

A diagram of the outer solar system. The Sun is a large, glowing orange-red sphere on the right. Several concentric white elliptical lines represent the orbits of the planets. In the upper left, two small blue spheres represent Uranus and Neptune. To their right, Saturn is shown with its prominent rings. Further right is Jupiter, with its characteristic brown and white bands. A comet with a long purple and white tail is shown in the lower left. The background is a dark blue grid.

ПЛАНЕТЫ ГИГАНТЫ, ИХ СПУТНИКИ И КОЛЬЦА

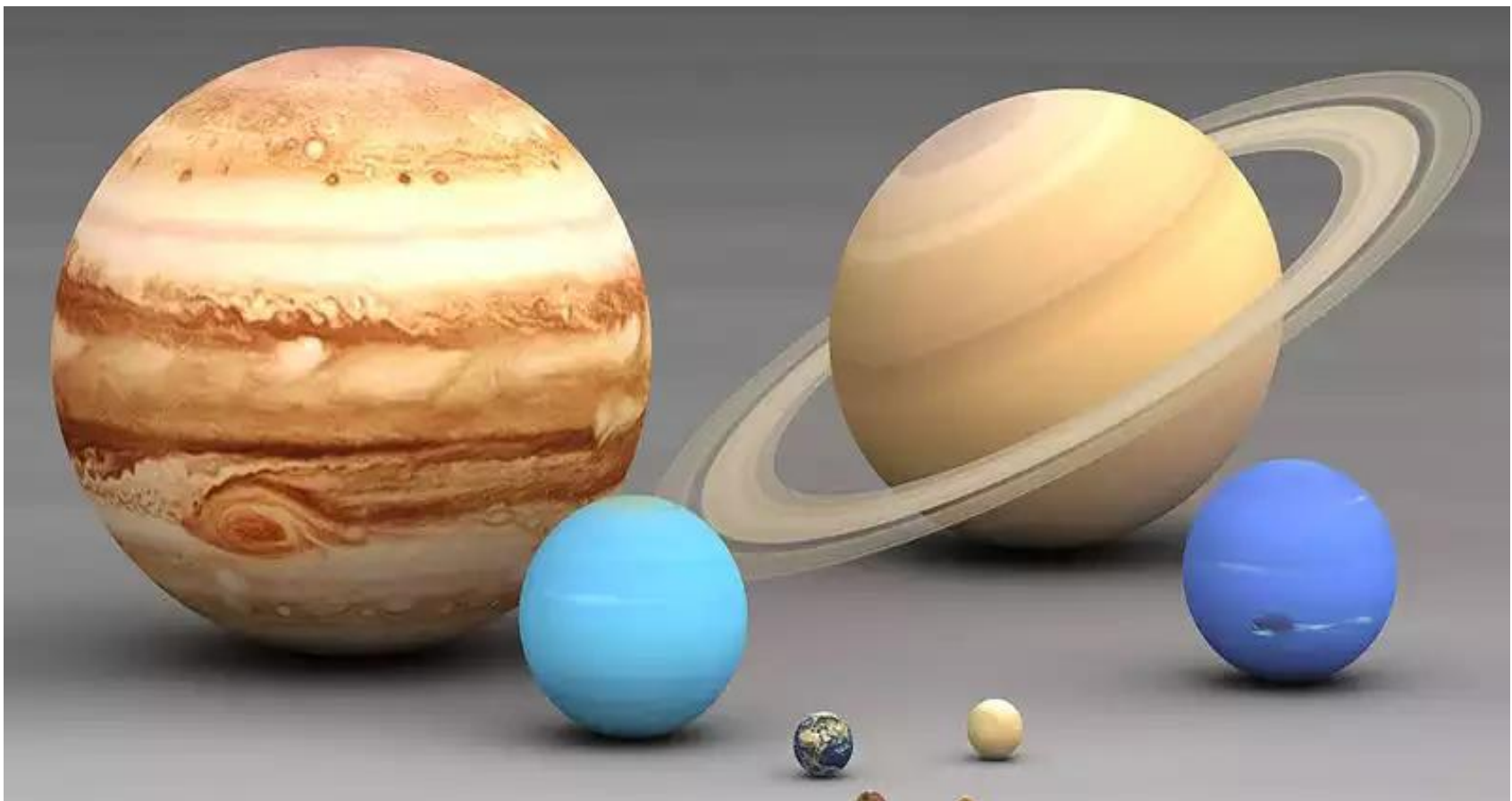
Общность характеристик планет- гигантов



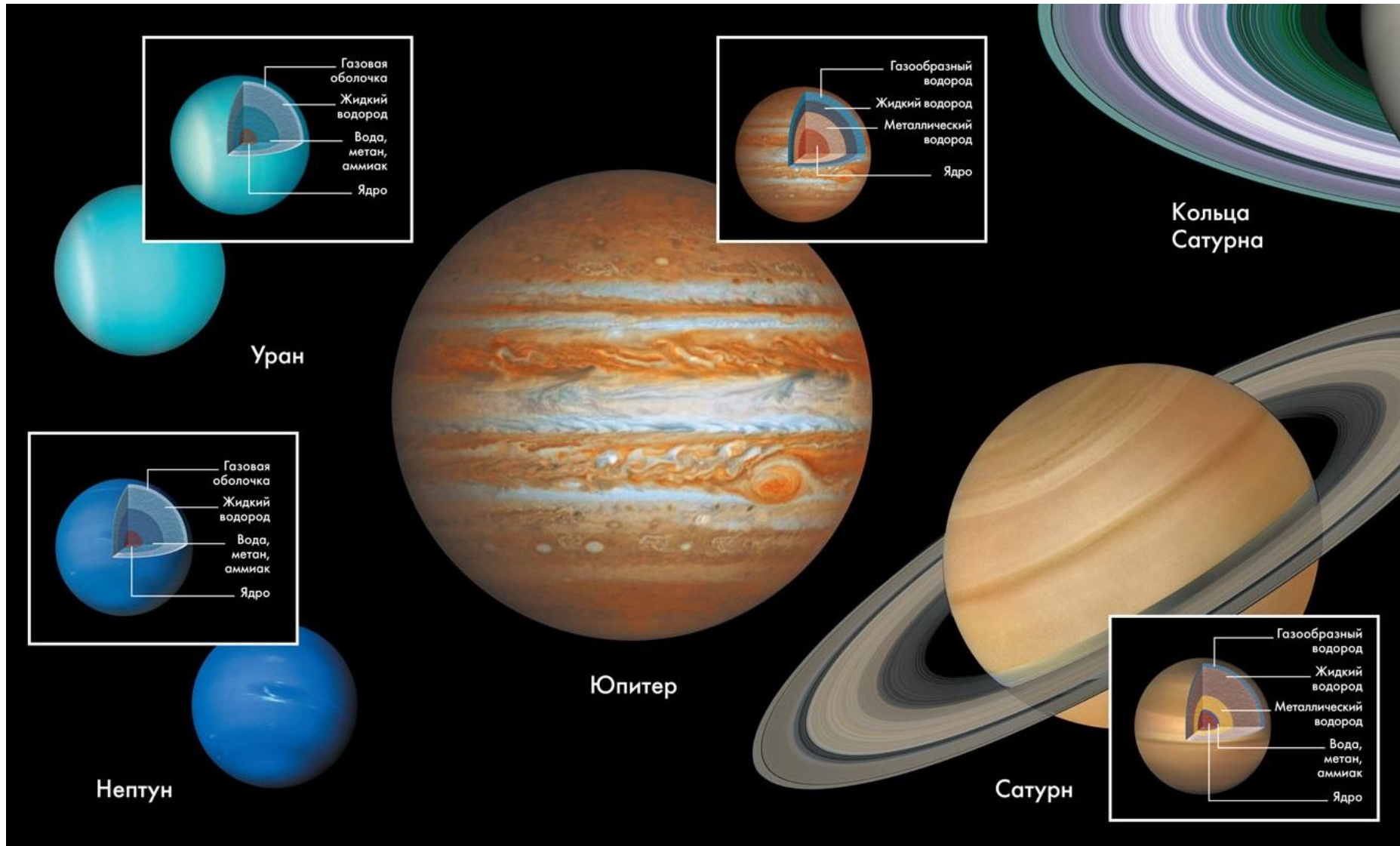


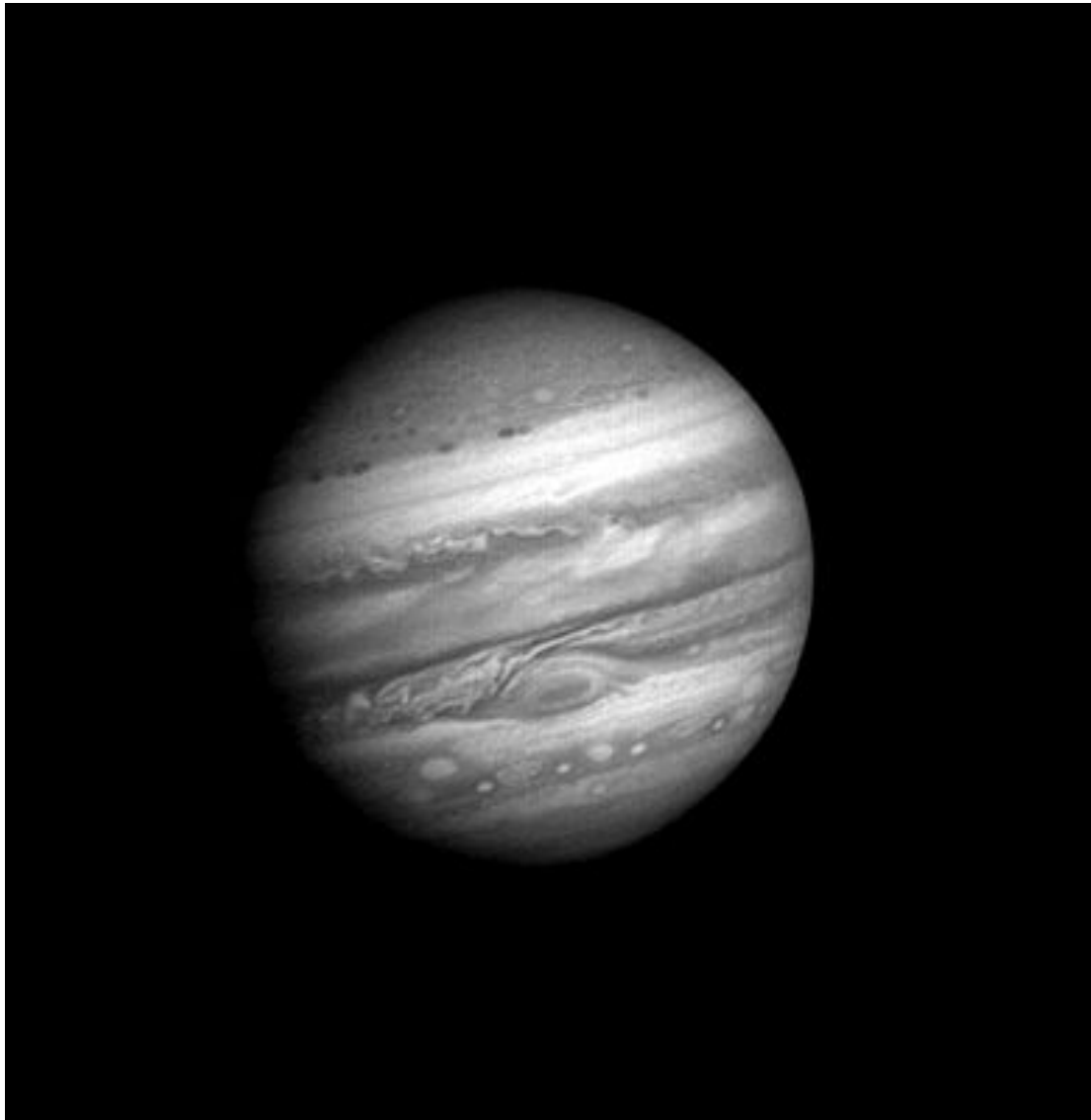
Любая из планет-гигантов, состоящих преимущественно из водорода и гелия, превосходит по массе все планеты земной группы, вместе взятые.

Крупнейшая планета Солнечной системы – Юпитер – в 11 раз по диаметру и в 300 с лишним раз по массе больше, чем Земля.



