 

**Сатурн** (Saturnus) - шестая от Солнца планета Солнечной системы (большая полуось орбиты  $a=9.539$  а. е.).





# Историческая справка Урана

Хронология

**Уран** (лат. Uranus, от греч. ouranos - "небо") - седьмая от Солнца планета Солнечной системы (большая полуось орбиты  $a=19.191$  а. е.). Открыта Гершелем 13 марта 1781 г. в г. Бат. Изначально Гершель принял Уран за комету. Как выяснилось впоследствии, Уран неоднократно наблюдался ранее, но принимался за обычную звезду. Самая ранняя запись о "звезде" Уран была сделана в 1690 г., когда Джон Флемстид каталогизировал её как 34-ю Тельца. Гершель назвал планету "Georgium Sidus" (Звезда Георга) в честь своего покровителя, британского короля Георга III; другие называли ее планетой Гершеля. Имя "Уран" утвердилось лишь в 1850-м году.

# Историческая справка Нептуна

Хронология

**Нептун** (лат. Neptunus) - восьмая от Солнца большая планета Солнечной системы (большая полуось орбиты  $a=30.061$  а. е.). Впервые существование Нептуна было зарегистрировано Г. Галилеем, наблюдавшим планету в 3 ч ночи по местному времени 28 декабря 1612 г. во Флоренции, но ошибочно принявшим Нептун за неподвижную звезду. Французский астроном Лаланд нанёс Нептун на карту звёздного неба в 1795 г., также посчитав этот объект звездой. "Официальное" открытие Нептуна произошло вечером 23 сентября 1846 г.: немецкий астроном Иоганн Галле (Берлин) обнаружил Нептун на основании расчётов французского математика Урбена Леверье.

# Важнейшие открытия (Юпитер)

1610 – Галилей наблюдает в телескоп Юпитер и его спутники.

1664 – в Оксфорде Роберт Гук описывает и зарисовывает Большое Красное пятно.

1675 – первое правильное измерение скорости света, произведенное при помощи хронометрирования затмений спутников Юпитера.

1932 – в атмосфере Юпитера обнаружены метан и аммиак.

1951 – высказано предположение, что водород на Юпитере обладает свойствами металла.

# Важнейшие открытия (Юпитер)



1955 – случайное открытие радиоволн, излучаемых Юпитером.

1973 – первый космический зонд «Пионер» пролетает вблизи Юпитера.

1979 – встреча «Вояджера» с Юпитером.

Обнаружено вращение Большого Красного пятна, обнаружена небольшая система колец, открыты

полярные сияния, получены великолепные фотографии Юпитера и всех его лун.

1989 – запущен космический зонд «Галилей».

1994 – столкновение кометы с Юпитером.

# Важнейшие открытия (Сатурн)



1610 – первое наблюдение Сатурна в телескоп Галилеем. Его телескоп был недостаточно мощным, чтобы разглядеть кольца, и Галилей записал, что Сатурн состоит из трёх частей.

1633 – самая ранняя зарисовка Сатурна.

1655 – Христиан Гюйгенс открывает Титан.

1656 – Христиан Гюйгенс сообщает о наличии кольца у Сатурна.

1675 – Кассини обнаруживает щель в кольцах.

1837 – открытие щели Энке.

# Важнейшие открытия (Сатурн)

- 1876 – открытие заметного белого пятна.
- 1932 – в атмосфере открыты аммиак и метан.
- 1979 – сближение «Пионера-11 с Сатурном.
- 1980 – «Вояджер-1» получает изображения Сатурна и Титана.
- 1981 – полет к Сатурну «Вояджера-2».
- 1990 – наблюдение Сатурна при помощи космического телескопа «Хаббл».

# Важнейшие открытия (Уран)



1690 – Уран впервые был описан, но в качестве звезды.

1781 – Уран открыт Уильямом Гершелем как планета.

1787 – Уильям Гершель обнаруживает два спутника Урана.

1977 – открыты кольца Урана.

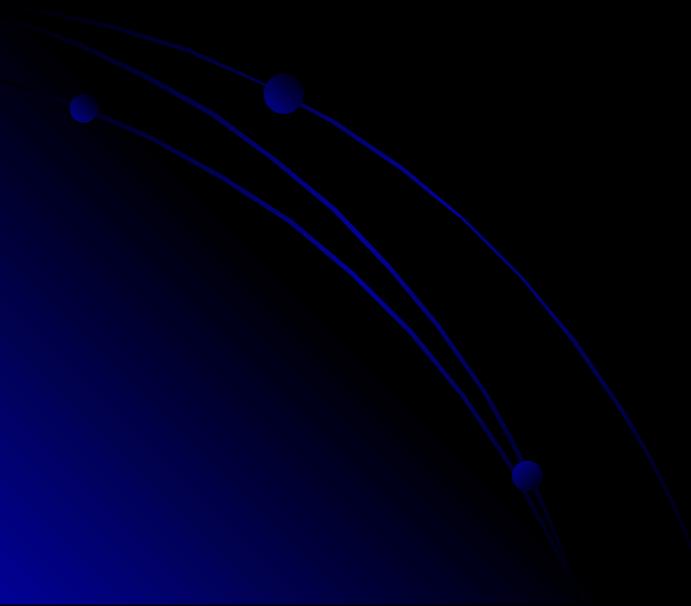
1986 – сближение «Вояджера-2» с Ураном.  
Открыты новые луны Урана.

# Важнейшие открытия (Нептун)



1846 – открытие Нептуна.

1989 «Вояджер-2» проходит вблизи Нептуна,  
открывает кольца.







# Нереида

(Nereid) -

Спутник Нептуна, наиболее дальний из всех восьми известных спутников. Нереида открыта Дж.Койпером в 1949 г. Звёздная величина Нереиды в среднюю оппозицию 18.7m. Угловое расстояние от планеты в среднюю оппозицию 4'21". Среднее расстояние от Нептуна 219 экв. радиусов планеты (5562.4 тыс. км). Сидерический период обращения 360.16 суток. Нереида движется по орбите с наибольшим среди всех спутников планет Солнечной системы эксцентриситетом - 0.75; наклон орбиты Нереиды к плоскости экватора Нептуна составляет 29 °. Нереида испытывает самые большие, пожалуй, среди всех известных спутников относительные возмущения (от Тритона). Диаметр Нереиды 340 км.



# Наяда

Спутник Нептуна, ближайший к планете из всех восьми известных спутников. Наяда открыта в 1989 г. с космического аппарата "Вояджер-2". Звёздная величина Наяды в среднюю оппозицию 25m. Среднее расстояние от Нептуна 48.00 тыс. км. Сидерический период обращения 0.296 суток. Наяда движется практически в плоскости экватора Нептуна. Диаметр Наяды около 50 км.



# Таласса

Спутник Нептуна, второй (после Наяды) по удалённости от планеты. Таласса открыта в 1989 г. с космического аппарата "Вояджер-2". Звёздная величина Талассы в среднюю оппозицию 24m. Среднее расстояние от Нептуна 50.00 тыс. км. Сидерический период обращения 0.312 суток. Орбита Талассы наклонена к плоскости экватора Нептуна под углом  $4.5^\circ$ . Диаметр Талассы около 80 км.



# Деспина

Спутник Нептуна, третий по удалённости от планеты. Деспина открыта в 1989 г. с космического аппарата "Вояджер-2". Звёздная величина Деспины в среднюю оппозицию 23m. Среднее расстояние от Нептуна 52.50 тыс. км. Сидерический период обращения 0.333 суток. Деспина движется практически в плоскости экватора Нептуна. Диаметр Деспины около 180 км. Поверхность Деспины чёрная и покрыта кратерами.



