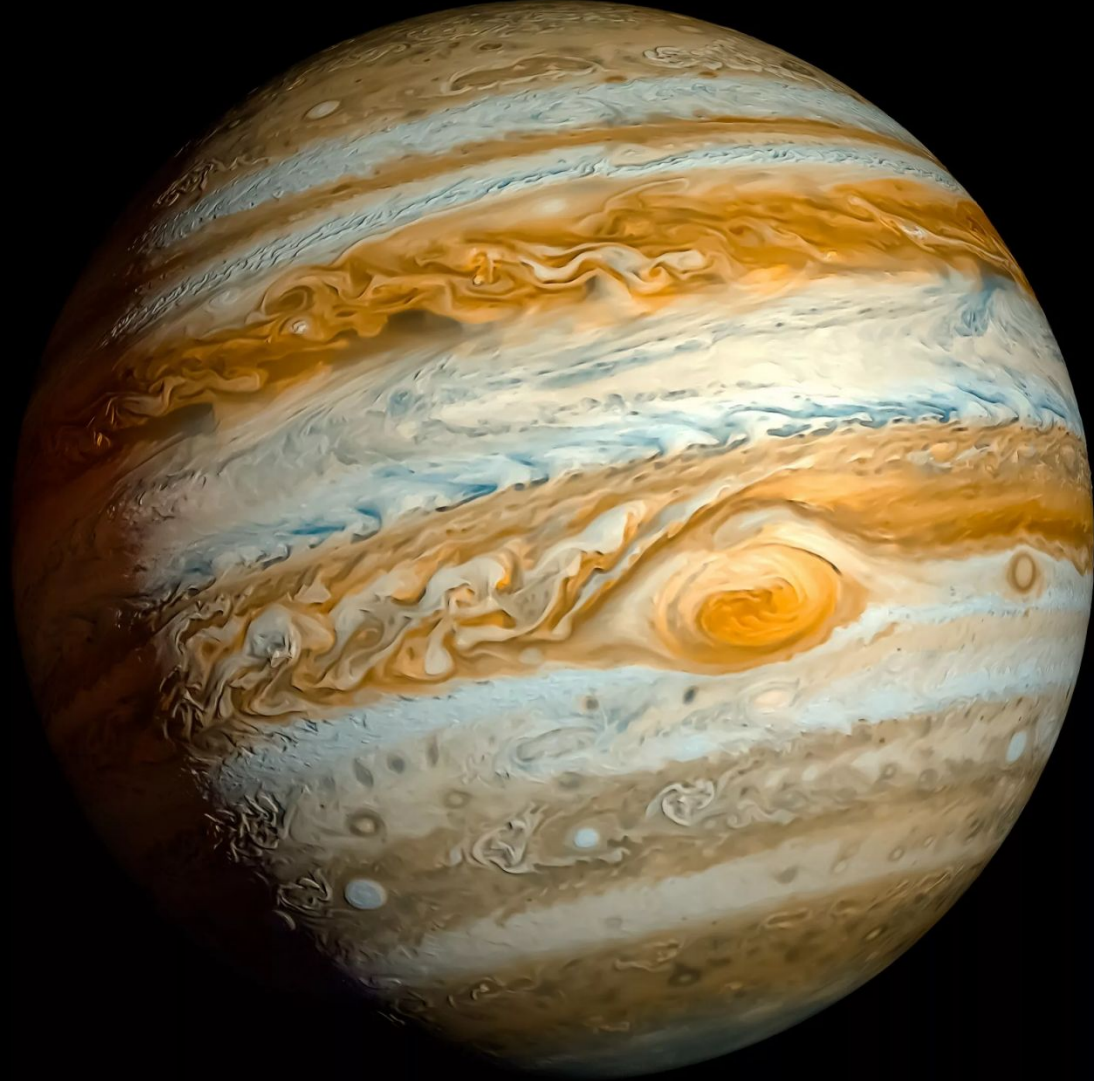




# Планеты гиганты, их спутники и кольца

ПРИРОДА ТЕЛ  
СОЛНЕЧНОЙ  
СИСТЕМЫ



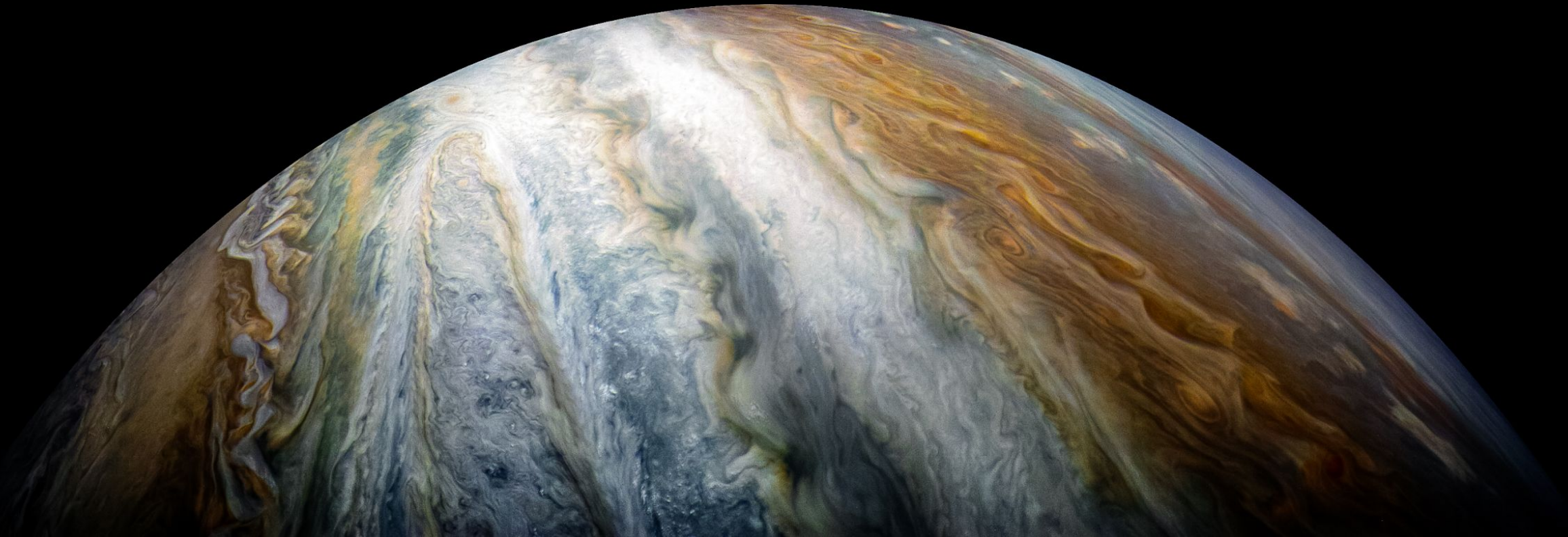
**Юпитер** — самая большая из планет-гигантов. Его масса намного превышает массу всех других планет, вместе взятых. Юпитер представляет собой газообразное тело с чрезвычайно мощной атмосферой, состоящей главным образом из водорода и гелия, что характерно и для других планет этой группы.



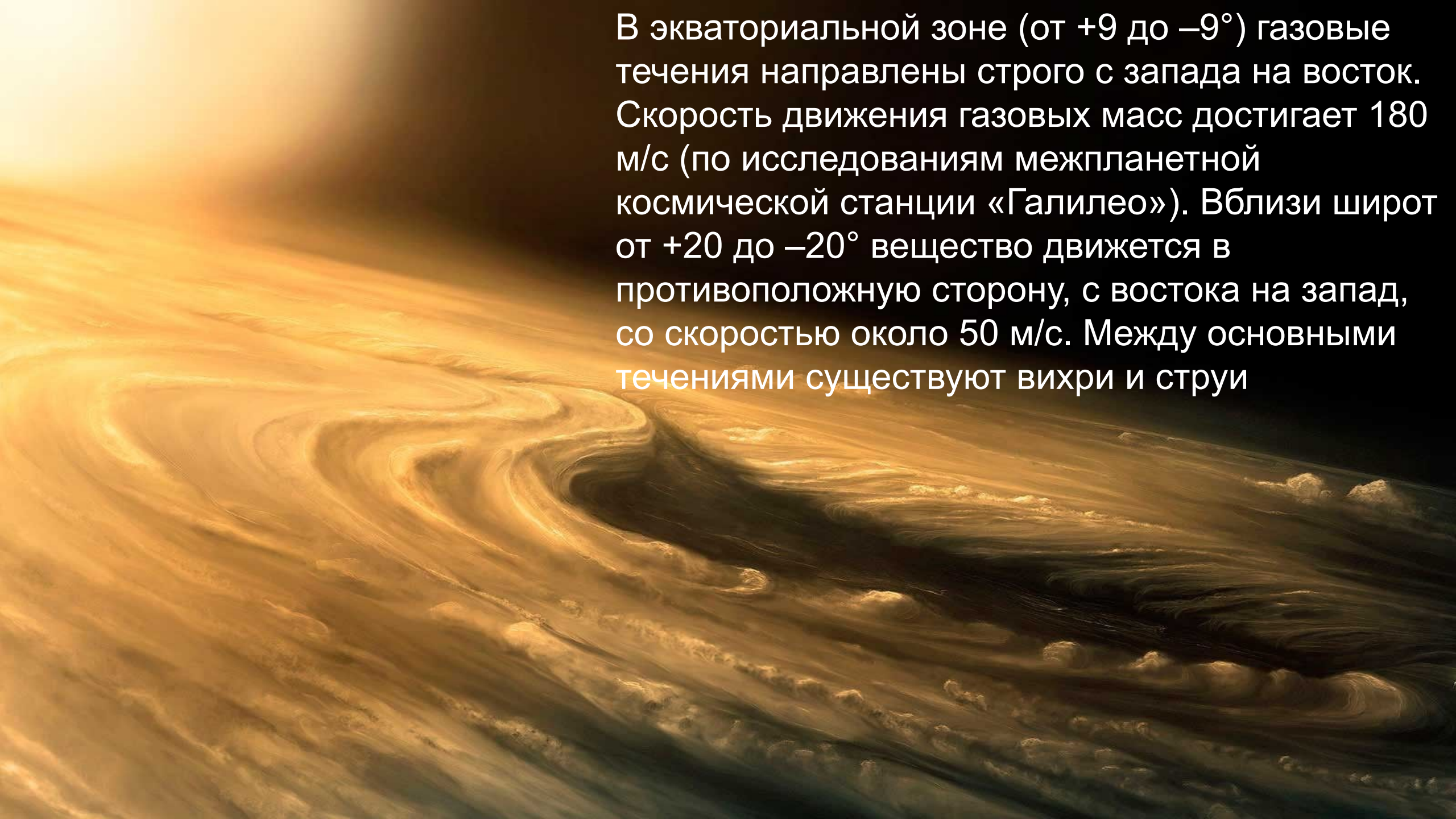
По средней плотности, преобладанию водорода и гелия Юпитер похож на звёзды. В отличие от планет земной группы у гигантов нет твёрдой поверхности. То, что мы наблюдаем, — это вершины облаков, плавающих в атмосфере. Из-за быстрого вращения планет-гигантов и сильных ветров облака вытягиваются в полосы, параллельные экватору. Окраску облакам придают примеси аммиачных образований, метан и другие сложные соединения.