Все планеты-гиганты имеют мощные протяженные **атмосферы**, состоящие в основном из молекулярного водорода и содержащие также гелий (от 6 до 15% по объему), метан, аммиак, воду и некоторые другие соединения.





Последовательность из снимков,
сделанных Вояджер-1 на подлёте к Юпитеру

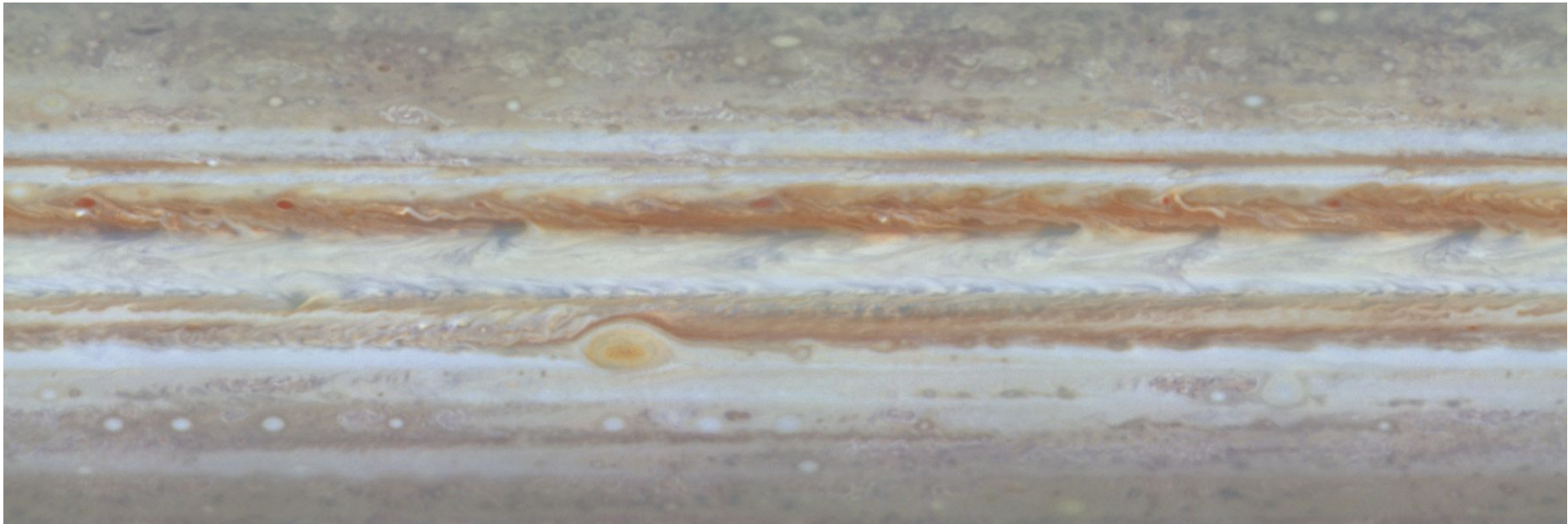
Сжатие планет-гигантов, которое заметно даже на первый взгляд, вызвано их быстрым вращением вокруг оси.

Экваториальные области планет-гигантов вращаются быстрее, чем области, находящиеся ближе к полюсам.

На Юпитере различие периодов вращения на разных широтах составляет около 6 мин, а на Сатурне превышает 20 мин.

Наиболее изученным среди планет-гигантов является Юпитер, на котором даже в небольшой телескоп видны многочисленные темные и светлые полосы, тянущиеся параллельно экватору планеты.

Красновато-коричневый цвет полос объясняется тем, что, помимо кристалликов аммиака, составляющих основу облаков, в них содержатся различные аэрозольные примеси, в частности соединения серы и фосфора.



Зоны, пояса и вихри на Юпитере.

14-кадровая анимация показывает примерно 24 юпитерианских дня, или около 10 земных.