# Галатея

Спутник Нептуна, четвёртый (из восьми известных) по удалённости от планеты. Галатея открыта в 1989 г. с космического аппарата "Вояджер-2". Звёздная величина спутника Нептуна Галатеи в среднюю оппозицию 22<sup>m</sup>. Среднее расстояние от Нептуна 62.00 тыс. км. Сидерический период обращения 0.429 суток. Галатея движется практически в плоскости экватора Нептуна. Диаметр около 150 км.



# Фива

(Thebe), Теба -

спутник Юпитера, четвёртый по удалённости от планеты. Фива открыта С. Синнотом в 1979 г. Звёздная величина Фивы в среднюю оппозицию 16.0m. Среднее расстояние от Юпитера 3.108 экваториального радиуса планеты (221.90 тыс. км). Сидерический период обращения 0.6745 земных суток. Фива движется по практически круговой орбите (эксцентриситет 0.015) в плоскости экватора планеты (наклон около  $0.8^\circ$ ). Фива имеет неправильную форму. Диаметр 100-110 км. Масса Фивы составляет порядка  $3 \times 10^{-10}$  - массы Юпитера.



# Планеты - гиганты

## Планеты-гиганты -

большие планеты, расположенные за поясом астероидов до Нептуна включительно: Юпитер, Сатурн, Уран и Нептун. Они представляют собой газообразные тела, сжатые под гигантским давлением; они значительно больше по размерам и массе, чем планеты земной группы, меньше по плотности, быстрее вращаются. Планеты-гиганты имеют многочисленные семьи спутников и системы колец. Около 98% суммарной массы планет Солнечной системы приходится на долю планет-гигантов.

# Солнце



- Видимая звёздная величина  $m = -26.74$ , абсолютная звёздная величина  $M = +4.83m$ .
- Радиус Солнца – 695000 км, т.е. в 109 раз больше экваториального радиуса Земли;
- Масса Солнца -  $1.99 \times 10^{33}$ г, т.е. в 333 000 раз больше массы Земли.
- Средняя плотность солнечного вещества -  $1.41 \text{ г/см}^3$ , что составляет 0.256 средней плотности Земли (солнечное вещество содержит по массе свыше 70% водорода, свыше 20% гелия и около 2% др. элементов).
- Солнце вращается вокруг собственной оси (наклонённой под углом  $83^\circ$  к плоскости эклиптики) в прямом (том же, что и Земля) направлении.
- Эффективная температура поверхности - 5780 К.



# Солнце



- Вращение Солнца имеет дифференциальный характер: экваториальная зона вращается быстрее ( $14.4^\circ$  за сутки), чем высокоширотные зоны (порядка  $10^\circ$  за сутки у полюсов).
- Средний синодический период вращения Солнца (экваториальная зона) - 25.380 суток, средний сидерический период 27.275 суток.
- Скорость на экваторе - около 2 км/с.
- Мощность излучения Солнца - его светимость - около  $3.86 \times 10^{33}$  эрг/с,
- В Солнце сосредоточено 99.866% массы Солнечной системы.

# Особенности вращения Юпитера вокруг Солнца



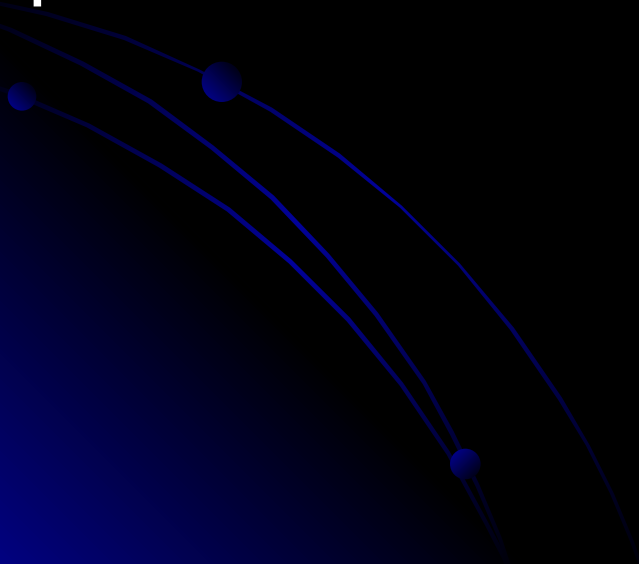
- сидерический период обращения вокруг Солнца  $T=11.86223$  года,
- эксцентриситет  $e=0.048$ ,
- наклонение  $i=1^{\circ}18'$ ,
- средняя линейная скорость движения по орбите  $V=13.1$  км/с,
- средний синодический период обращения  $S=398.88$  суток.

# Особенности вращения Юпитера



вокруг своей оси

Юпитер быстро вращается. Из-за действия центробежных сил планета заметно расплющилась, и её полярный радиус стал на 4400 км меньше экваториального, равного 71400 км.



# Особенности вращения Сатурна вокруг Солнца



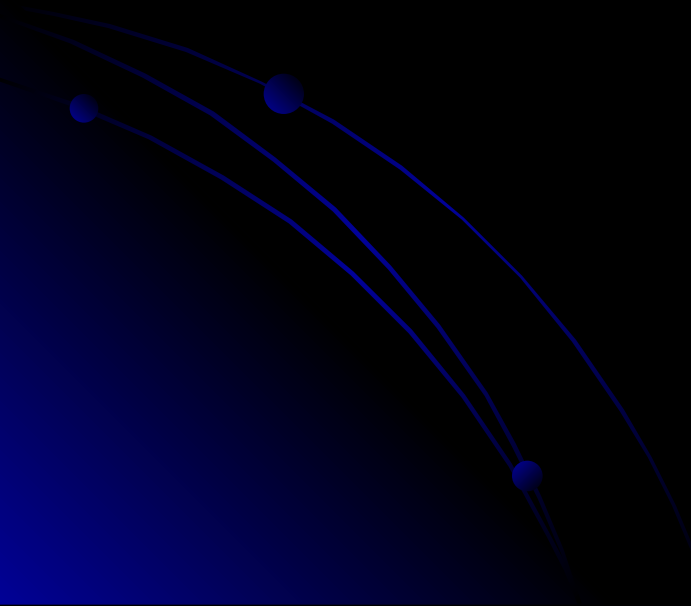
- сидерический период обращения вокруг Солнца  $T=29.45772$  года,
- эксцентриситет  $e=0.055$ ,
- наклонение  $i=2^{\circ}29'$ ,
- средняя линейная скорость движения по орбите  $V=9.6$  км/с,
- средний синодический период обращения  $S=378.09$  суток.

# Особенности вращения Сатурна



вокруг своей оси

У Сатурна очень короткий период вращения – всего 10 ч 16 мин. Скорость вращения атмосферы в экваториальных зонах больше, чем близ полюсов.