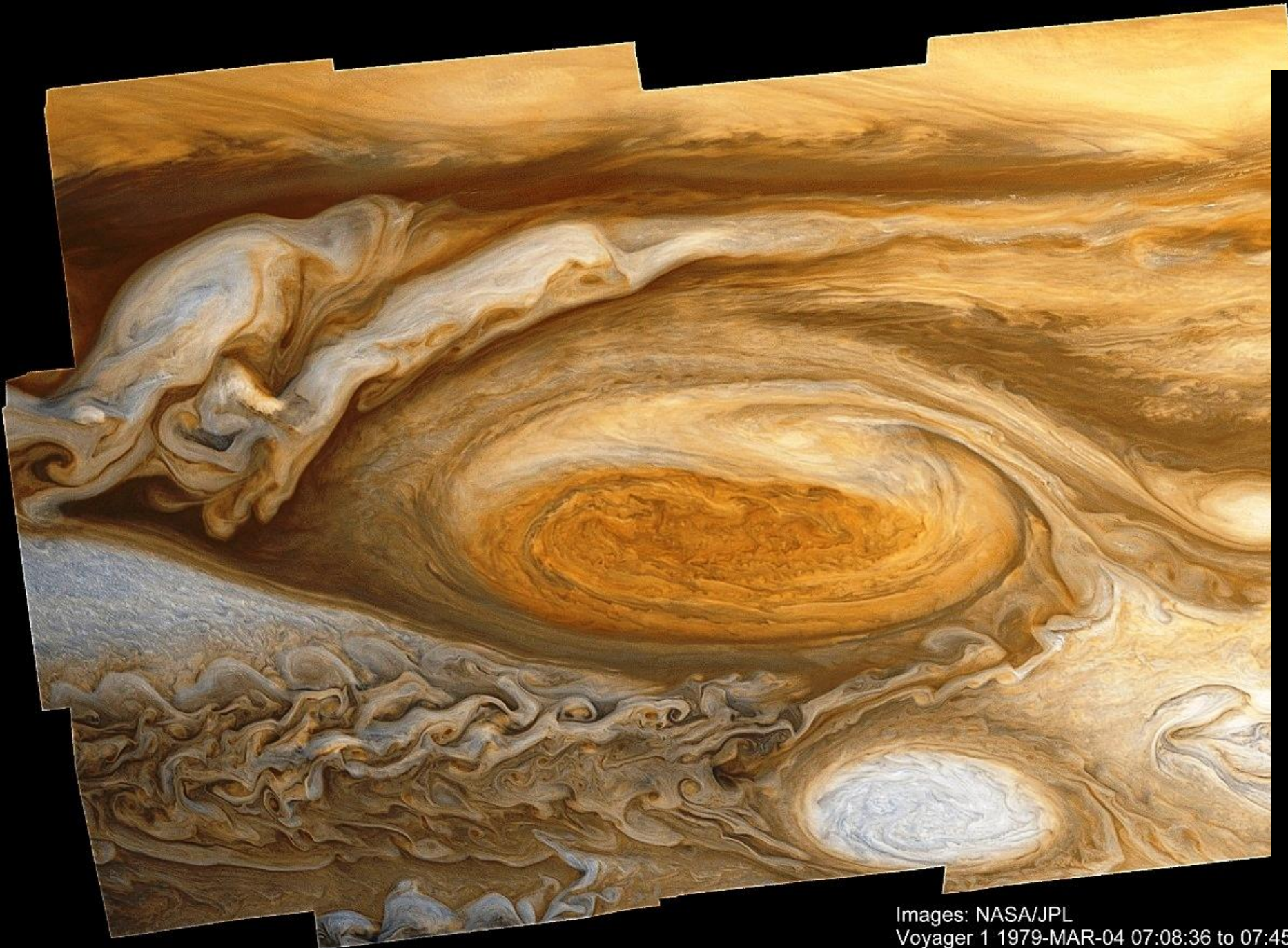
Светлые и тёмные полосы атмосферы Юпитера объясняются различными зонами давления. Светлые зоны — это области высокого давления, а тёмные — низкого. Тёплые газы поднимаются вверх в области зон и остывают, достигнув верхней границы облаков. Охлаждаясь, они падают в соседние полосы, где давление низкое.



В экваториальной зоне (от  $+9$  до  $-9^\circ$ ) газовые течения направлены строго с запада на восток. Скорость движения газовых масс достигает  $180$  м/с (по исследованиям межпланетной космической станции «Галилео»). Вблизи широт от  $+20$  до  $-20^\circ$  вещество движется в противоположную сторону, с востока на запад, со скоростью около  $50$  м/с. Между основными течениями существуют вихри и струи





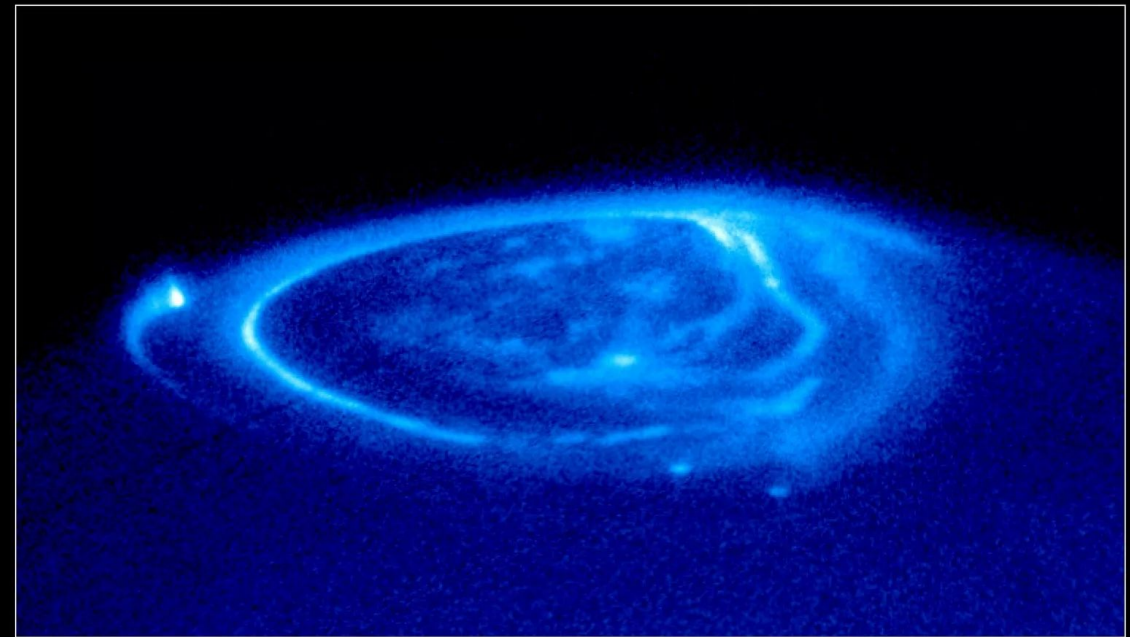


Для Юпитера, как и для всех планет-гигантов, характерны светлые и тёмные овалы пятна. Наиболее примечательное из них — **Большое Красное Пятно**, наблюдающееся в течение трёх веков. Это огромный и очень устойчивый вихрь, похожий на земной ураган.



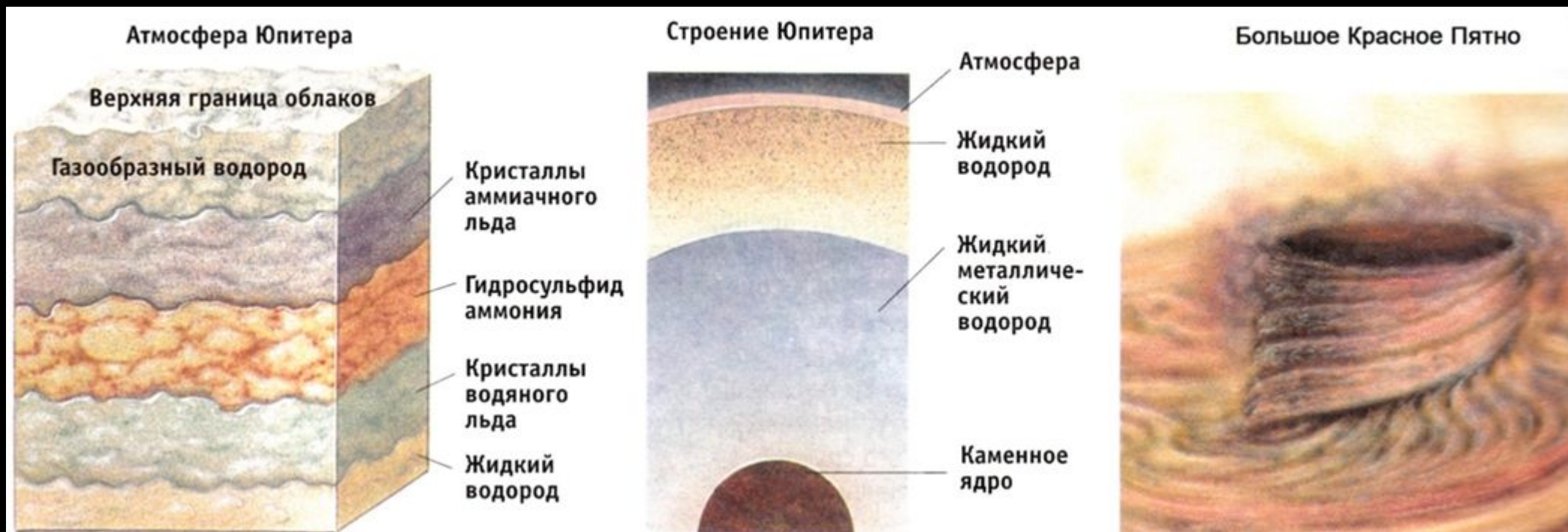


В полярных облаках Юпитера  
наблюдается явление, подобное  
земному северному сиянию



**Jupiter Aurora**  
Hubble Space Telescope • STIS

На дне уплотняющейся вглубь на 1500 км атмосферы Юпитера находится слой жидкого водорода. Затем атмосфера переходит в особое газо- жидкое состояние