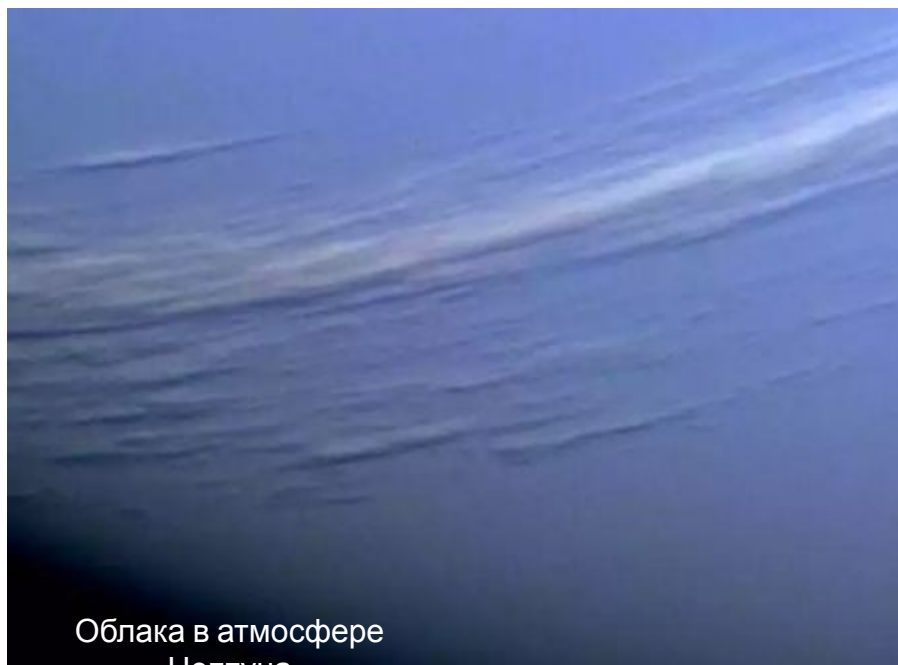


Сравнение размеров
Большого Красного Пятна и Земли

На снимках, полученных космическими аппаратами, видны следы интенсивных атмосферных процессов.

Один из **атмосферных вихрей**, получивший название Большое Красное Пятно, наблюдается на Юпитере уже свыше 350 лет.

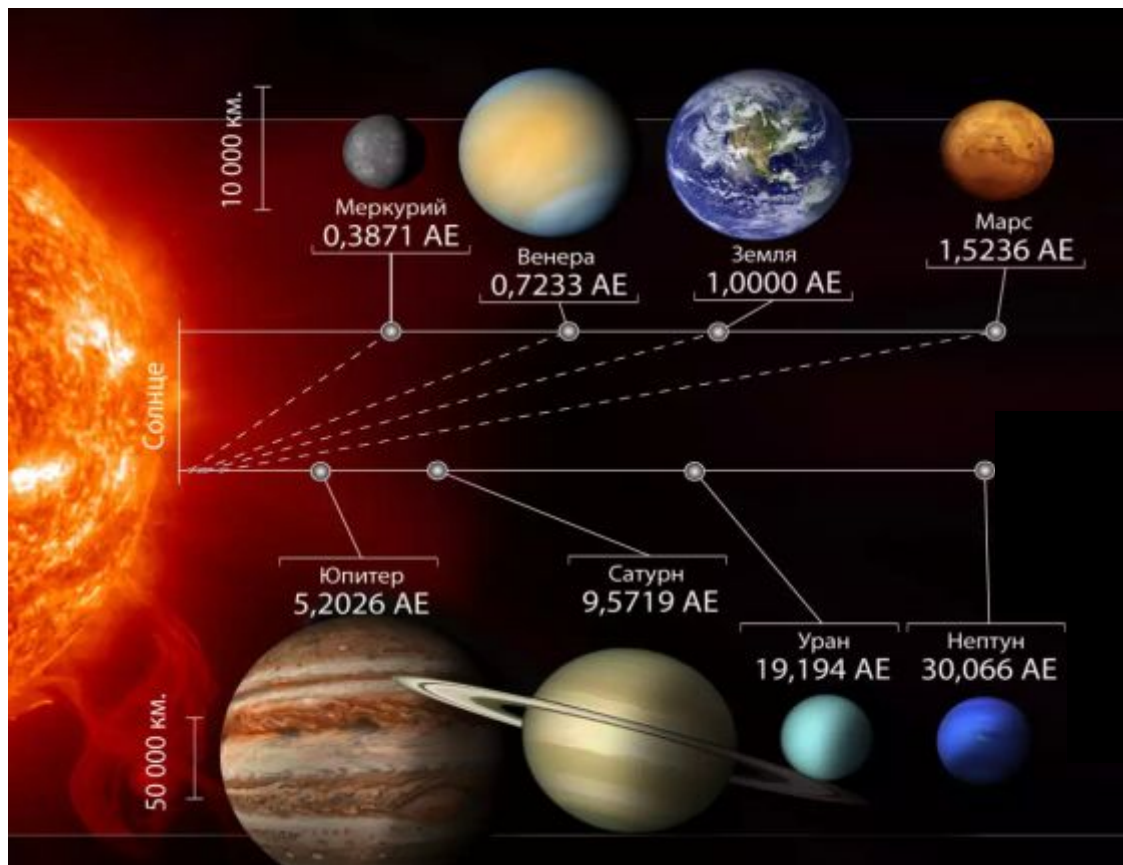
Атмосферные течения и **облака** зафиксированы и на других планетах-гигантах, хотя развиты они в меньшей степени, чем на Юпитере.



Облака в атмосфере
Нептуна



Шторм на
Сатурне



Условное время полета
от Земли до других
планет Солнечной
системы по прямой
на 01.04.2014



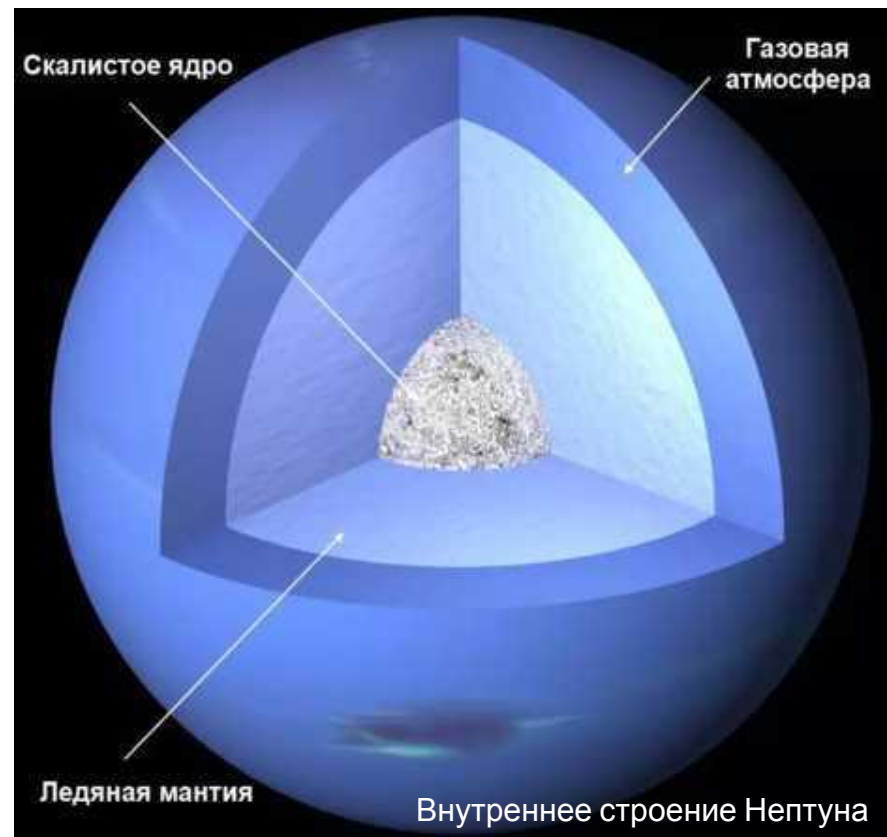
Планеты-гиганты находятся далеко от Солнца, поэтому там очень холодно.

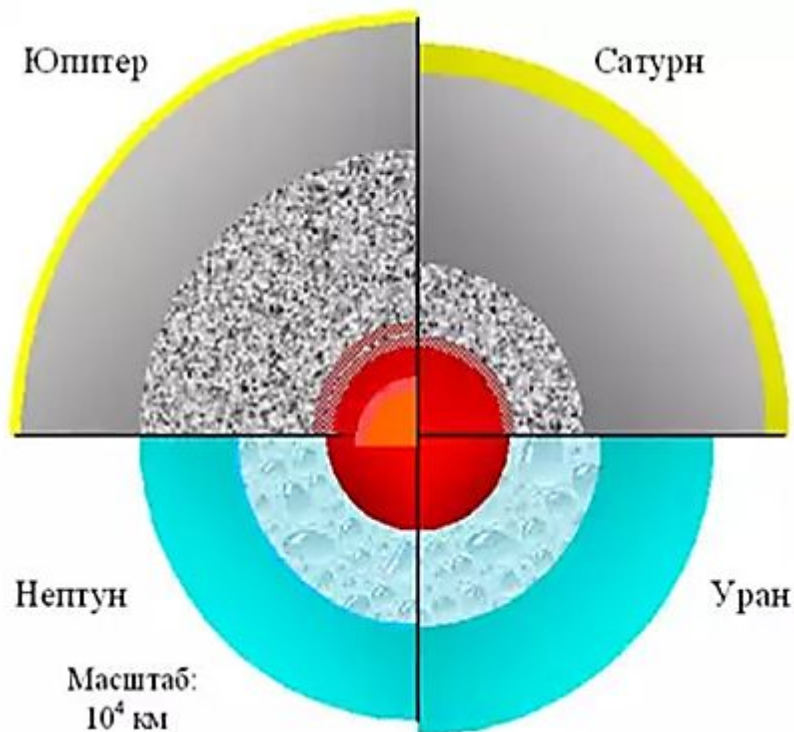
Температура в атмосфере Юпитера на уровне облачного слоя около -140°C , Сатурна – около -180°C , а на Уране и Нептуне она не превышает -210°C .