# Особенности вращения Урана вокруг Солнца



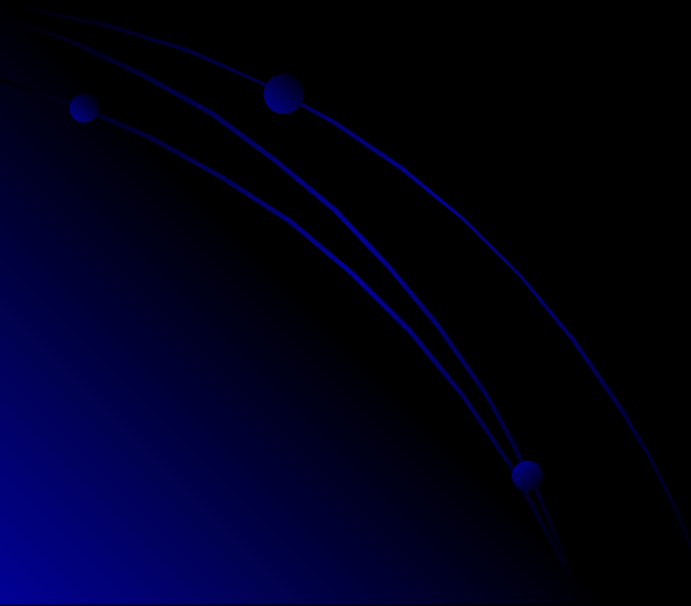
- сидерический период обращения вокруг Солнца  $T=84.01529$  года,
- эксцентриситет  $e=0.047$ ,
- наклонение  $i=0^{\circ}46'$ ,
- средняя линейная скорость движения по орбите  $V=6.8$  км/с,
- средний синодический период обращения  $S=369.66$  суток.

# Особенности вращения Урана



вокруг своей оси

Примечательная особенность этой планеты заключается в том, что она вращается «лежа на боку» (даже слегка «вниз головой»): наклон ее оси вращения  $98^\circ$ .



# Особенности вращения Нептуна вокруг Солнца



- сидерический период обращения вокруг Солнца  $T=164.78829$  года,
- эксцентриситет  $e=0.008$ ,
- наклонение  $i=1^{\circ} 47'$ ,
- средняя линейная скорость движения по орбите  $V=5.4$  км/с,
- средний синодический период обращения  $S=367.48$  суток.



# Особенности вращения Нептуна



## вокруг своей оси

Период вращения Нептуна вокруг своей оси равен 15 часам 48 минутам.

Магнитное поле Нептуна странно ориентировано.

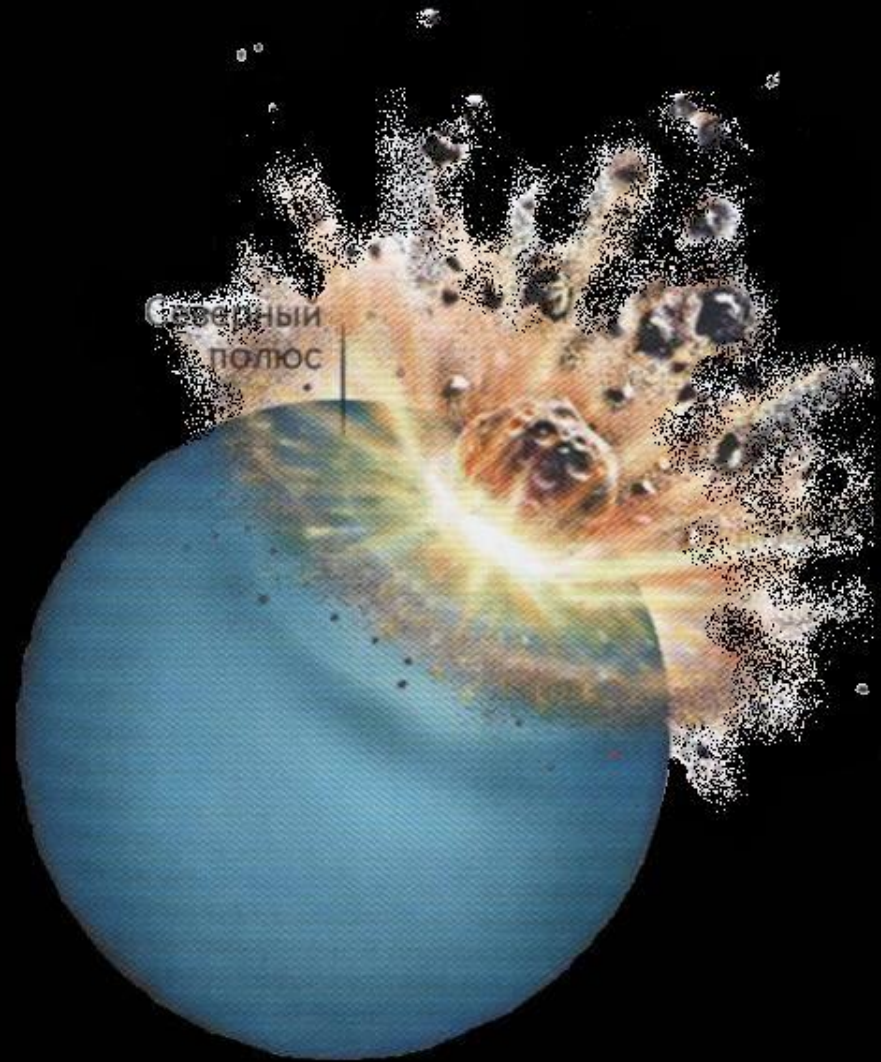
Магнитная ось наклонена на  $47^\circ$  к оси вращения, что на Земле бы могло отразиться в интересном поведении магнитной стрелки.

Кроме того, ось симметрии магнитного поля Нептуна не проходит через центр планеты, а отстает от него более, чем на полградуса.



# Теория

Астрономы предполагают, что вскоре после образования Солнечной системы произошло столкновение Урана с другой большой планетой. Не исключено, что в результате этой коллизии Уран был опрокинут набок.





# Марс

**Марс** (Mars) - четвёртая по удалённости от Солнца планета Солнечной системы (большая полуось орбиты  $a=1.524$  а. е.), ближайшая к Земле внешняя планета (минимальное удаление от Земли  $0.37$  а. е., максимальное -  $2.67$  а. е.).

## Физические характеристики:

- масса  $M=0.107$  массы Земли,
- радиус  $R=3400$  км ( $0.533 R$  Земли),
- средняя плотность =  $3.94$  г/см<sup>3</sup>,
- наклон оси вращения =  $24^{\circ}48'$ ,
- период вращения  $P=24$ ч  $37$ м,
- продолжительность солнечных суток  $24$ ч  $39$ м.



# Венера

**Венера** - вторая по удалённости от Солнца большая планета Солнечной системы. Венера - ближайшая к Земле внутренняя планета (максимальное удаление от Земли - 1.737 а. е., минимальное - 0.261 а. е.).

## **Физические характеристики:**

- масса  $M=0.815$  массы Земли,
- радиус  $R=6050$  км ( $0.950 R$  Земли),
- средняя плотность =  $5.26$  г/см<sup>3</sup>,
- наклон оси вращения  $177^\circ$ ,
- период вращения  $P=-243.16$  суток,
- продолжительность солнечных суток 117 суток.



# Меркурий

**Меркурий** (лат. Mercurius, от merx - "товар", mercare - "торговать"; англ. Mercury) - ближайшая к Солнцу планета Солнечной системы (большая полуось орбиты  $a=0.387$  а. е.).

## Физические характеристики:

- масса  $M=0.055$  массы Земли,
- радиус  $R=2440$  км ( $0.383 R$  Земли),
- средняя плотность =  $5.40$  г/см<sup>3</sup>,
- наклон оси вращения  $0 - 6^\circ$ ,
- период вращения  $P=58.65$  суток,
- продолжительность солнечных суток 176 суток,

## Удаление от Земли:

- максимальное - 1.50 а. е.;
- минимальное - 0.548 а. е.



# Плутон

**Плутон** (лат. Pluto, от греч. Plouton) - девятая от Солнца большая планета Солнечной системы (большая полуось орбиты  $a=39.529$  а. е.). Открыт 18 февраля 1930 г. американским астрономом Клайдом Уильямом Томбо, сотрудником Флагстаффской обсерватории (Аризона, США).