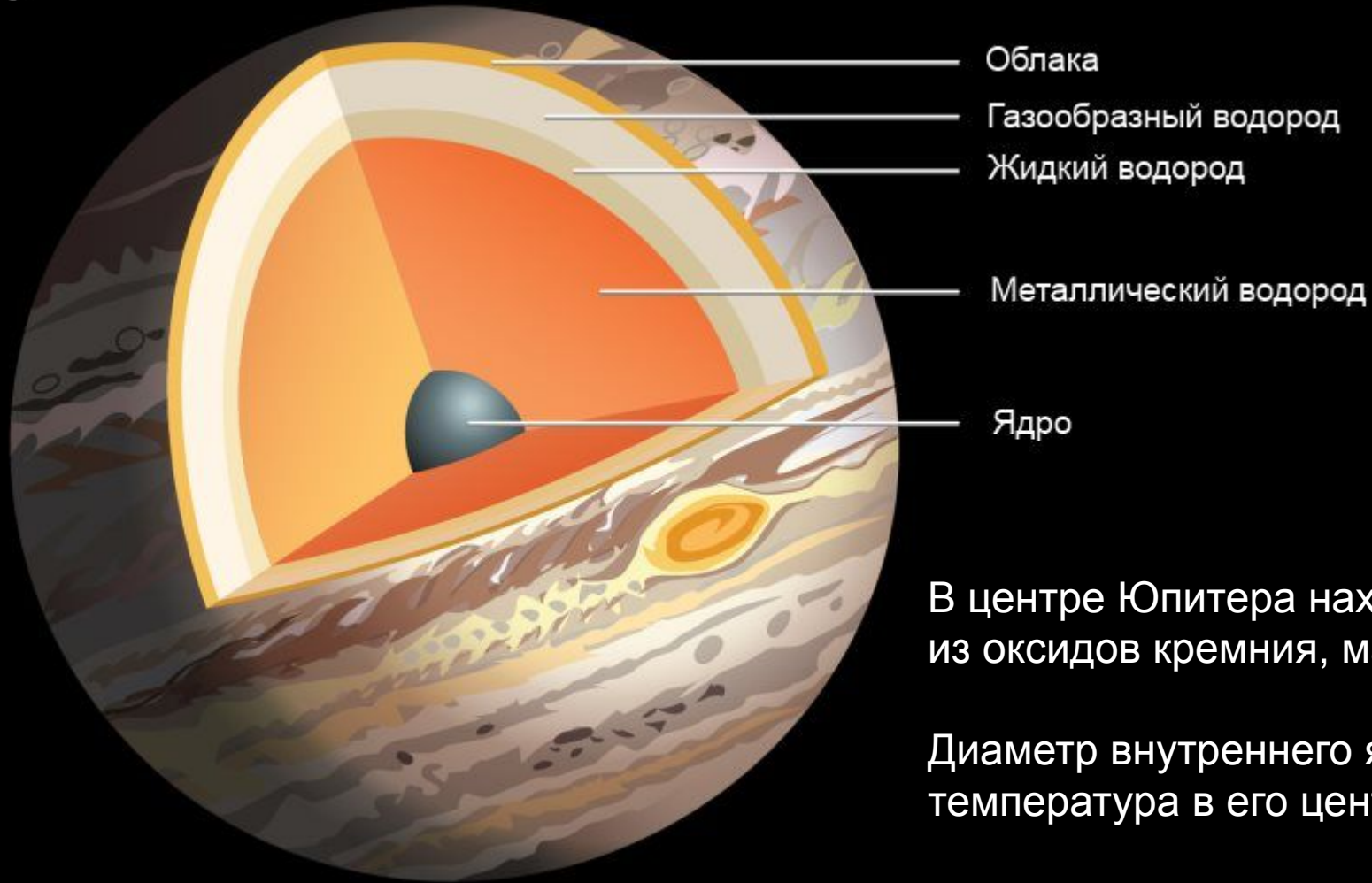


На уровне примерно 0,77 радиуса планеты начинается оболочка, где водород приобретает свойства металла. Здесь он сжимается так сильно ( $4 \cdot 10^{12}$  Па), что электроны покидают свои атомы и свободно перемещаются. Это приводит к появлению магнитного поля Юпитера.



Напряжённость  
магнитного поля  
Юпитера на  
границе  
облачного слоя в  
12 раз выше, чем  
у земного  
магнитного поля.

# Юпитер

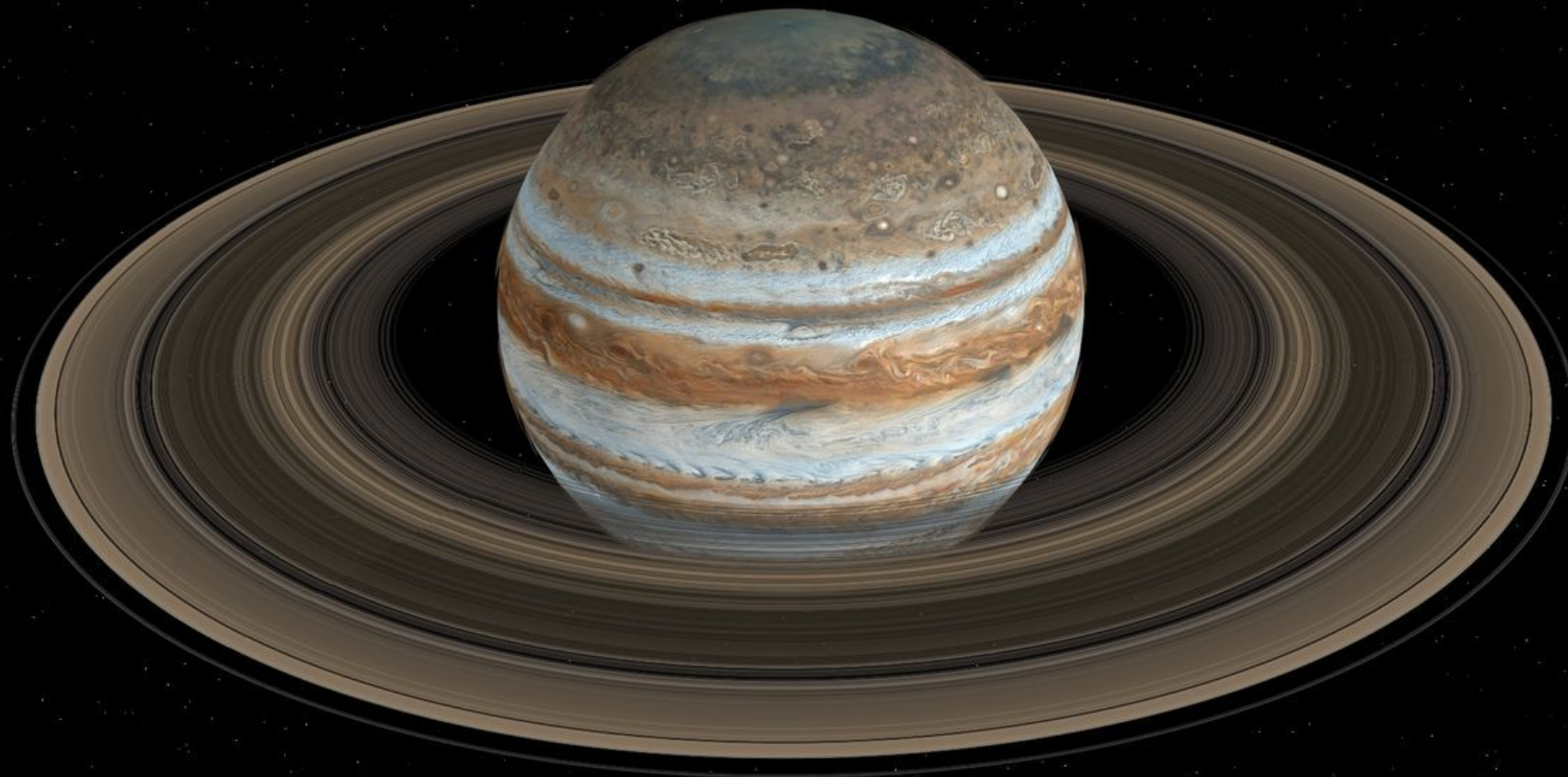


В центре Юпитера находится твёрдое ядро, состоящее из оксидов кремния, магния и железа с примесями.

Диаметр внутреннего ядра — около 25 тыс. км, температура в его центре составляет 23 000 К.

Такая высокая температура объясняется медленным гравитационным сжатием планеты



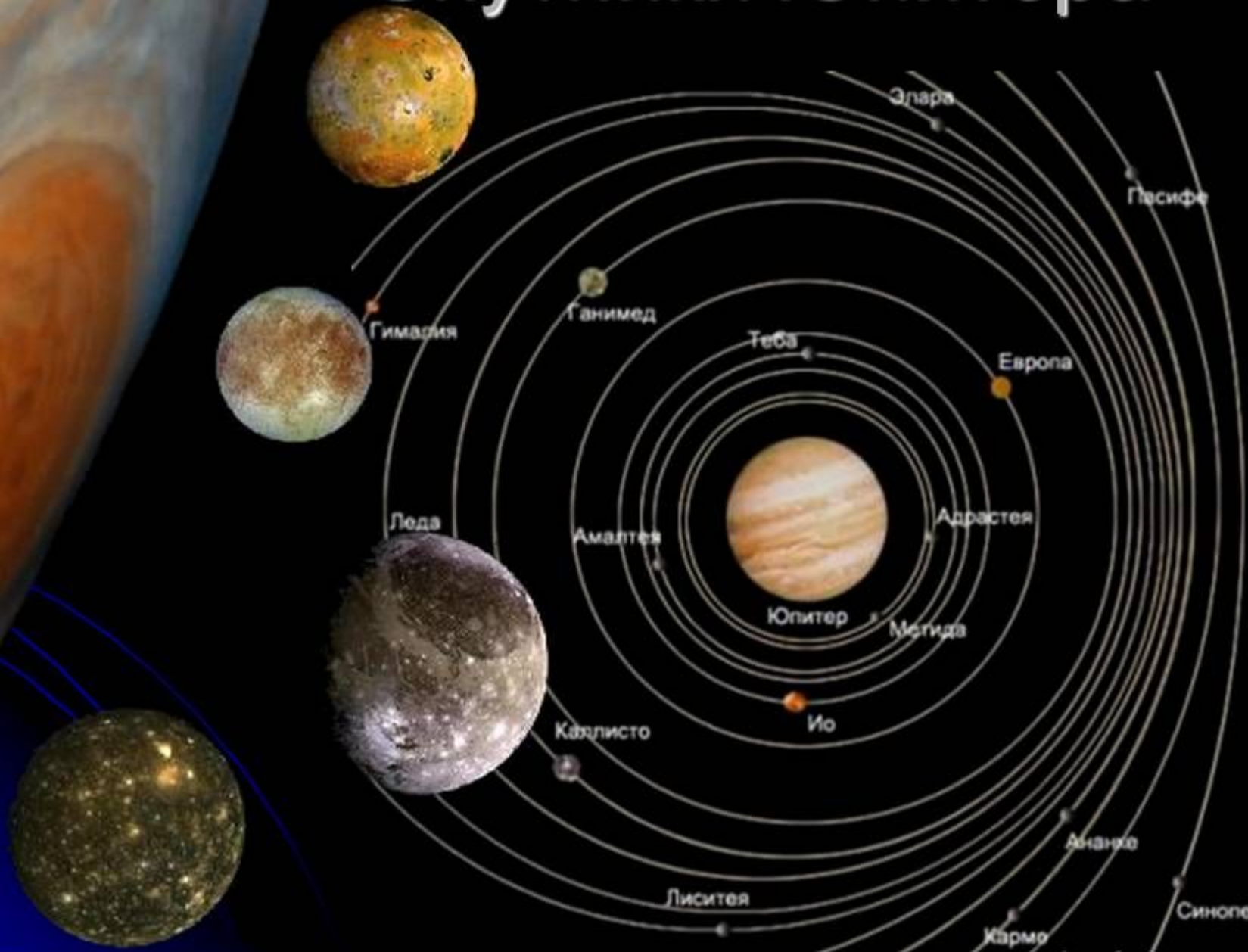


В 1979 г. космические аппараты «Вояджер-1» и «Вояджер-2» обнаружили у Юпитера кольца. Они состоят из очень мелких пылинок (0,2—200 мкм). Эти пылинки постепенно падают в атмосферу Юпитера, а их место занимают другие, которые образуются при столкновении малых спутников, особенно Амальтеи, с метеоритными телями