Такая температура установилась на планетах не только за счет энергии, приходящей от Солнца, но и благодаря потоку энергии из их недр.

На Юпитере, Сатурне и Нептуне поток энергии из недр существенно больше потока солнечной энергии, но на Уране он практически отсутствует.

Согласно модели внутреннего строения планет-гигантов температура в центре Юпитера достигает 30000°C , давление – около $8 \cdot 10^{12}$ Па, а у Нептуна – 7000°C и $6 \cdot 10^{11}$ Па.



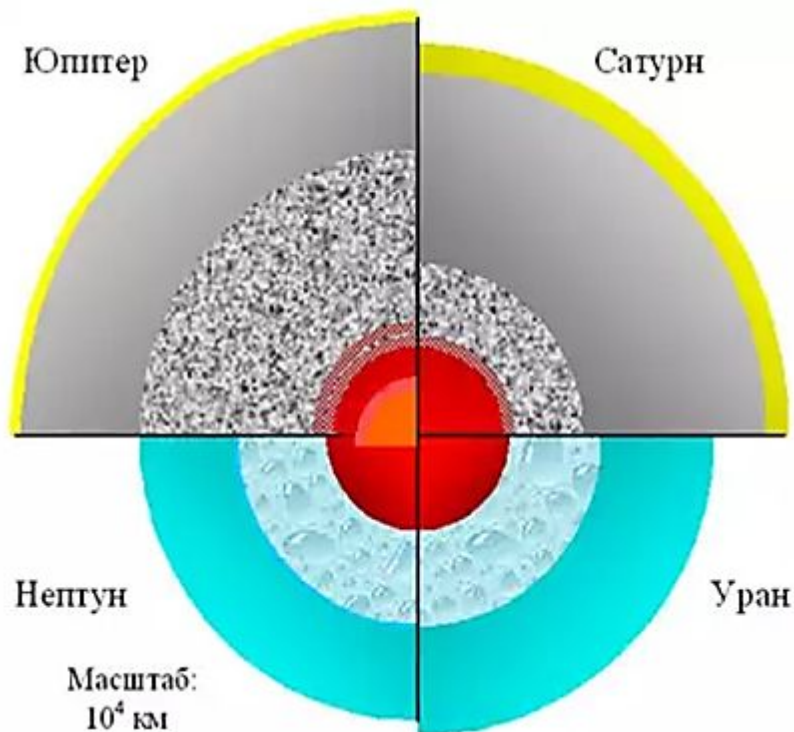


- Внутреннее ядро из тяжелых элементов (Юпитер)
- Внешнее силикатное ядро.
- Оболочка из летучих элементов.
- Оболочка из твердого "металлического" водорода (Юпитер, Сатурн).
- Оболочка из жидкого водорода (Юпитер, Сатурн)
- Ледяная мантия (Уран, Нептун)
- Гидросфера - глобальный водяной океан (Нептун)
- Атмосфера:
 - Юпитера, Сатурна;
 - Урана, Нептуна

Расчеты показывают, что по мере приближения к центру планеты водород вследствие возрастания давления должен переходить из газообразного в **газожидкое состояние** – так называют состояние вещества, при котором сосуществуют его газообразная и жидкая фазы.

Когда при дальнейшем приближении к центру давление в миллионы раз превысит атмосферное давление, существующее на Земле, водород приобретает свойства, характерные для металлов.

В недрах Юпитера **металлический водород** вместе с силикатами и металлами образует ядро, которое по размерам примерно в 1,5 раза, а по массе в 10–15 раз превосходит Землю.



- Внутреннее ядро из тяжелых элементов (Юпитер)
- Внешнее силикатное ядро.
- Оболочка из летучих элементов.
- Оболочка из твердого "металлического" водорода (Юпитер, Сатурн).
- Оболочка из жидкого водорода (Юпитер, Сатурн)
- Ледяная мантия (Уран, Нептун)
- Гидросфера - глобальный водяной океан (Нептун)
- Атмосфера: ■ - Юпитера, Сатурна;
■ - Урана, Нептуна

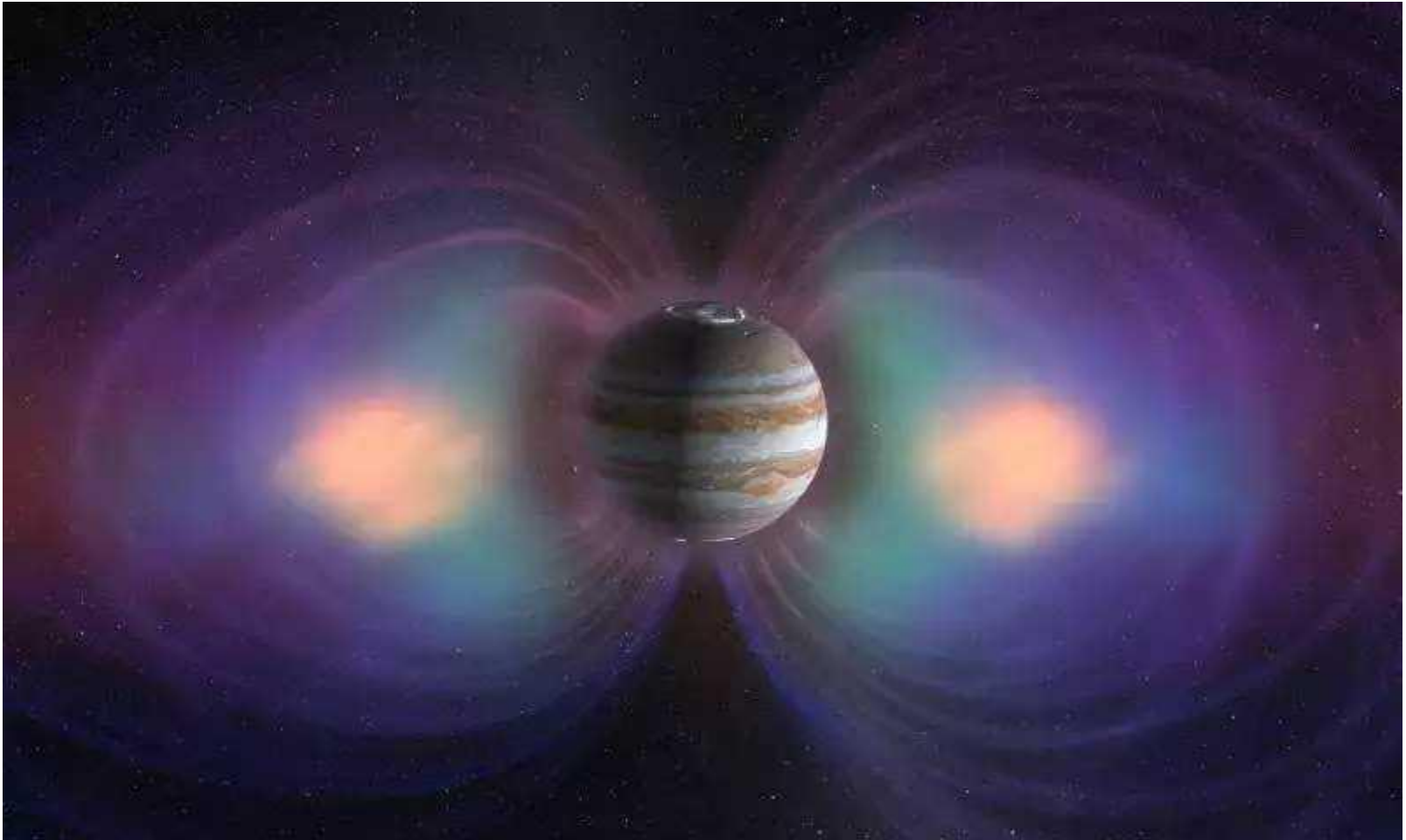
Согласно моделям внутреннего строения Урана и Нептуна над ядром такого же состава должна находиться **мантия**, представляющая собою смесь водяного и аммиачно-метанового льдов.