## Физические характеристики:

- масса  $M=0.002$  массы Земли,
- радиус  $R=1145$  км ( $0.18 R$  Земли),
- средняя плотность =  $2.06$  г/см<sup>3</sup>,
- период вращения  $P$  и продолжительность солнечных суток – 6 суток 9ч 17мин.

## Удаление от Земли:

- максимальное -  $51.17$  а. е.;
- минимальное -  $29.10$  а. е.



# Кольцо Юпитера





# Кольцо

Состоит в основном из мелких каменных частиц. Открыто в марте 1979 г. (косвенное обнаружение кольца в 1974 г. по данным «Пионера» осталось непризнанным). Его главная часть имеет радиус 123-129 тыс. км. Это плоское кольцо около 30 км толщиной и очень разреженное – оно отражает лишь несколько тысячных долей процента падающего света.

Увидеть кольцо Юпитера с Земли практически невозможно: оно очень тонкое и постоянно повернуто к наблюдателю ребром из-за малого наклона оси вращения Юпитера к плоскости его орбиты.





# Кольца Сатурна





# Кольца

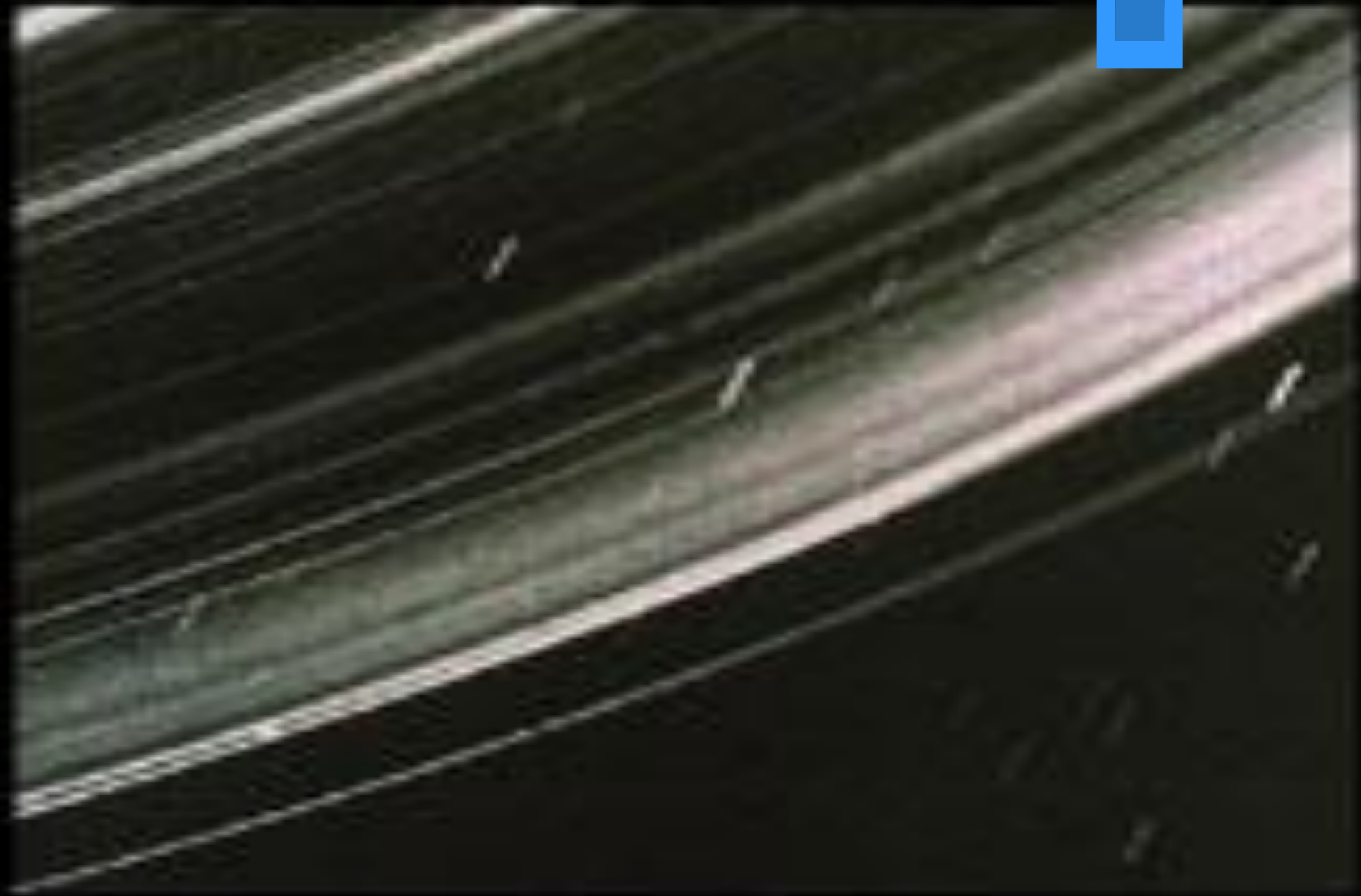
Кольца Сатурна не соприкасаются с планетой. Через большие телескопы можно увидеть три главных кольца. Однако фотографии, сделанные «Вояджером», показывают, что на самом деле у Сатурна имеется огромное количество более узких колечек, которые сливаются вместе, если на них смотреть с большого расстояния. Плоскость колец наклонена к плоскости орбиты на  $29^\circ$ . Поэтому при наблюдении с Земли вид колец постепенно меняется.

Кольца эти нетвердые. Свет ярких звезд доходит до нас прямо сквозь кольца, причем блеск звезд при этом даже не уменьшается. Хотя ширина колец равна 400 000 км, в толщину они имеют всего несколько десятков метров! Внутренние части колец обращаются вокруг Сатурна быстрее, чем наружные.

Кольца в основном состоят из миллиардов мелких частиц, каждая из которых обращается по орбите вокруг Сатурна как отдельная микроскопическая луна! Вероятно, эти «микронуны» состоят из водяного льда или из камней, покрытых льдом. Размер большинства из них — около метра, но в общем, их размеры колеблются от нескольких сантиметров до десятков метров. В кольцах имеются и более крупные объекты — каменные глыбы и обломки до сотен метров в поперечнике.



# Кольца Урана





# Кольца

Кольца Урана были обнаружены благодаря случайности. Астрономам хотелось побольше узнать об атмосфере этой планеты. Когда Уран проходил перед одной слабой звездой, они заметили, что звезда мигнула несколько раз до и после того, как Уран полностью ее закрыл. Никто не предвидел этого явления, а причина его заключалась в наличии у Урана, по крайней мере, девяти слабо выраженных колец, вращающихся вокруг этой планеты. Кольца Урана состоят из больших и малых камней, а также тонкой пыли.

Кольца Урана представляют собой набор из девяти чёрных «паутинок». Радиусы их орбит лежат в пределах 40-50 тыс. км, а ширина лишь 1-10 км, и только внешнее кольцо в самой широкой части достигает 96 км. Каждое кольцо шире всего в той части, которая наиболее удалена от планеты. Толщина же их, как и колец Сатурна, исчисляется десятками метров. Кольца обладают небольшой эллиптичностью и наклоном к экваториальной плоскости Урана.

В январе 1986 г. «Вояджер-2» пролетел мимо Урана и детально исследовал уже известные узкие кольца. Область между плотными кольцами оказалась заполненной прозрачным слоем мелкой пыли. Эта чёрная пыль распределена неоднородно и образует ряд кольцевых структур. Неожиданно выяснилось, что верхняя атмосфера Урана простирается вплоть до колец, что приводит к быстрому торможению их частиц.