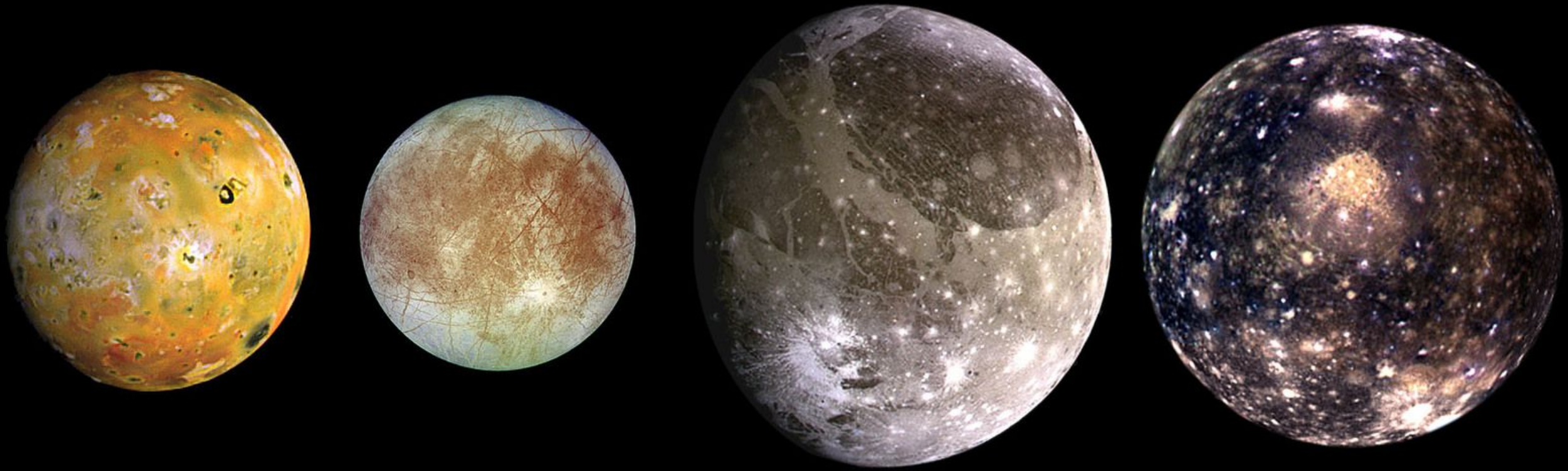
# Спутники Юпитера

На 2017 год известны 69 спутников Юпитера; это наибольшее число открытых спутников среди всех планет Солнечной системы.

Спутники Юпитера разделяют на три группы: **галилеевы, внутренние и внешние.**





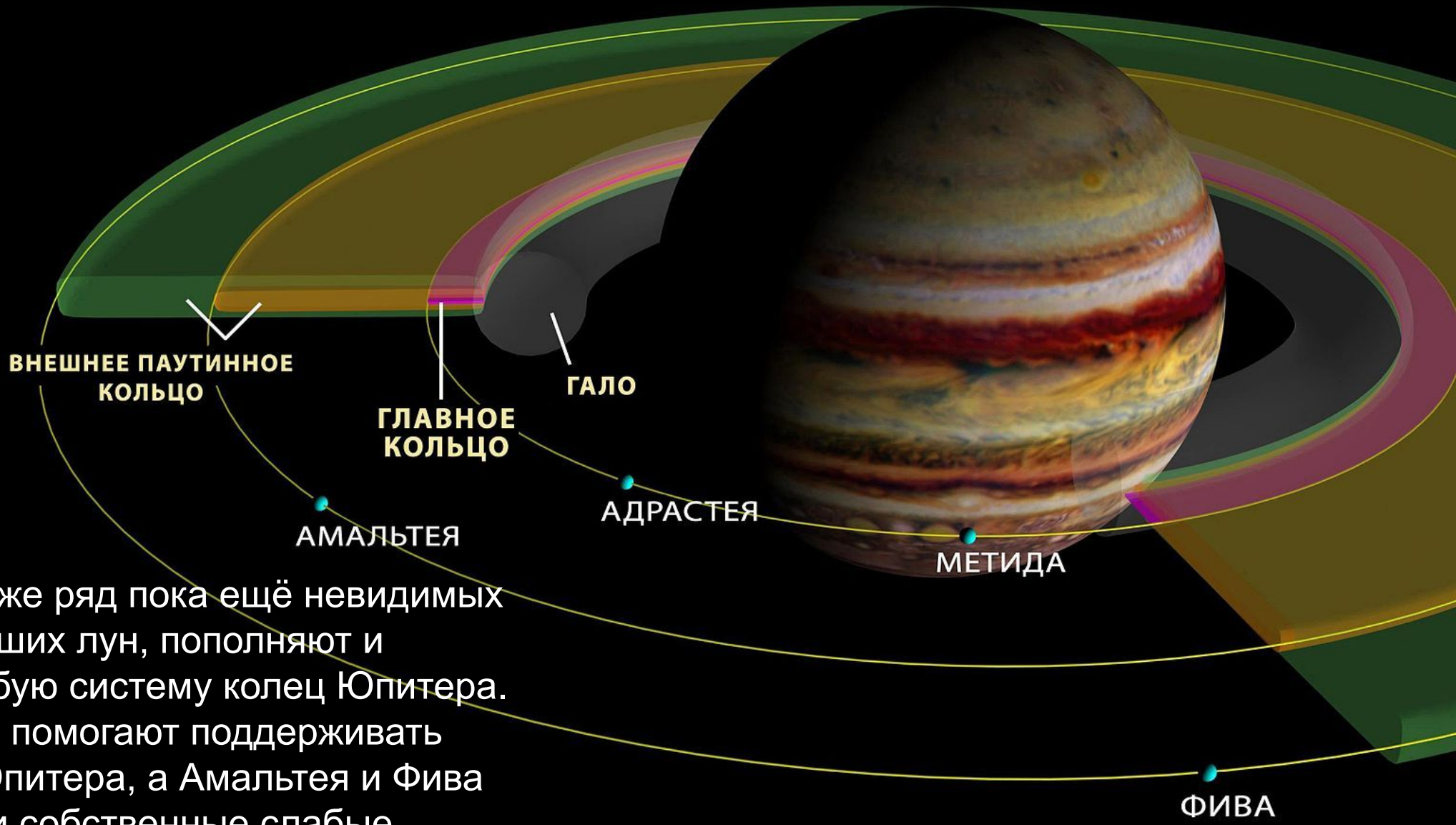


**Галилеевы спутники.** Четыре самых крупных спутника — Ио, Европа, Ганимед и Каллисто открыл Галилео Галилей в 1610 году, и поэтому сейчас они носят название «галилеевых». Эти спутники, образовались из газа и пыли, которые окружали Юпитер после его формирования.

**Внутренние спутники Юпитера.** Орбиты этих спутников расположены очень близко к Юпитеру и все они внутри орбиты Ио — самого близкого к планете галилеева спутника. Их всего четыре: **Метида**, **Амальтея**, **Адрастея** и **Фива**.







Эти спутники, а также ряд пока ещё невидимых внутренних небольших лун, пополняют и поддерживают слабую систему колец Юпитера. Метида и Адрастея помогают поддерживать основное кольцо Юпитера, а Амальтея и Фива поддерживают свои собственные слабые внешние кольца.