Расчеты показывают, что даже при температуре в несколько тысяч градусов и высоком давлении смесь воды, метана и аммиака может образовывать **твердые льды**.

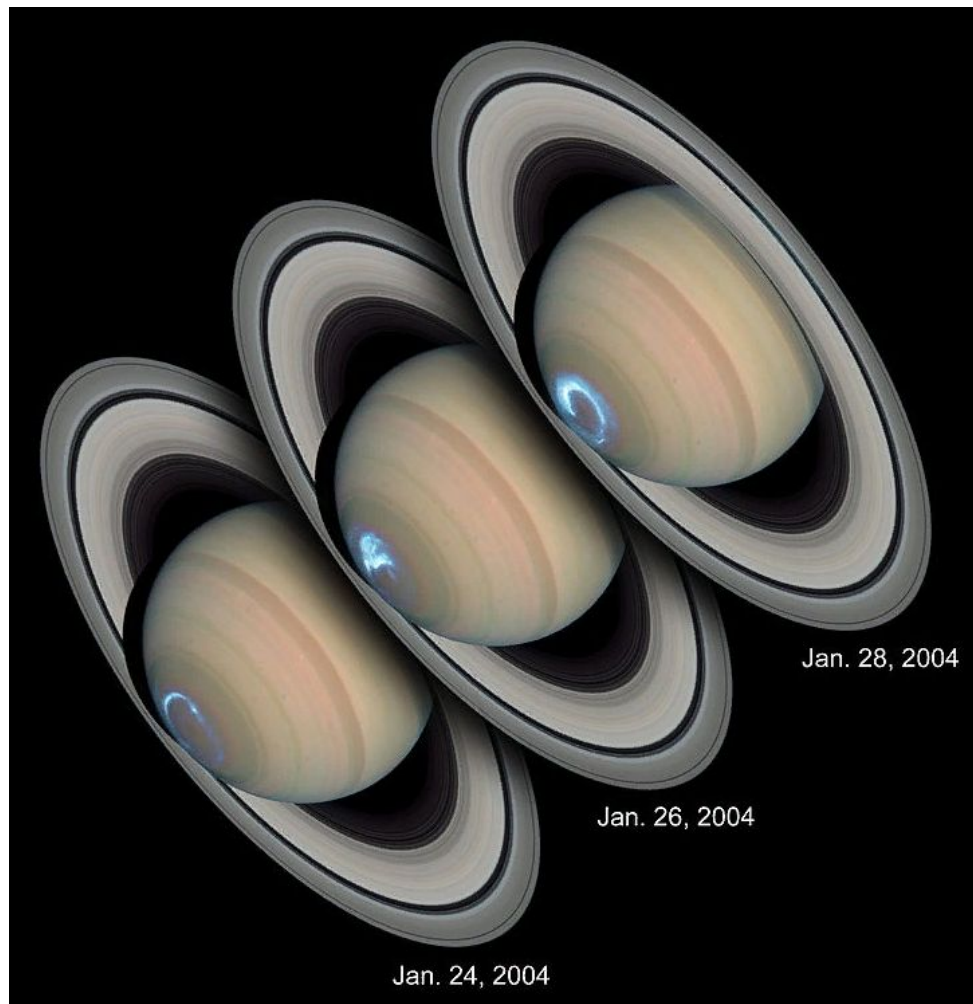
Поэтому эти две планеты иногда называют «ледяными гигантами» в отличие от «горячих гигантов» — Юпитера и Сатурна.

Все планеты-гиганты обладают **магнитным полем**.

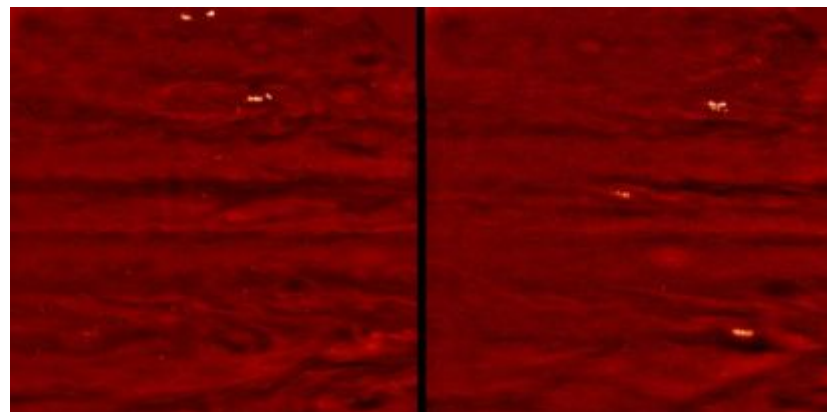
Магнитное поле Юпитера значительно сильнее земного, поэтому его радиационные пояса, подобные земным, значительно их превосходят, а магнитосфера, которая по своим размерам в 10 раз превосходит диаметр Солнца, охватывает четыре крупнейших спутника.



Космические аппараты зарегистрировали в атмосфере Юпитера очень сильные **разряды молний**, а также мощные **полярные сияния** на Юпитере и Сатурне.



Британские астрономы обнаружили в атмосфере Сатурна новый тип полярного сияния, которое образует кольцо вокруг одного из полюсов планеты

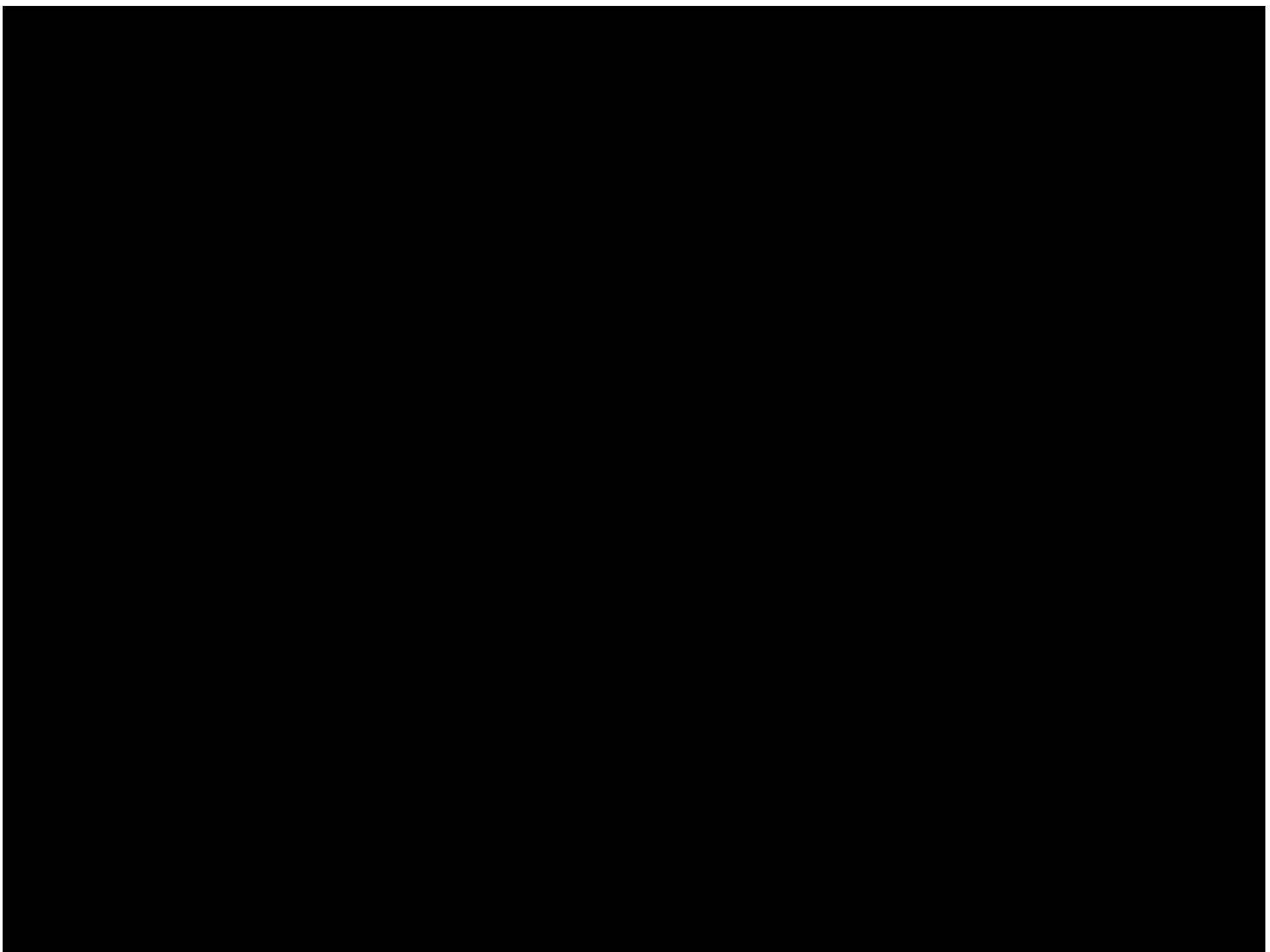


Молнии на ночной стороне Юпитера. Изображение получено космическим аппаратом Галилео в 1997