# Кольца Нептуна





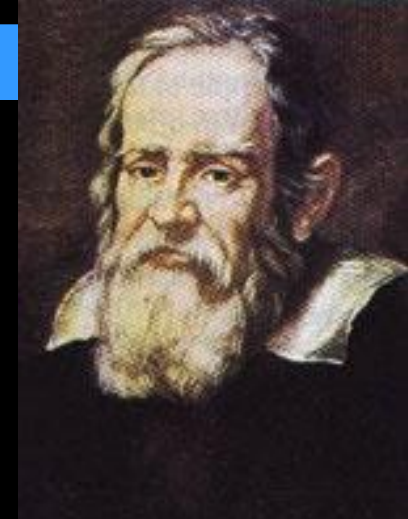
# Кольца

В середине 80-х гг. ученые открыли у этой планеты кольца, но очень странные: они были неполными. Эти разорванные кольца стали называть дугами и арками. Вещество в них распределено неравномерно: плотность резко падает у концов дуги. В августе 1989 г. «Вояджер-2» сфотографировал уникальное образование – три плотные яркие арки, нанизанные на непрерывное узкое и прозрачное пылевое колечко. Внутри арок видна цепь отдельных сгустков на расстоянии нескольких сот километров друг от друга. Исследование арок показывает, что в середине они содержат уплотнение шириной 15 км, окружённое прозрачным пылевым шлейфом шириной 50 км. Сложные расчёты позволили сделать вывод о том, что арки Нептуна представляют собой цепочки раннее известных науке эллиптических вихрей антициклонического типа, состоящих из твёрдых частиц. Размеры самых крупных частиц, видимо, достигают нескольких сот метров. Эти уникальные вихри названы эпитонами; они сложным образом взаимодействуют с ближайшим спутником (Галатеей), между собой и с непрерывным пылевым кольцом.

# Галилео Галилей

(Galilei)

(15.02.1564, около 15:00, Пиза -  
8.01.1642, Арчетри, близ  
Флоренции)



- Итальянский физик, математик и астроном, один из основоположников современного экспериментально-теоретического естествознания, заложивший основы классической механики; поначалу приверженец, затем противник астрологии.
- Установил, что Млечный Путь состоит из большого количества отдельных звёзд. Труды Галилея подтверждали правильность учения Н. Коперника о гелиоцентрической системе мира.
- Галилей открыл четыре спутника Юпитера, законы обращения Луны, лунный пепельный свет, горы на Луне, пятна на Солнце, вращение Солнца вокруг оси, фазы Венеры, выступы у Сатурна (впоследствии было выяснено, что это его кольца) Галилей заложил основы классической динамики, сформулировав принцип относительности движения, идеи инерции, закон свободного падения тел. Галилей также открыл изохронизм качания маятника, сконструировал микроскоп.



# Ио

1. Ио – Дочь аргосского царя Инаха, возлюбленная Зевса, превращенная женой Зевса Герой в корову.
2. Открыт Галилеем в 1610 г.
3. Диаметр – 3630 км; масса –  $894 \times 10^{20}$  кг.





# Особенности

Самый близкий к Юпитеру галилеев спутник, он удалён от центра планеты на 422 тыс. км. Вулканически активен. Обнаружено 12 действующих вулканов, извергающих султаны высотой до 300 км. Основной выбрасываемый газ диоксид серы. Оранжевый цвет – соединения серы. Ударные кратеры отсутствуют из-за интенсивной вулканической переработки поверхности.



# Европа

1. Европа – дочь финикийского царя Агенора, похищенная Зевсом в облике быка, который доставил Европу через море на остров Крит. Родила от Зевса троих сыновей.
2. Открыт Галилеем в 1610 г.
3. Диаметр 3138 км; масса  $480 \times 10^{20}$  кг.



# Особенности

Самая светлая поверхность с явными признаками водяного льда. Одно из самых гладких твёрдых тел в Солнечной системе. На Европе нет возвышенностей более 100 метров высотой. Вся поверхность покрыта сетью светлых и тёмных узких полос огромной протяжённости. Ледяная кора довольно подвижна и неоднократно раскалывалась от внутренних напряжений и крупномасштабных тектонических процессов.



# Каллисто

1. Каллисто – Нимфа родом из Аркадии, спутница Артемиды, родившая от Зевса сына Аркаса. Ревнивая Гера превратила Каллисто в медведицу.
2. Открыт Галилеем в 1610 г.
3. Диаметр 4800 км; масса  $1076,6 \times 10^{20}$  кг.



## Особенности

Второй по величине спутник в системе Юпитера. Плотность силикатно-ледяной Каллисто низка –  $1830 \text{ кг/м}^3$ . Древняя ледяная поверхность предельно насыщена метеоритными кратерами. Тёмный цвет – результат силикатных и других примесей. Вероятно, самое кратерированное тело Солнечной системы.



# Ганимед

1. Ганимед – сын троянского царя Троса и речной нимфы Каллирои. Похищен Зевсом, превратившимся в орла, и унесён на Олимп. Любимец и виночерпий Зевса.
2. Открыт Галилеем в 1610 г.
3. Диаметр 5262 км; масса  $1482,3 \times 10^{20}$  кг.



# Особенности

Крупнейший спутник планеты в Солнечной системе. 40% поверхности Ганимеда представляют собой древнюю мощную ледяную кору, покрытую многочисленными метеоритными кратерами. Имеет смешанный силикатно-ледяной состав: мантию из водяного льда и каменное ядро.



# Япет

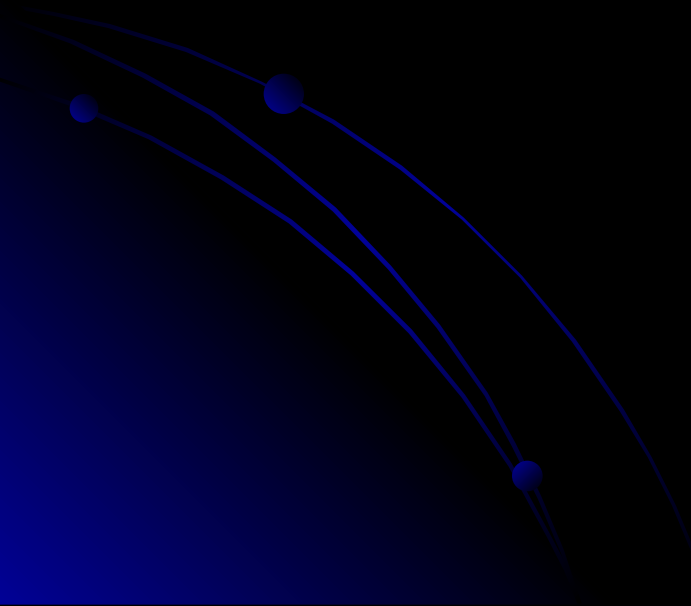
1. Япет (Иапет) – титан, отец Атласа, Прометея и Эпиметея. За участие в восстании против Зевса вместе с другими титанами был низвергнут в Тартар – недра Земли.
2. Открыт Дж. Кассини в 1671 г.
3. Диаметр 1440 км; масса  $18,8 \times 10^{20}$  кг.





# Особенности

Примечателен резкой асимметрией яркости полушарий – в 10 раз. Обладает сильно кратерированной поверхностью.





# Титания и Оберон

1. Оберон – царь фей и эльфов («Сон в летнюю ночь», автор У. Шекспир).  
Титания – царица фей и эльфов, жена Оберона («Сон в летнюю ночь», автор У. Шекспир).
2. Титания - открыта в 1787 г. У.Гершелем; Оберон - открыт в 1787 г. У.Гершелем.
3. Титания - Диаметр 1577,8 км; масса  $34,8 \times 10^{20}$  кг;  
Оберон - Диаметр 1522,8 км; масса  $30,3 \times 10^{20}$  кг.