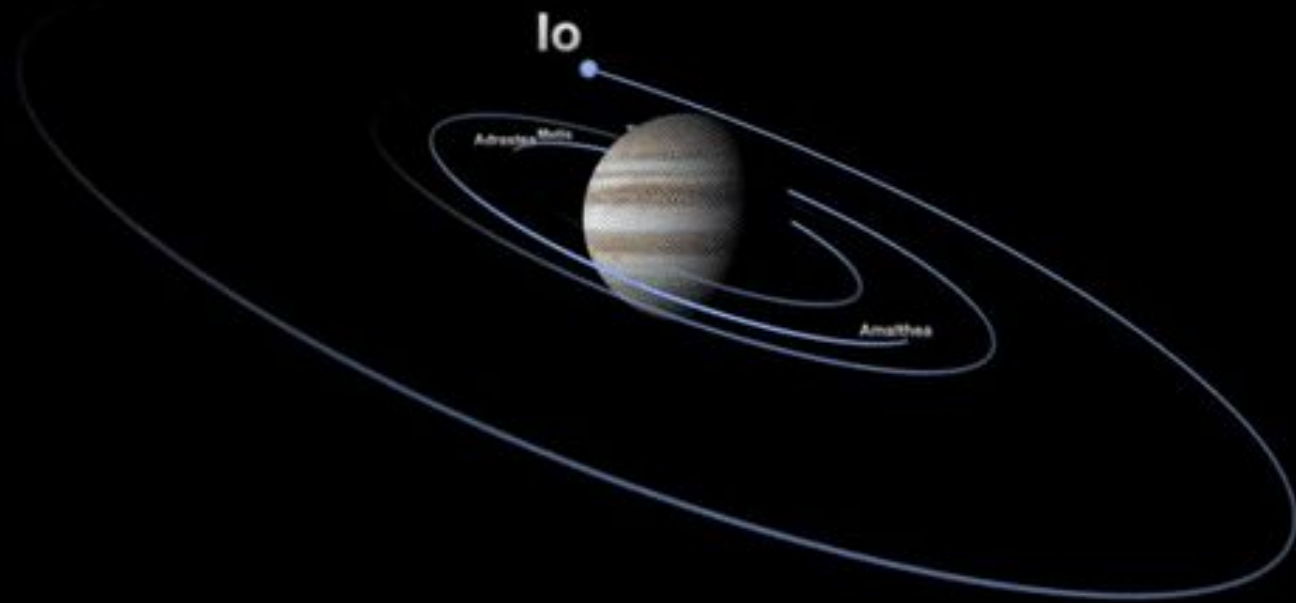
168 km



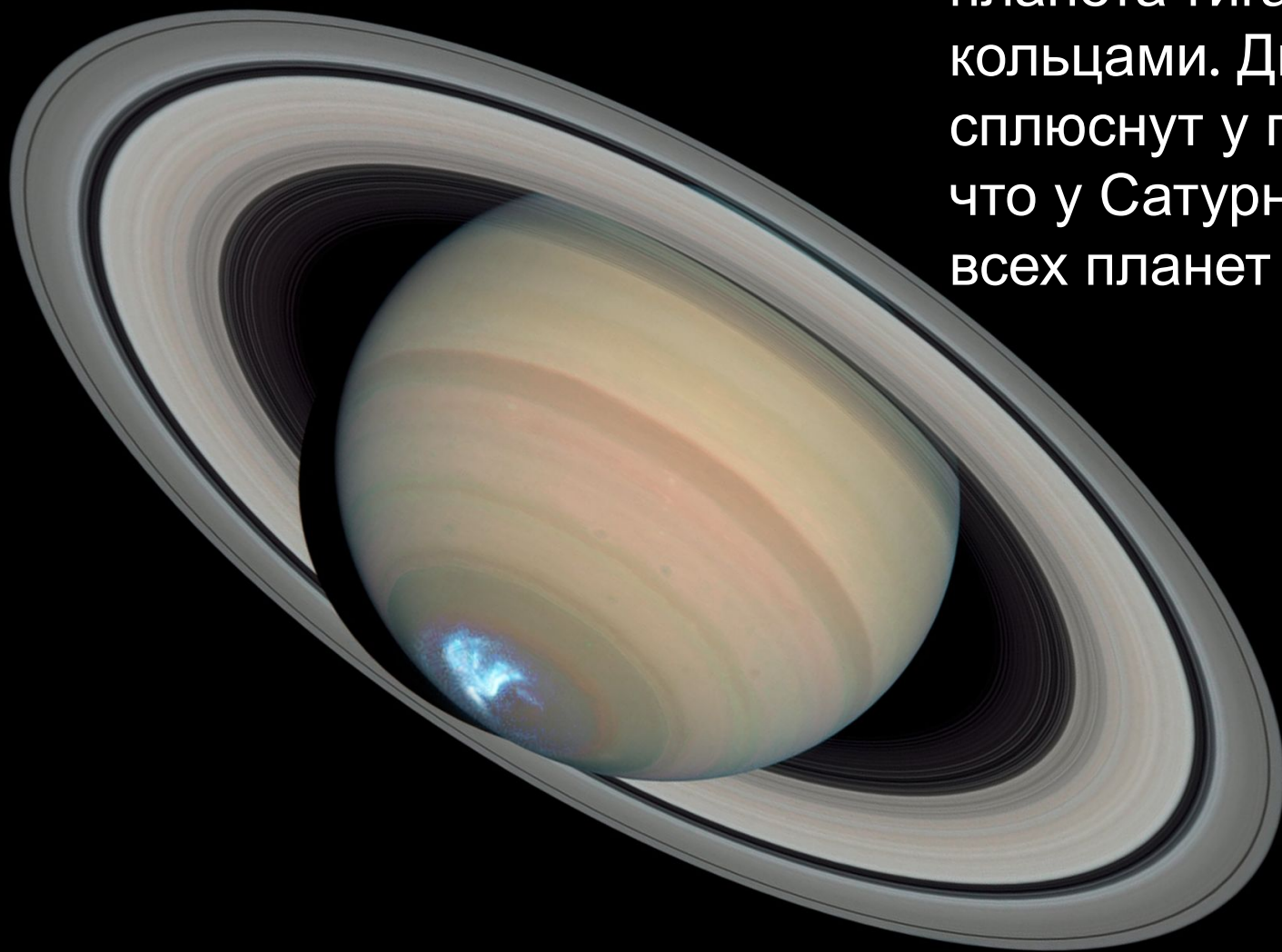
Red Color by Sulfur from Io  
→ bright in IR

Наибольший интерес из спутников внутренней группы вызывает Амальтея. Поверхность этого спутника имеет тёмно-красный цвет, у которого аналогов в Солнечной системе нет. Учёные предполагают, что она состоит в основном из льда с включениями минералов и серосодержащих веществ, но эта гипотеза не объясняет цвет спутника. Скорее всего, Юпитер захватил спутник извне, как это делает регулярно с кометами.





**Внешняя группа** состоит из маленьких спутников, диаметр которых от одного до ста семидесяти километров. Двигутся они по вытянутым и сильно наклоненным к экватору Юпитера орбитам. В настоящее время насчитывается 59 спутников внешней группы. Спутники, которые расположены близко к планете, движутся по своим орбитам в сторону вращения Юпитера, а большинство удалённых спутников движутся в обратном направлении.



**Сатурн** — это вторая по величине планета-гигант, окружённая красивыми кольцами. Диск планеты заметно сплюснут у полюсов. Это вызвано тем, что у Сатурна самая низкая плотность из всех планет Солнечной системы.

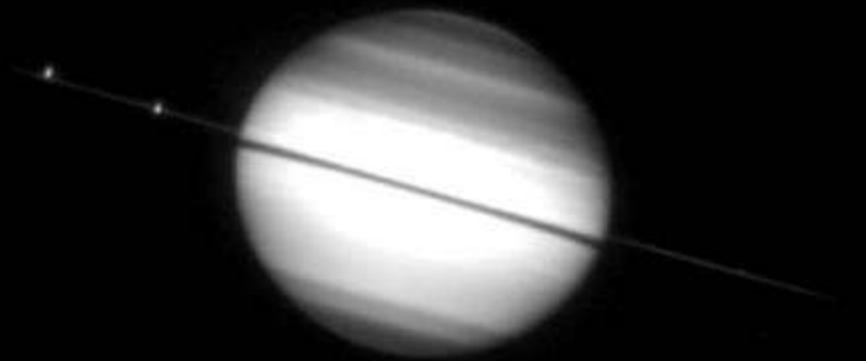


# Вид Сатурна

в современный телескоп



в телескоп времён Галилея



Кольца Сатурна заметил ещё Галилео Галилей: в 1610 г. он обнаружил по обе стороны диска непонятные придатки. Но только Христиан Гюйгенс в 1656 г. различил тонкое плоское кольцо, не соприкасающееся с планетой.

На основе спектральных исследований в 1895 г. русский учёный А. А. Белопольский установил, что кольца не монолитные, а состоят из отдельных мелких тел.

Снимки, полученные космическим аппаратом «Вояджер-2», показали, что систему колец образуют тысячи тонких колец. Каждое из них состоит из бесчисленного множества обломков льда размером от мельчайших пылинок до нескольких метров. Толщина колец не превышает 2 км, а толщина отдельного кольца — не больше 30 м.