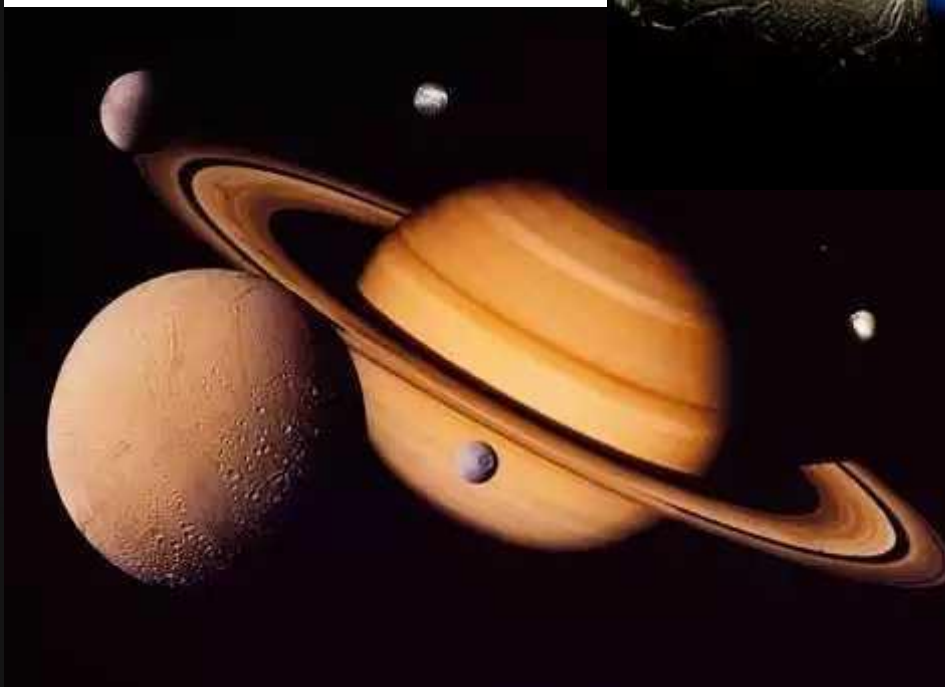
Астрономы при помощи космического телескопа NASA сфотографировали самое сильное полярное сияние на Юпитере

Спутники и кольца планет-гигантов



В условиях, когда водород и гелий на периферии протопланетного облака почти полностью вошли в состав планет-гигантов, их спутники оказались похожими на Луну и планеты земной группы.

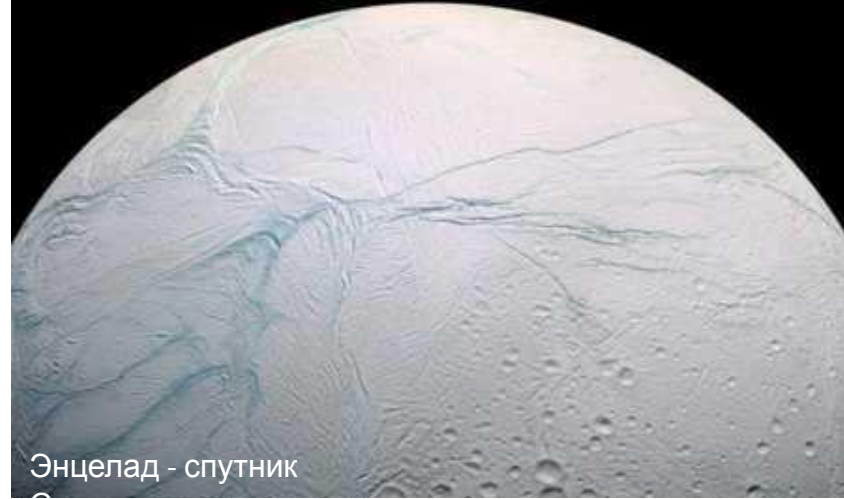
Все эти спутники состоят из тех же веществ, что и планеты земной группы, – силикатов, оксидов и сульфидов металлов и т. д., а также водяного (или водно-аммиачного) льда.



На поверхности многих спутников помимо многочисленных кратеров метеоритного происхождения обнаружены также тектонические разломы и трещины их коры или ледяного покрова.



Каллисто - спутник Юпитера с самым большим числом кратеров

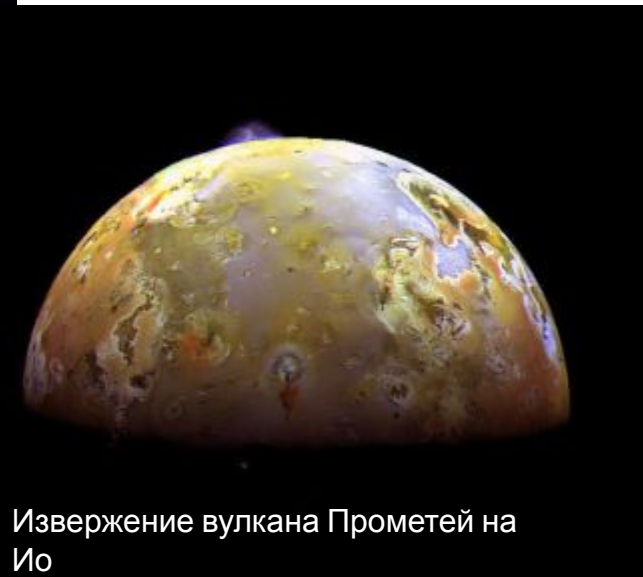
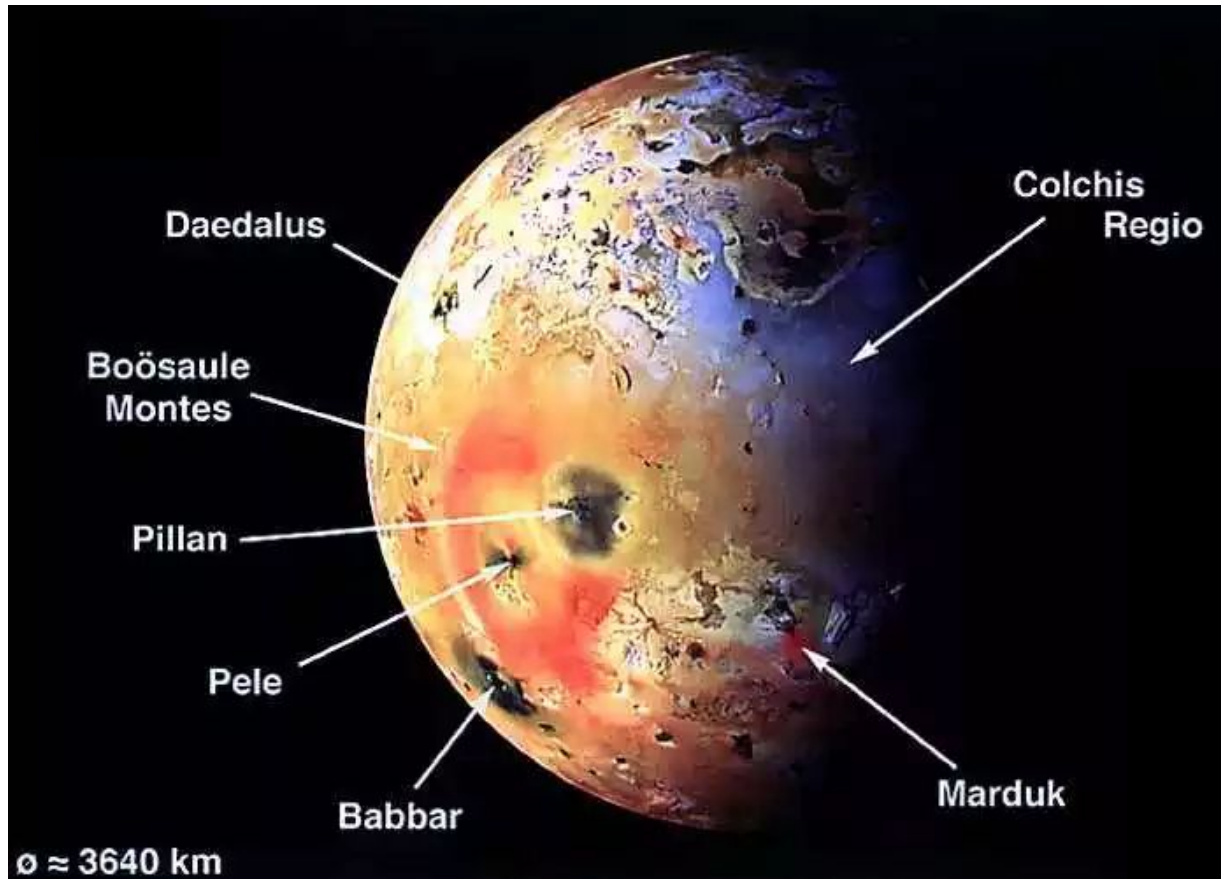