# Особенности

Они почти близнецы. Самые крупные спутники Урана.

Оберон: обладает древней ледяной поверхностью, сильно изрытой метеоритными кратерами.

- Титания: кроме многочисленных кратеров есть сетка крупных тектонических разломов и признаки древнего вулканизма.



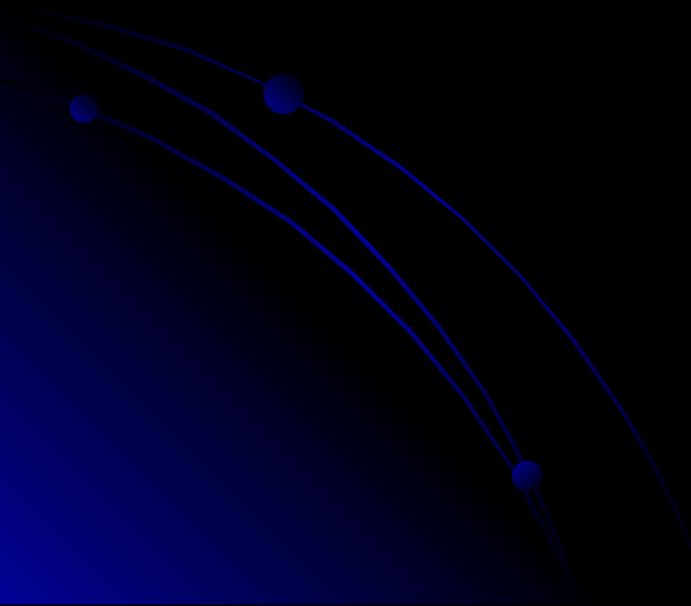
# Умбриэль

1. Умбриэль – мрачный и горестный дух («Похищение локона», автор А. Поуп).
2. Открыт в 1851 г. У. Ласселом.
3. Диаметр 1169,4 км; масса  $13,3 \times 10^{20}$  кг.



# Особенности

Самый тёмный спутник системы Урана,  
с безликой сильнократерированной  
поверхностью.





# Тритон

1. Тритон – морское божество, сын Посейдона и nereиды Амфитриты.
2. Открыт в 1846 г. У. Ласселом.
3. Диаметр 2700 км; масса  $214 \times 10^{20}$  кг.



# Особенности

В октябре 1846 года английский астроном-любитель Уильям Лассель открыл у Нептуна спутник – Тритон. Спутник оказался необычным: он движется в направлении, противоположном вращению самой планеты. Сейчас установлено, что 4 внешних спутника Юпитера и самый внешний спутник Сатурна – Феба – также являются обратными. Тем не менее Тритон выделяется среди них: его диаметр 2700 км, и в нём сосредоточена почти вся масса спутниковой системы Нептуна. Кроме того, он обращается очень близко к Нептуну – на расстоянии всего 355 тыс. км. Обратные спутники других планет имеют диаметры в пределах от 30 до 220 км, содержат ничтожную часть массы своих спутниковых систем и удалены от планет на 13 – 25 млн. км.



# Амальтея

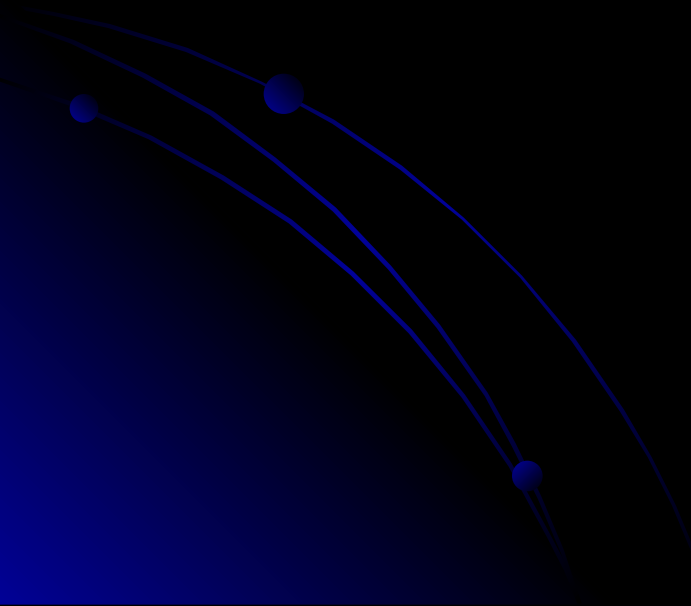
1. Амальтея (Амалтея, Амалфея) – Нимфа, дочь критского царя Мелисса (по другому мифу – коза), вскормившая своим молоком новорожденного Зевса. Коза Амальтея была помещена Зевсом на небо в виде звезды Капеллы (козочки) в созвездии Возничего.
2. Открыта в 1892 г. Э. Барнардом.
3. Радиус 12 x 8 км.





# Особенности

Имеет неправильную форму и покрыт кратерами; Он состоит из тугоплавких пород тёмно-красного цвета.





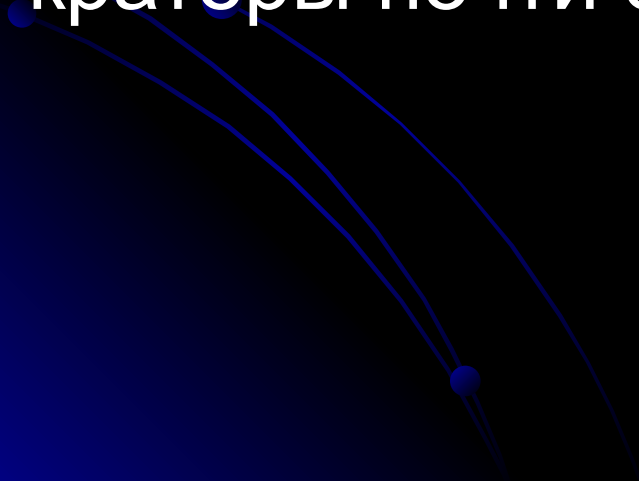
# Ариэль

1. Ариэль – дух воздуха, покорный Просперо («Буря», автор У. Шекспир).
2. Открыт в 1851 г. У. Ласселом.
3. Диаметр 1157,8 км; масса  $12,6 \times 10^{20}$  кг.



# Особенности

Самый светлый спутник, он отражает 40% солнечного света. На его поверхности сохранились следы крупномасштабных геологических движений и явные признаки жизни древнего вулканизма. Большие кратеры почти отсутствуют.





# Диона

1. Диона – Титанида, дочь Океана и Тефии (или Урана и Геи), считавшаяся в Додоне супругой Зевса и матерью Афродиты.
2. Открыта в 1684 г. Дж. Кассини.
3. Диаметр 1120 км; масса  $10,5 \times 10^{20}$  кг.