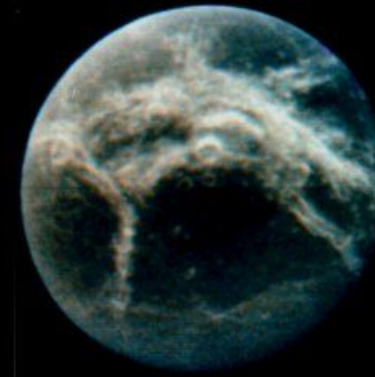
Titan



Rhea



Iapetus



Dione



Thetys

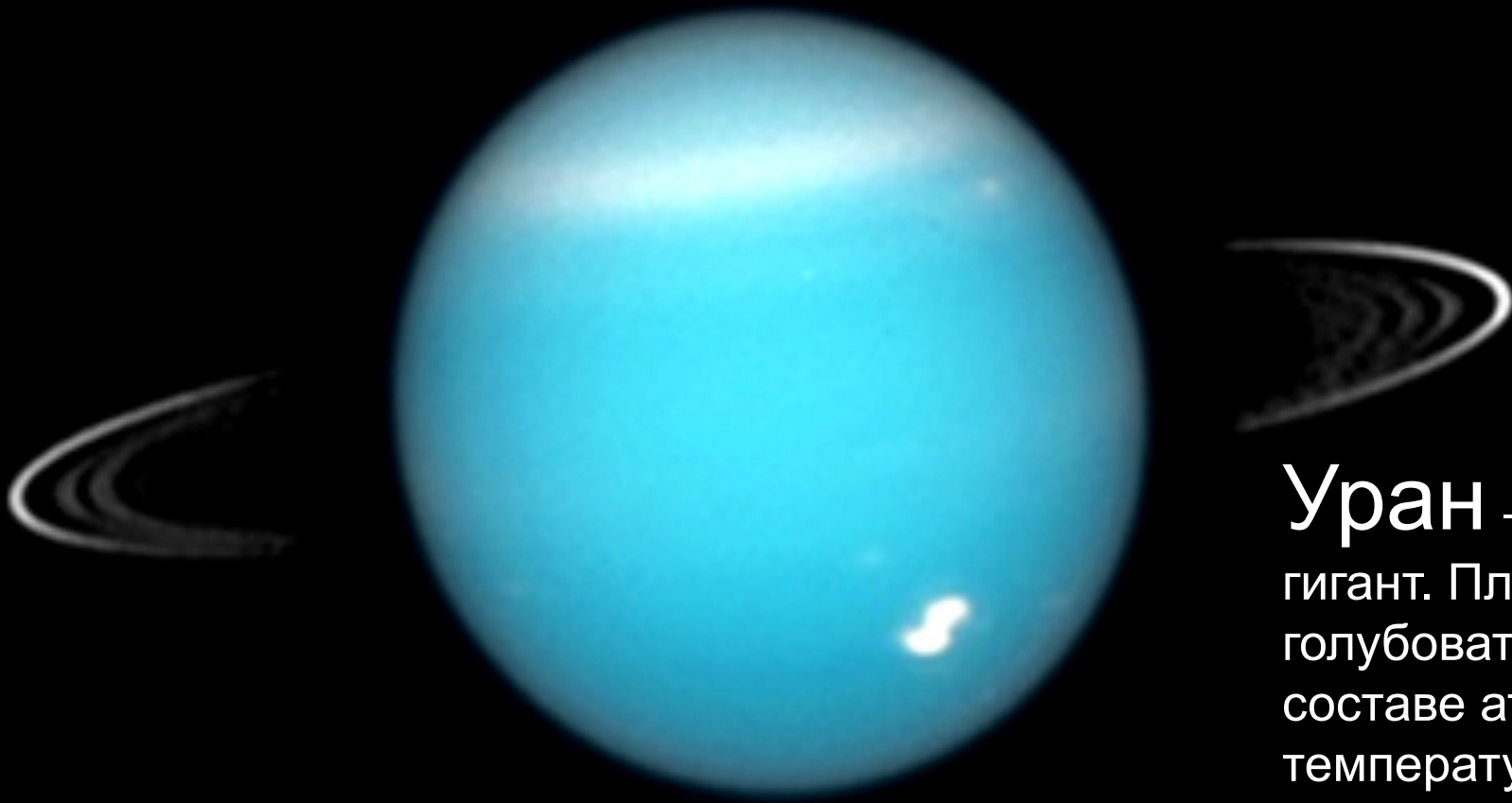


Enchelados



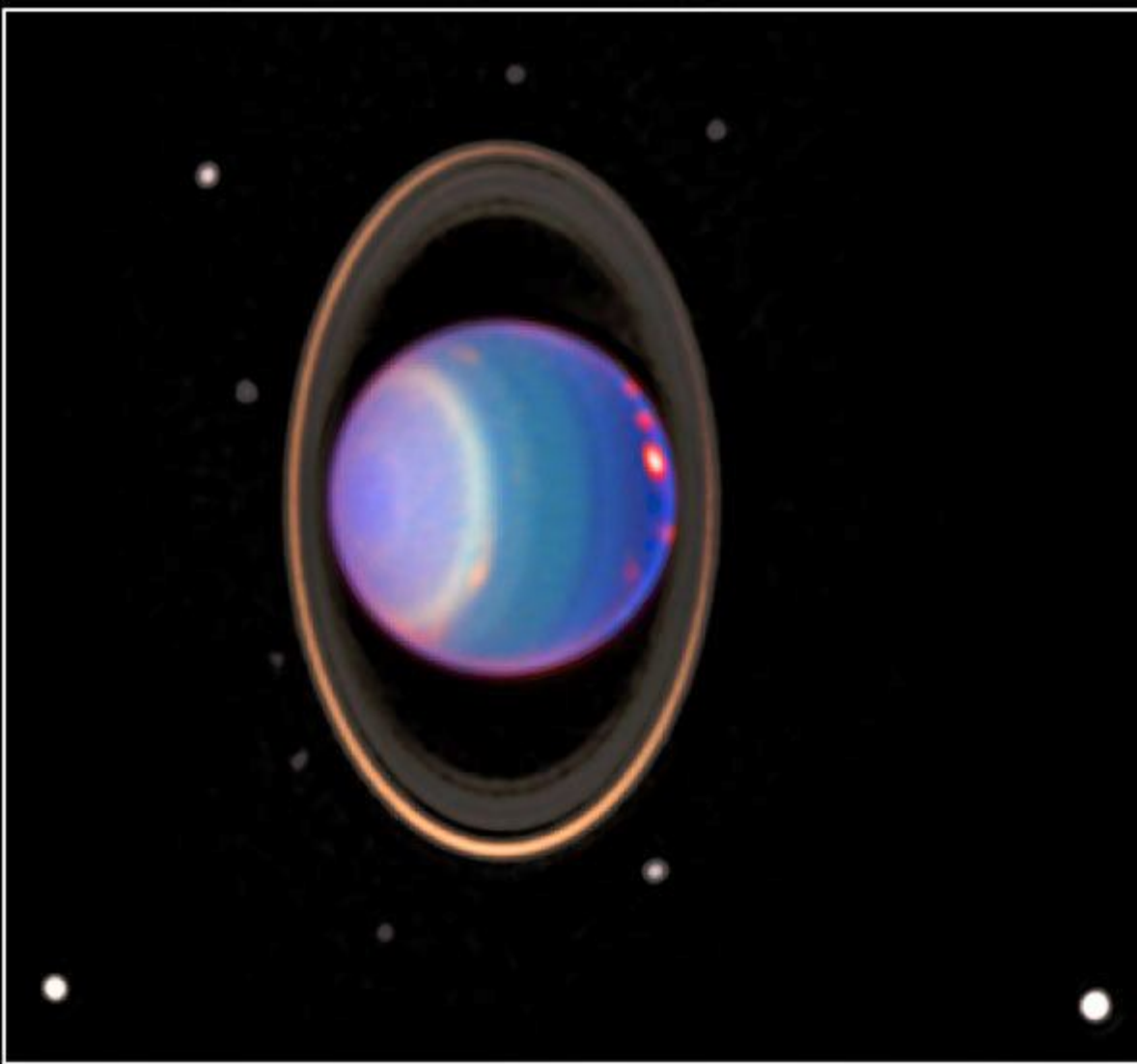
Mimas

У Сатурна известно 62 естественных спутника с подтверждённой орбитой — всего на пять спутников меньше чем у Юпитера. Причём спутники Сатурна не менее интересны для исследователей Солнечной системы: здесь есть Титан с окутанной облаками поверхностью, пронизанная кратерами Феба, и похожий на «Звезду смерти» Мимас.



**Уран** — третья по величине планета-гигант. Планета очень красивого зеленовато-голубоватого цвета. Причина этого кроется в составе атмосферы планеты и её температуре. При температуре  $-217\text{ }^{\circ}\text{C}$  в верхних слоях водородно-гелиевой атмосферы Урана образовалась метановая дымка. Метан хорошо поглощает красные лучи и отражает голубые и зелёные. Поэтому планета и приобрела красивый бирюзовый цвет. В атмосфере Урана не наблюдается никаких заметных возмущений.

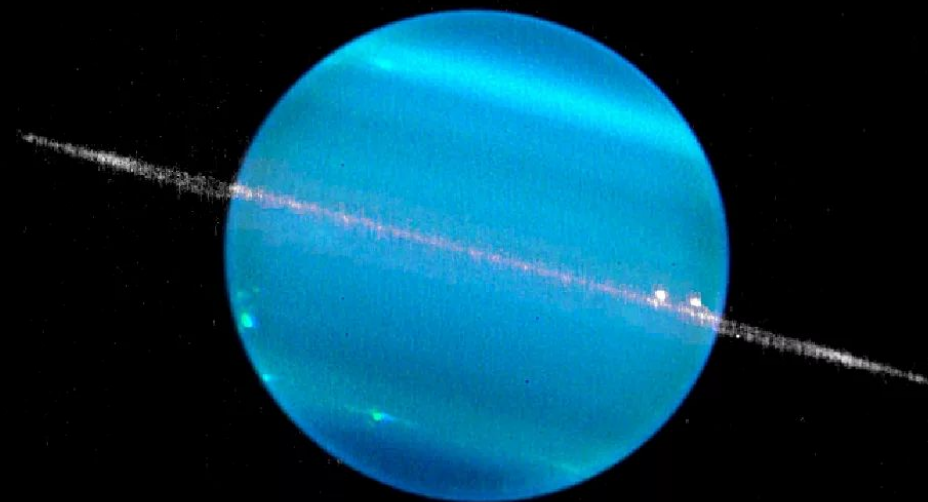


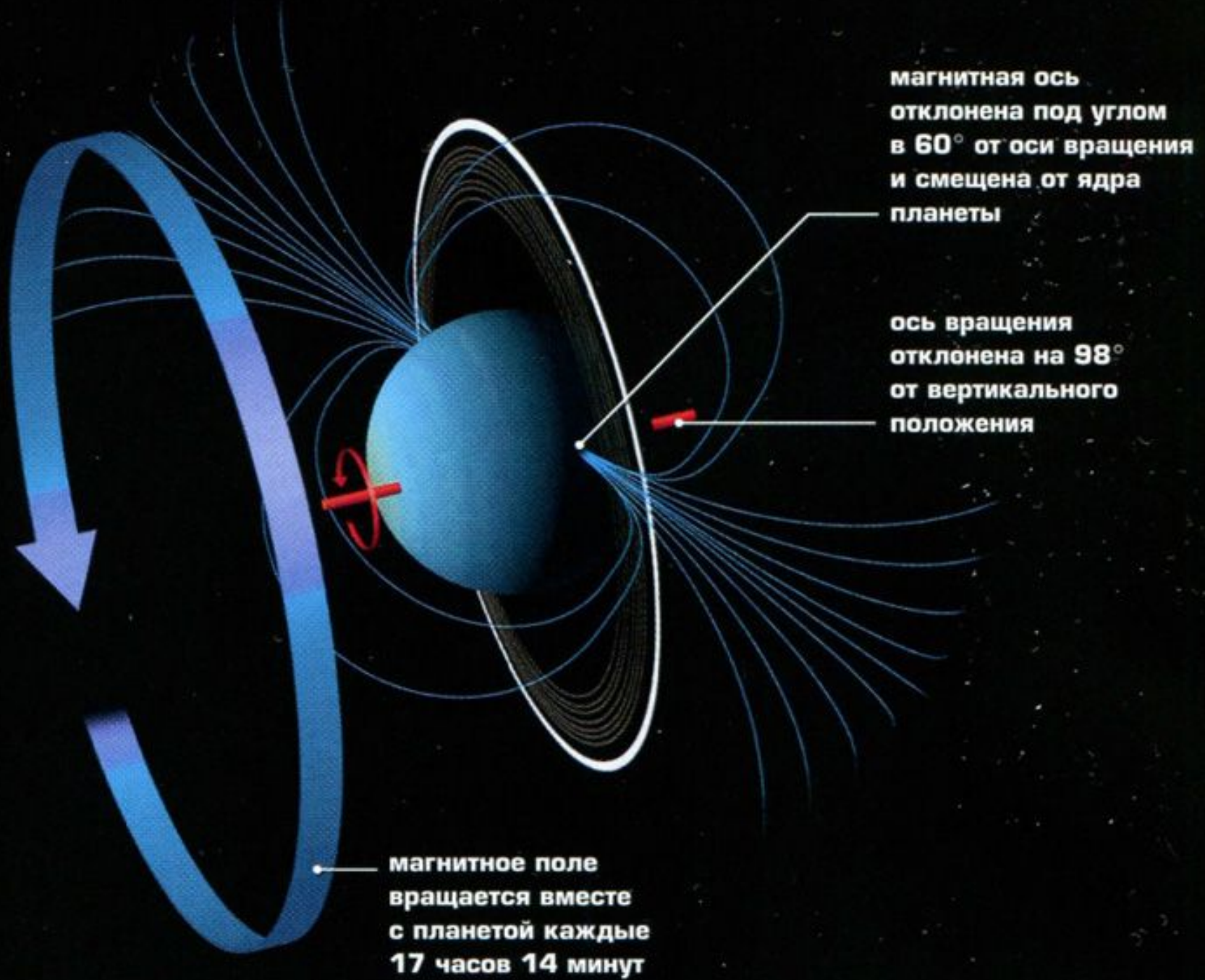


Uranus • August 8, 1998  
PRC98-35b • ST ScI OPO • October 14, 1998  
E. Karkoschka (University of Arizona) and NASA

HST • NICMOS

В 1977 г. были открыты кольца Урана. Снимки, сделанные «Вояджером-2» в 1986 г., подтвердили их существование. Уран окружён одиннадцатью узкими кольцами, располагающимися в плоскости экватора на расстоянии от 42 до 51,4 тыс. км (или 1,65—2,02 радиуса) от центра планеты. Типичная ширина колец от 1 до 8 км, только у самого большого она меняется от 22 до 93 км. Толщина колец не превышает 1 км. Кольца Урана состоят из мелкой пыли и небольших твёрдых тёмных частиц.