Энцелад - спутник
Сатурна



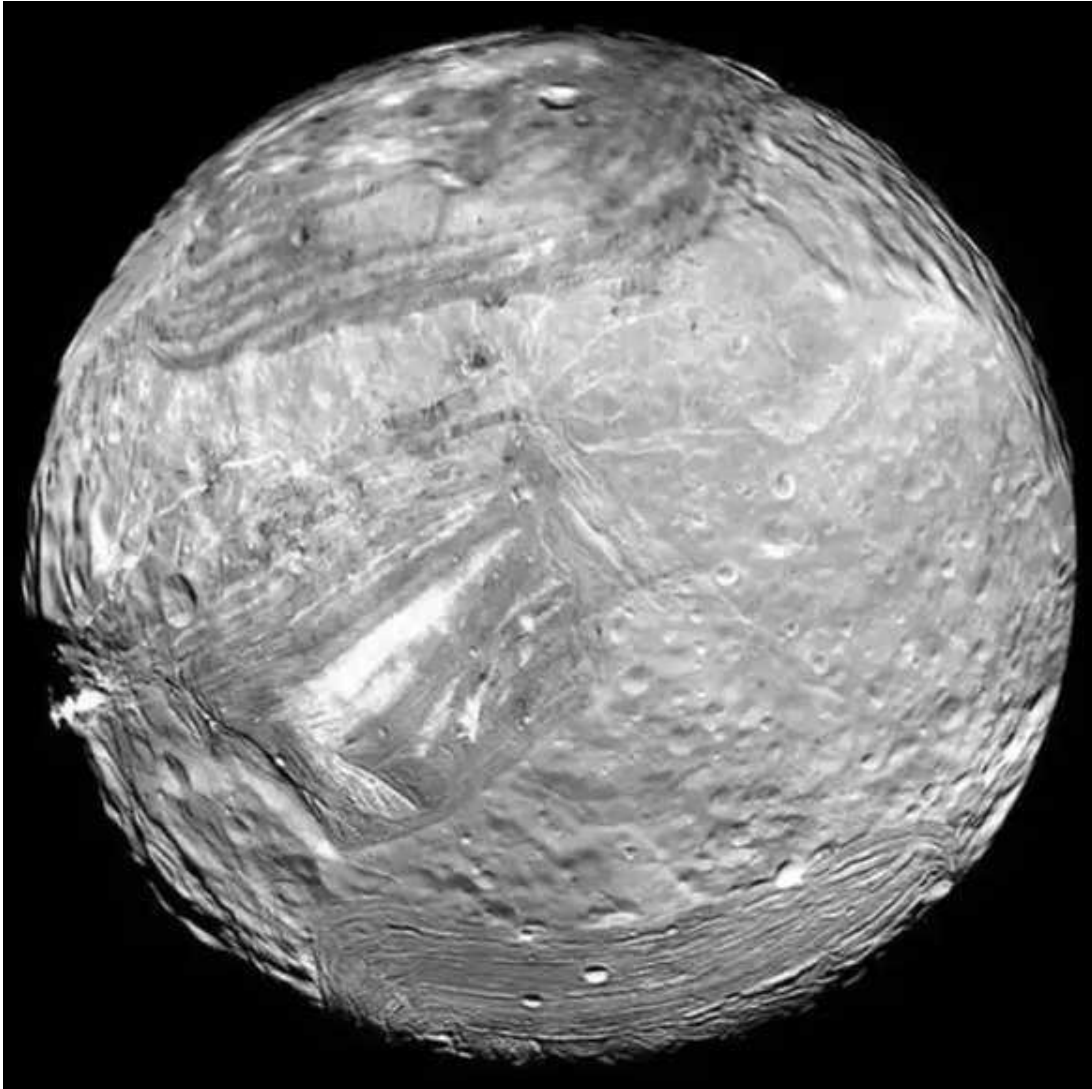
Европа - спутник
Юпитера

На ближайшем к Юпитеру спутнике **Ио** около десятка действующих вулканов. Высота выброса при крупнейшем из этих извержений составила около 300 км. Продолжительность большинства извержений превысила четыре месяца.

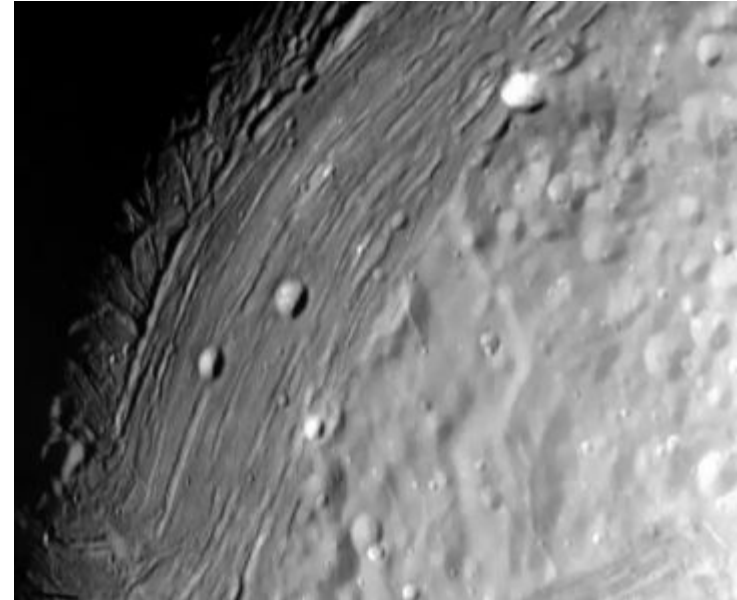


Ио – наиболее вулканически активный объект среди всех тел планетного типа.

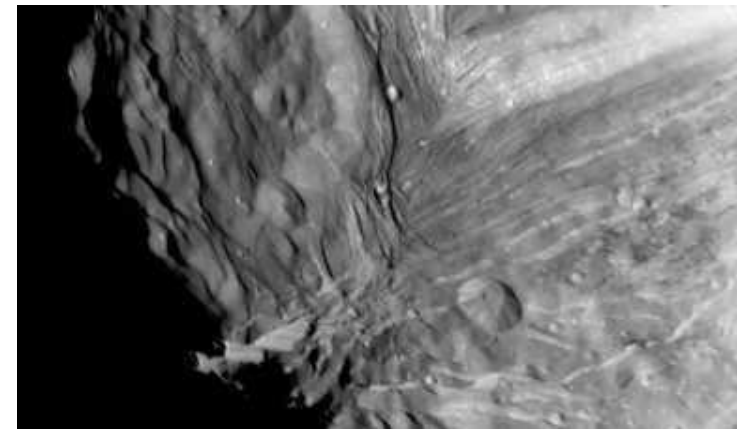
На спутнике Урана – **Миранде** – видны уникальные структуры поверхности.
Их возникновение связано, видимо, с мощными ударными процессами,
которые могли привести к разрушению спутника.