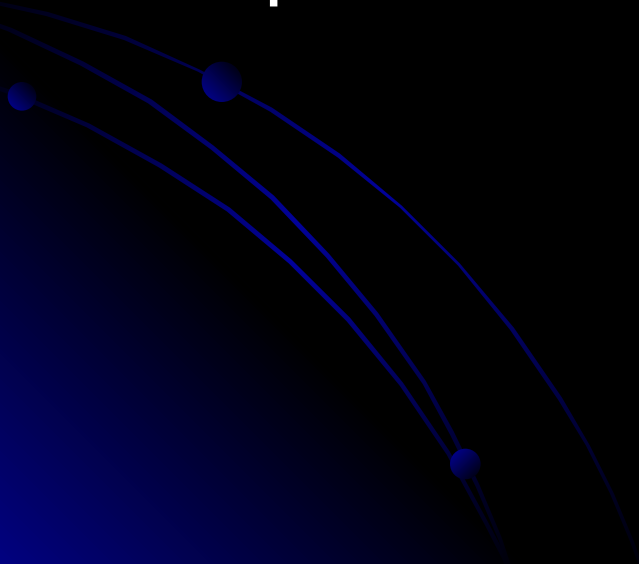
# Мимас

1. Мимас – гигант, убитый Ареем в ходе борьбы богов с гигантами.
2. Открыт В.Гершелем в 1789 г.
3. Диаметр - 390 км; масса  $0,38 \times 10^{20}$  кг.



## Особенности

Имеет сферическую форму. Огромный кратер, названный Гершелем, шириной 130 км достигает  $\frac{1}{3}$  диаметра самого спутника. Очевидно, это след от падения гигантского метеорита.





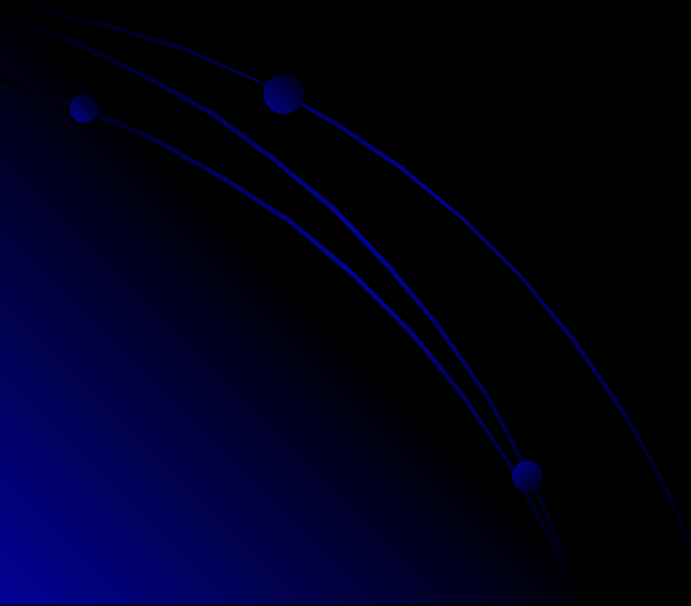
# Миранда

1. Миранда – красавица, дочь Просперо («Буря», автор У. Шекспир).
2. Открыта в 1948 г. Дж. Койпером.
3. Диаметр 471,6 км; масса  $0,689 \times 10^{20}$  кг.



# Особенности

Небольшой спутник с интересными следами неожиданного бурного геологического прошлого.





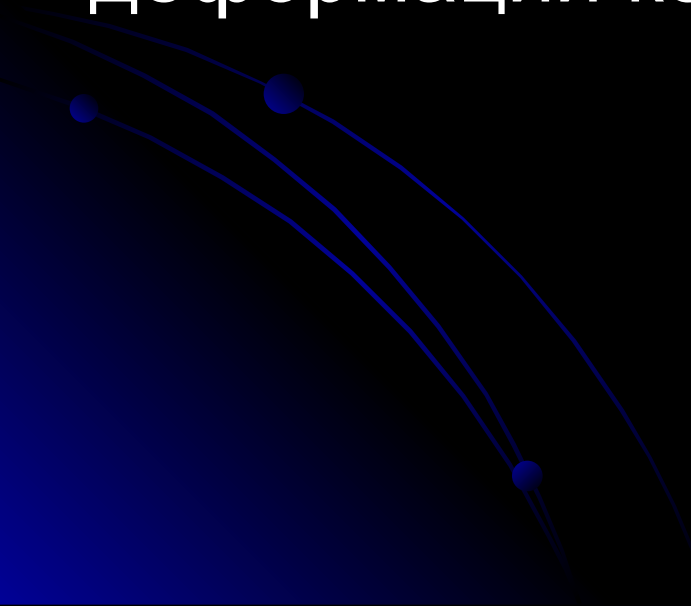


# Рея

1. Рея – богиня, дочь Урана и Геи, сестра и жена Крона (Сатурна) и мать всех кронидов, в том числе Аида, Зевса и Посейдона.
2. Открыта в 1672 г. Дж. Кассини.
3. Диаметр 1528 км; масса  $24,9 \times 10^{20}$  кг.

## Особенности

Густо кратерированное тело, второй по размерам (после Титана) спутник Сатурна. Рея менее геологически активна, чем Диона, на поверхности которой заметны деформации коры.





# Титан

1. Титан – титаны – божества старшего поколения, дети Урана и Геи – Океан, Кой, Крий, Гиперион, Япет и Крон, а также их дети. Титаны восстали против новых богов, обитающих на Олимпе, но потерпели поражение.
2. Открыт в 1655 г. Х. Гюйгенсом.
3. Диаметр 5150 км; масса  $1350 \times 10^{20}$  кг.



# Особенности

Самый крупный спутник Сатурна – весит в 20 раз больше всех остальных спутников, вместе взятых. Второй по величине (после Ганимеда) спутник планеты в Солнечной системе. Обладает мощной атмосферой с густой аэрозольной дымкой и облаками. Цвет Титана – красно-коричневый, с сезонными изменениями.



# Энцелад

1. Энцелад (Энкелад) – один из гигантов, сын Урана и Геи. Убит Афиной в битве богов с гигантами – она обрушила на него остров Сицилию.
2. Открыт в 1789 г. У. Гершелем.
3. Диаметр 502 км; масса –  $0,84 \times 10^{20}$  кг.



# Особенности

Самое светлое тело Солнечной системы, вероятно, покрытое тонким сплошным слоем молодого инея. На нём могут быть водные вулканы (гейзеры), которые обновляют иней на поверхности и служат источником вещества для разреженного пылевого кольца вдоль орбиты спутника.