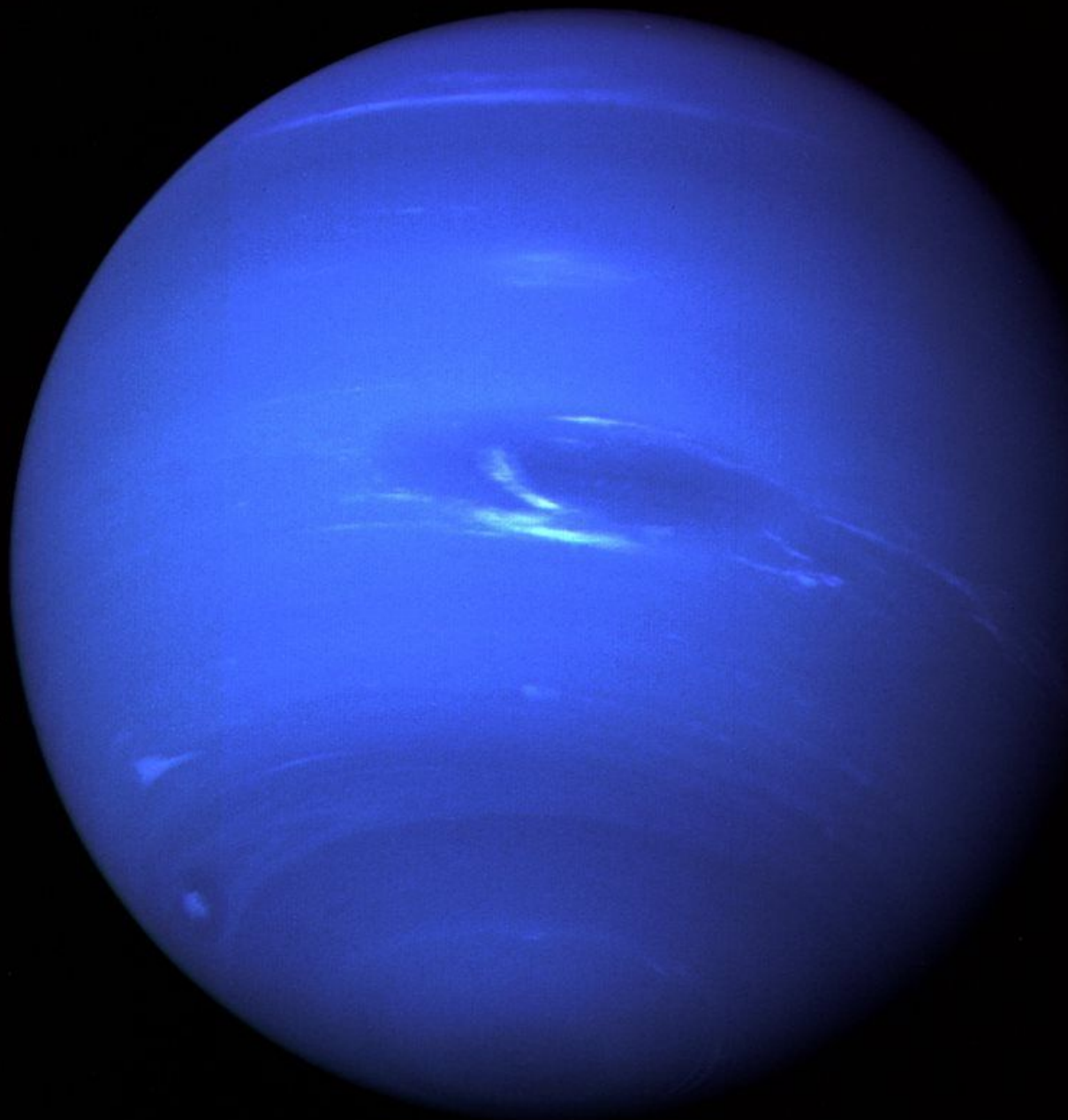
магнитная ось  
отклонена под углом  
в  $60^\circ$  от оси вращения  
и смещена от ядра  
планеты

ось вращения  
отклонена на  $98^\circ$   
от вертикального  
положения

магнитное поле  
вращается вместе  
с планетой каждые  
**17 часов 14 минут**

Магнитное поле Урана имеет одну интересную особенность. Ось вращения планеты почти лежит в плоскости орбиты, и линии магнитного поля скручены вращением Урана в длинный штопор позади планеты. Напряжённость магнитного поля приблизительно равна земной.

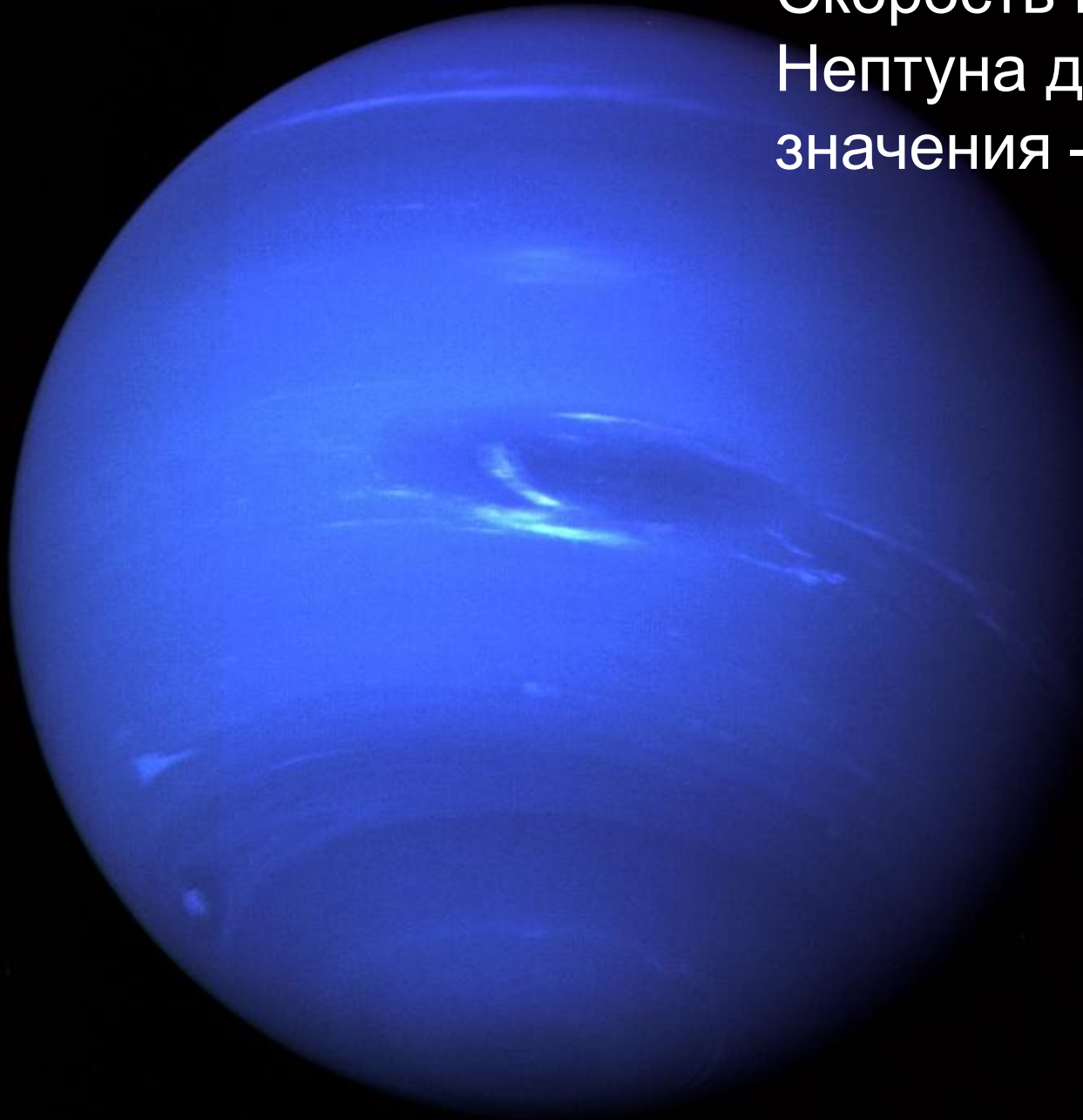




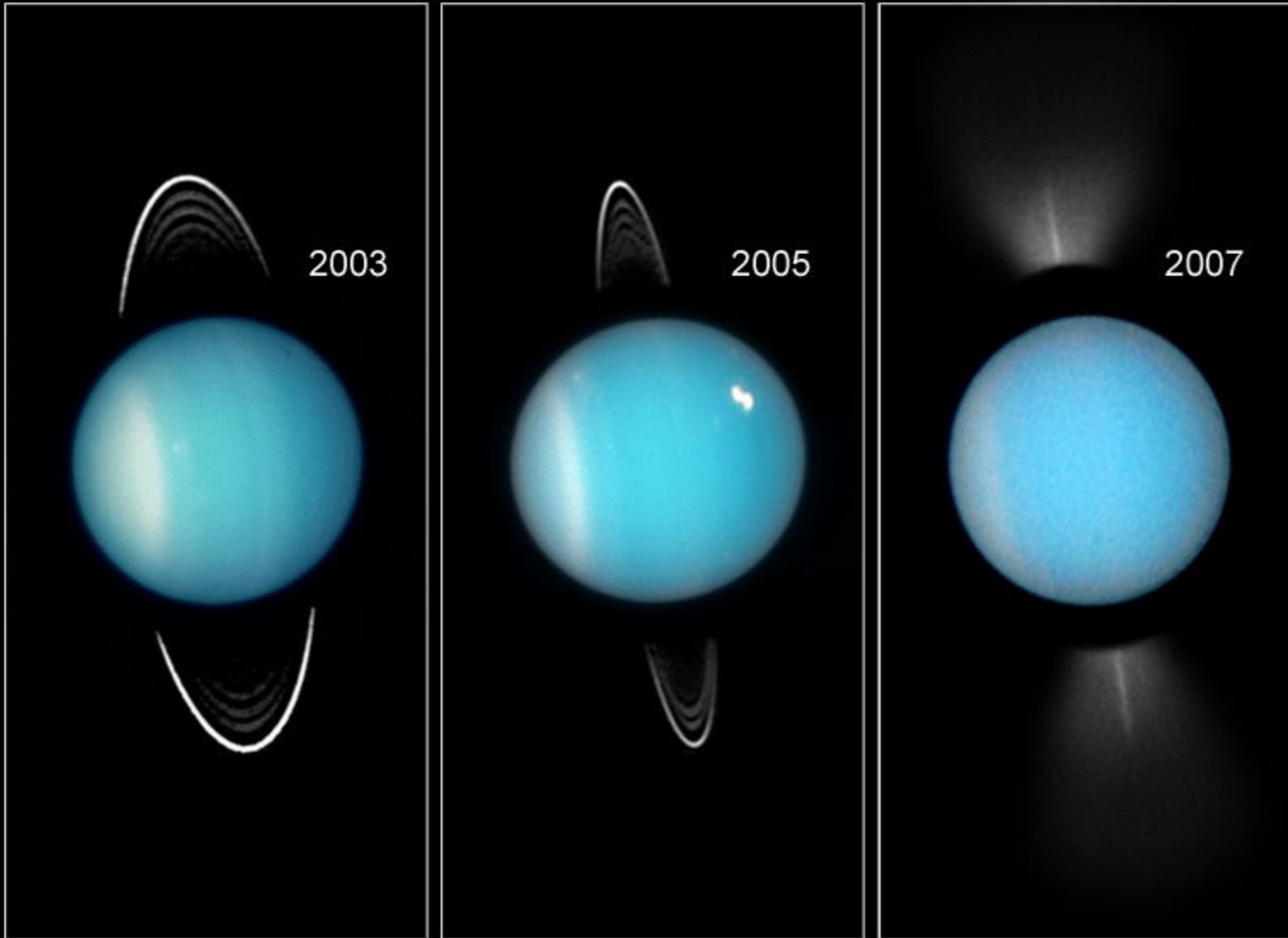
**Нептун** — самый маленький гигант. Находится почти на краю Солнечной системы и получает очень мало солнечной энергии. Но, несмотря на это, планета очень активна. На фотографиях Нептуна хорошо видны облака, появляющиеся и исчезающие в атмосфере планеты.

Примечательной деталью Нептуна является и Большое Тёмное Пятно, схожее по структуре с Большим Красным Пятном Юпитера.

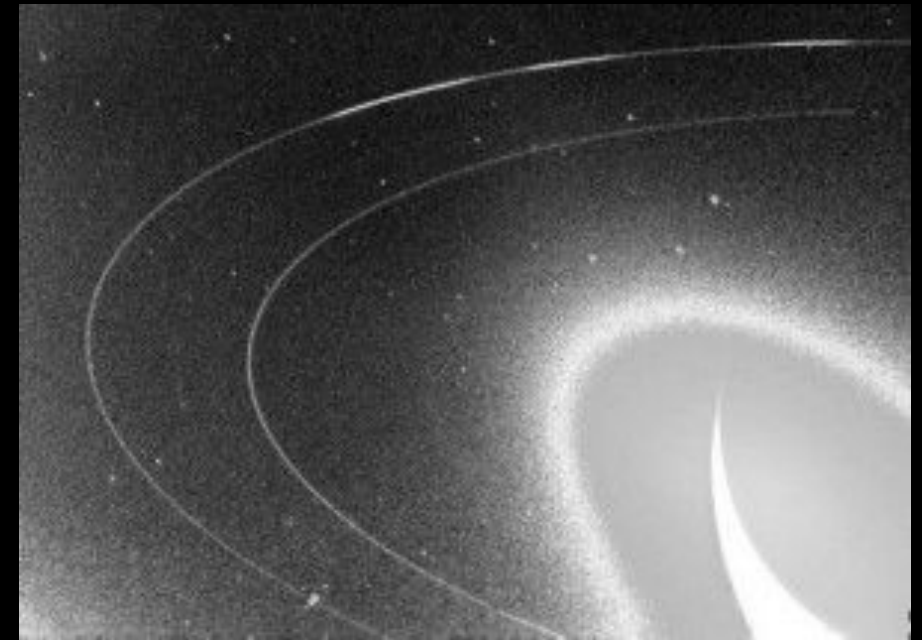
Скорость ветра в атмосфере  
Нептуна достигает рекордного  
значения — 600 м/с.

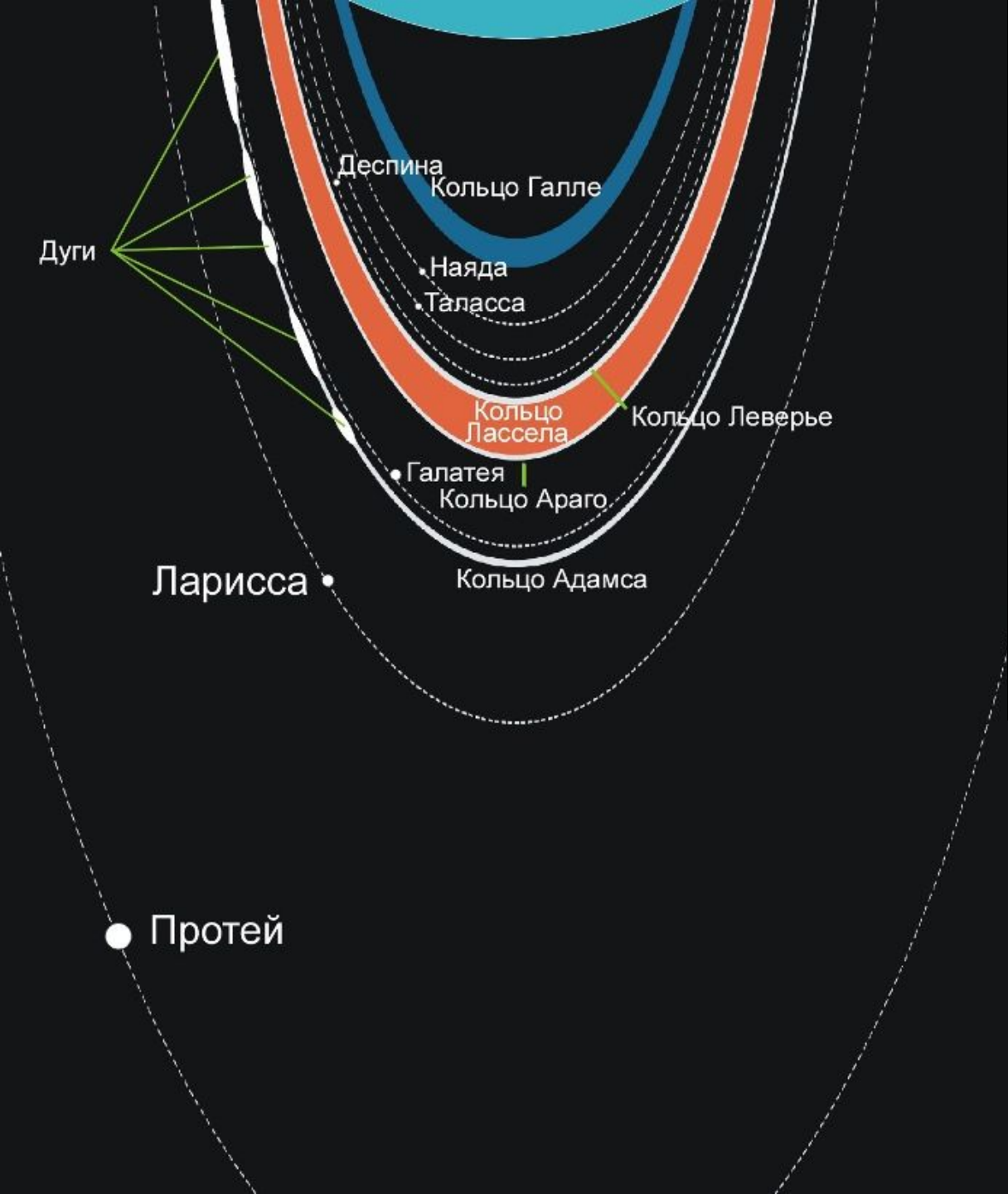






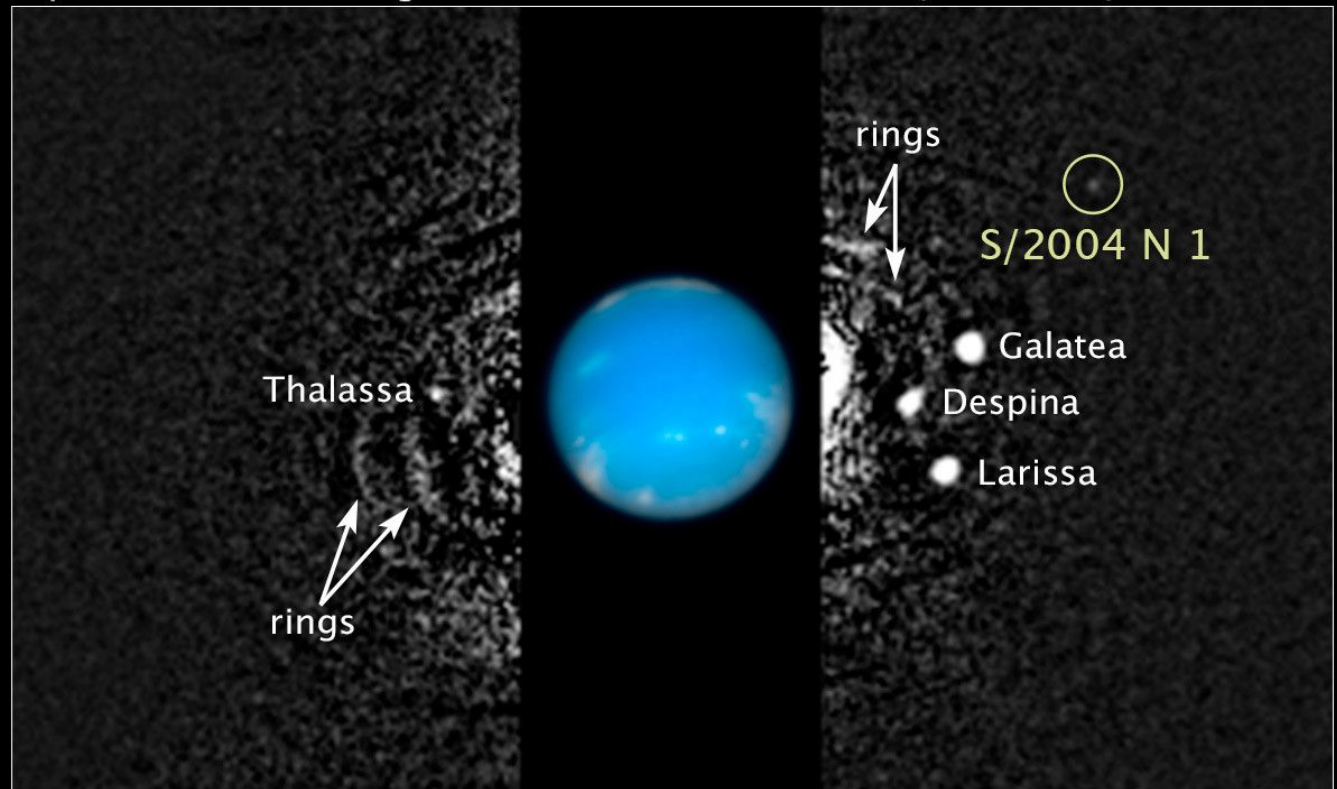
Предположение о существовании колец у Нептуна было выдвинуто в 1984 г. на основе наблюдений по покрытию звёзд планетой. Три замкнутых и одно незамкнутое кольцо видны на снимках, полученных космическим кораблём «Вояджер-2» в 1989 г.





## Neptune Satellites and Ring Arcs

Hubble Space Telescope ■ WFC3/UVIS



NASA and ESA

STScI-PRC13-30a

Располагаются кольца на расстоянии от 1,7 до 2,5 радиуса планеты. Ширина колец — 1700, 15, 5000 и 50 км соответственно. Они состоят из мелких силикатных пылинок, отражающих 6 % солнечного света.



Б. А. Воронцов-Вельяминов  
Е. К. Страут

БАЗОВЫЙ УРОВЕНЬ

11

класс

# АСТРОНОМИЯ



## ДОМАШНЕЕ ЗАДАНИЕ

§19, Конспект;