**OUR PLANETS SIZES**

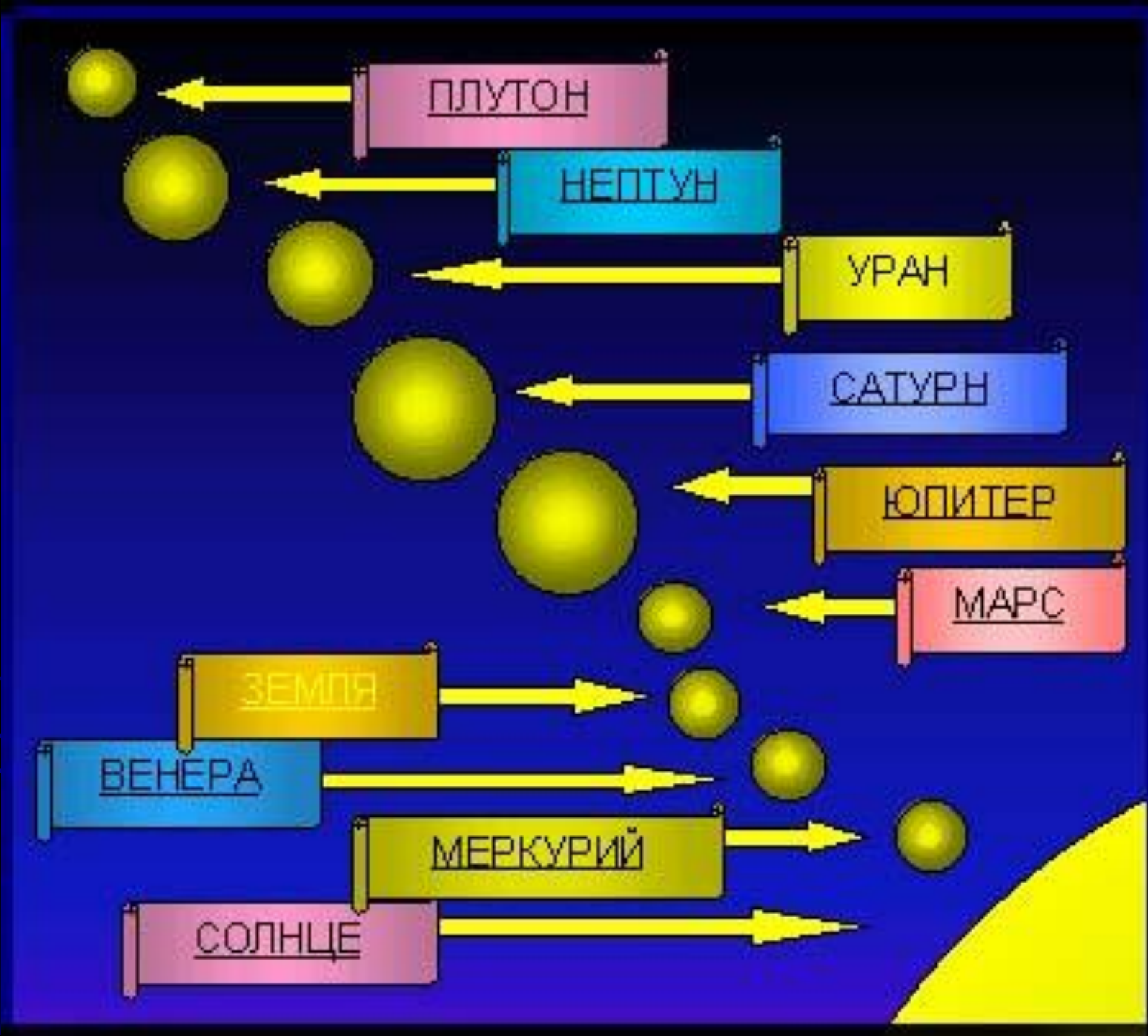


# Атмосфера Сатурна

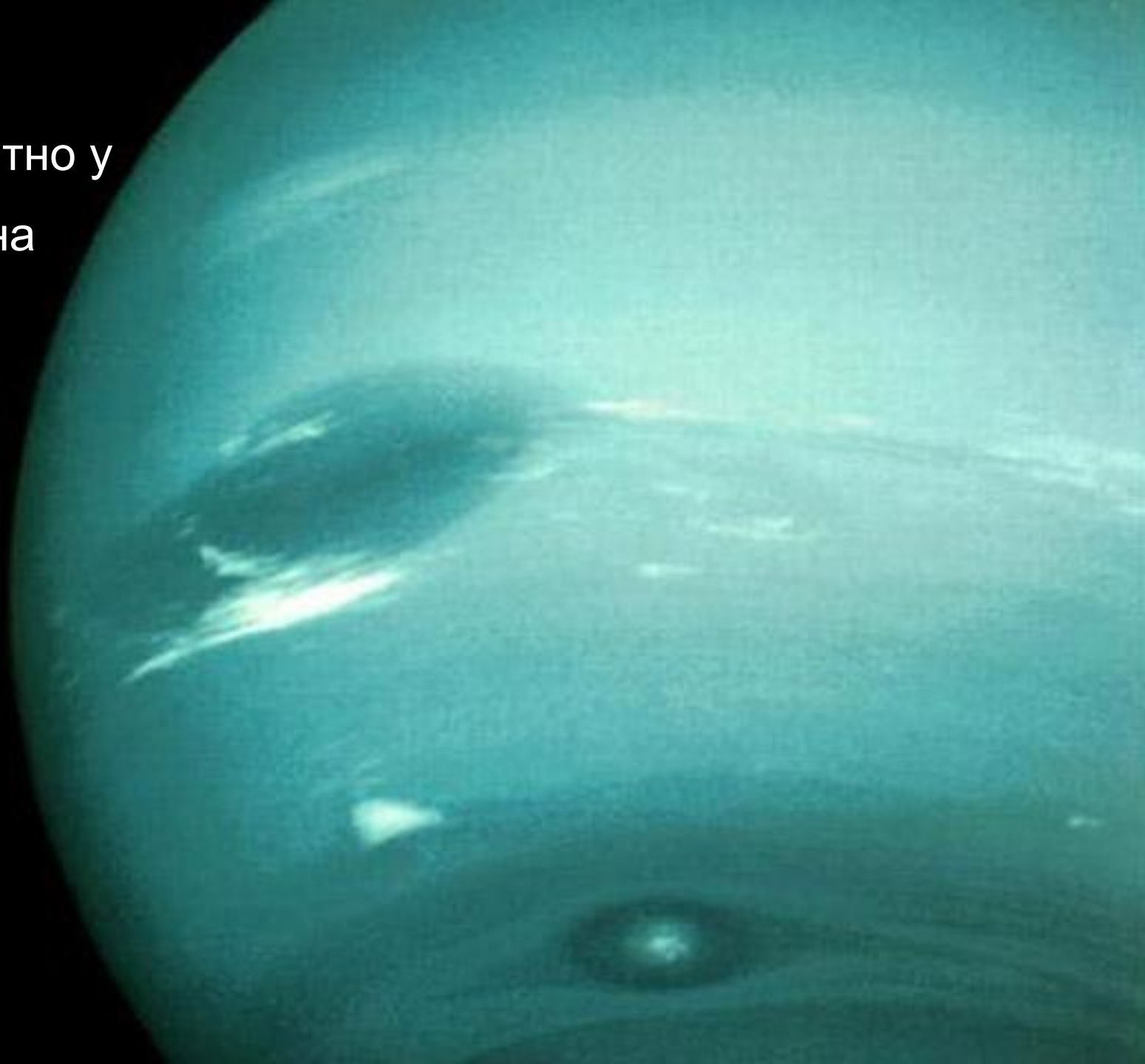
Как и Юпитер, Сатурн в основном состоит из водорода и гелия. Только содержание гелия в его атмосфере ниже: он более равномерно распределён по всей массе планеты. Вследствие меньшей силы тяготения атмосфера Сатурна глубже юпитерианской. Видимо, у Сатурна мощнее верхний слой светлых перистых аммиачных облаков, что делает его не таким «цветным» и полосатым.

Вдоль экватора планеты проходит гигантское атмосферное течение шириной в десятки тысяч километров, скорость его достигает 500 м/с. Хотя пятна атмосферных вихрей на Сатурне уступают по размерам юпитерианскому Большому Красному пятну, но и там наблюдаются грандиозные штормы, видимые даже с Земли.







Темное пятно у  
Нептуна



# Сведения

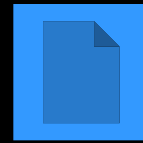



Для просмотра презентации пользуйтесь

стрелками:  - **далее**,  - **назад**, и выделенными желтым цветом гиперссылки, и стрелки с надписями, например,




Для чтения документов нажмите



Для завершения просмотра слайдов нажмите прозрачную кнопку в левом нижнем углу, куда смотрит стрелка . Прозрачная кнопка присутствует на каждом слайде.



# Информация

При нажатии кнопки  будет появляться предупреждение, где надо нажать «Да».

После предупреждения запустится программа о Солнечной системе на Английском языке.

Для выхода из программы следует выбрать меню **File** и подпункт **Exit**.



# Сведения

Для просмотра фильмов следует нажать на само изображение.