Миранда – спутник Урана

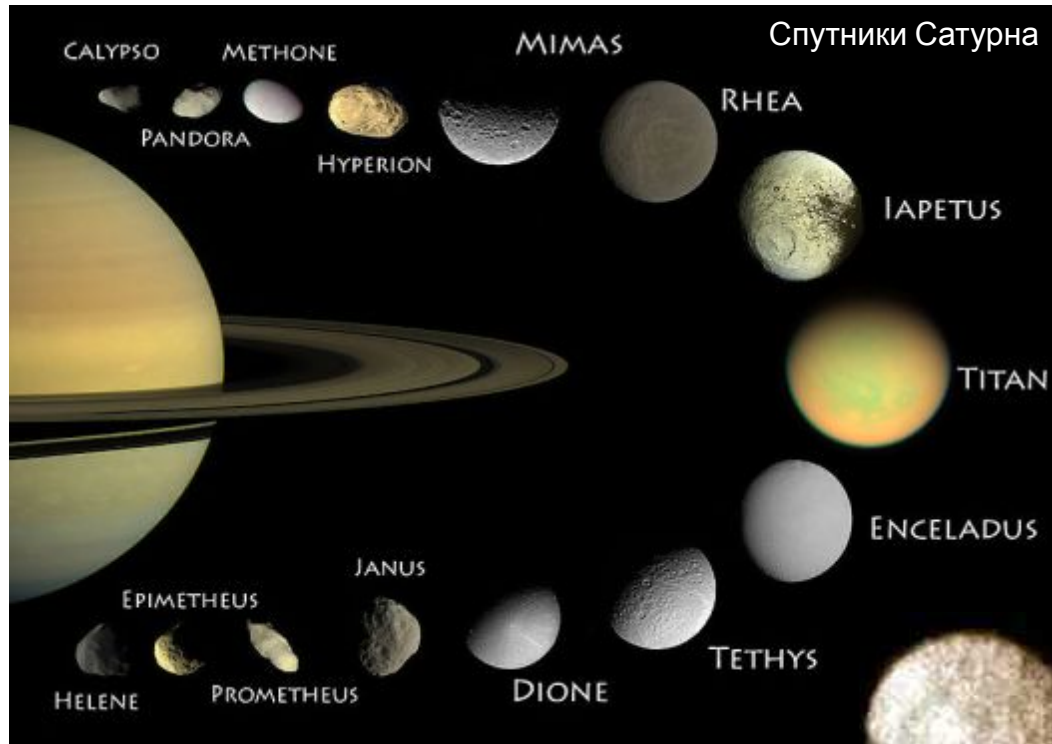


Миранда с расстояния 147 000 км



Снимок Миранды Вояджером-2 (24.01.1986)

Многие спутники планет-гигантов имеют небольшие размеры и неправильную форму.





Атмосфера, состоящая в основном из азота, обнаружена у **Титана** (диаметр около 5000 км) – самого большого среди спутников Сатурна – и **Тритона**, который имеет диаметр примерно 2700 км и является наиболее крупным спутником Нептуна.



По плотности и давлению у поверхности атмосфера Титана превосходит земную.



Ганимед

На **Тритоне** и крупнейшем среди спутников Юпитера – **Ганимеде**, диаметр которого превышает 5000 км, замечены ледяные полярные шапки .



Тритон



Титан

Особенно интересные результаты были получены в ходе продолжавшихся несколько лет исследований Титана автоматической станцией «Гюйгенс», совершившей посадку на его поверхность 14 января 2005 года.

На Титане практически полностью отсутствуют метеоритные кратеры.

Основной компонент атмосферы на Земле и Титане одинаков – азот.

Такой атмосферы пока не обнаружено больше ни на одном другом объекте в Солнечной системе.



Зонд на поверхности Титана.
Художественная концепция НАСА-ECA

Титан – второе после Земли небесное тело, на поверхности которого обнаружены крупные стабильные резервуары жидкости – озера и моря.

Внешне они напоминают водоемы на земном шаре, но заполнены жидким метаном.



Поверхность Титана. Художественная концепция (НАСА-ESA)

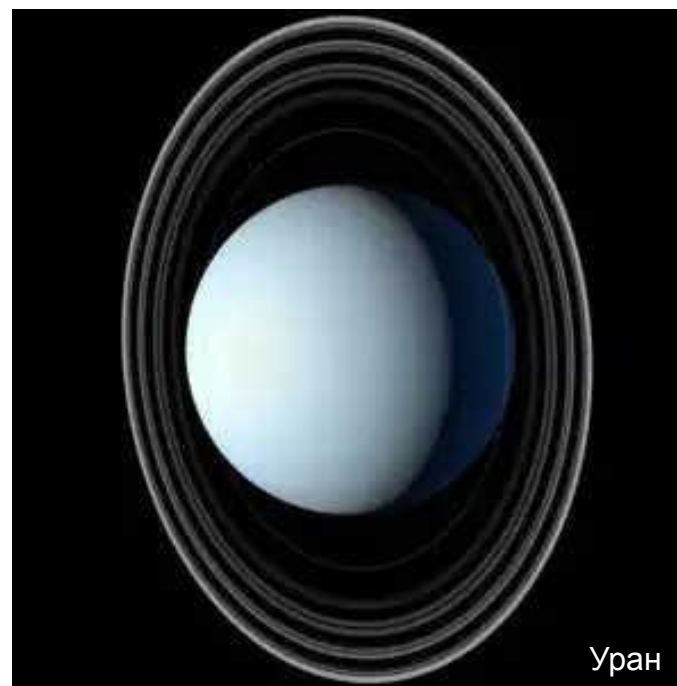
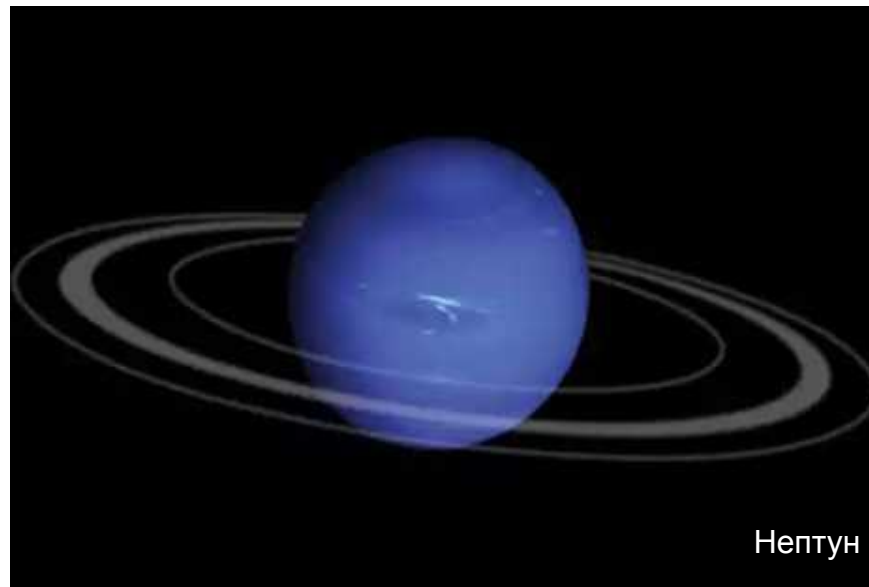
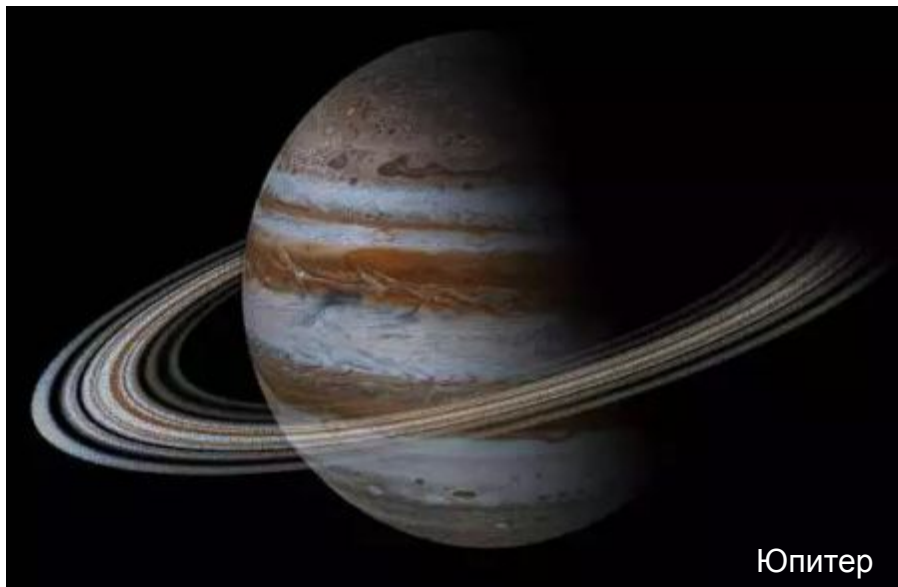


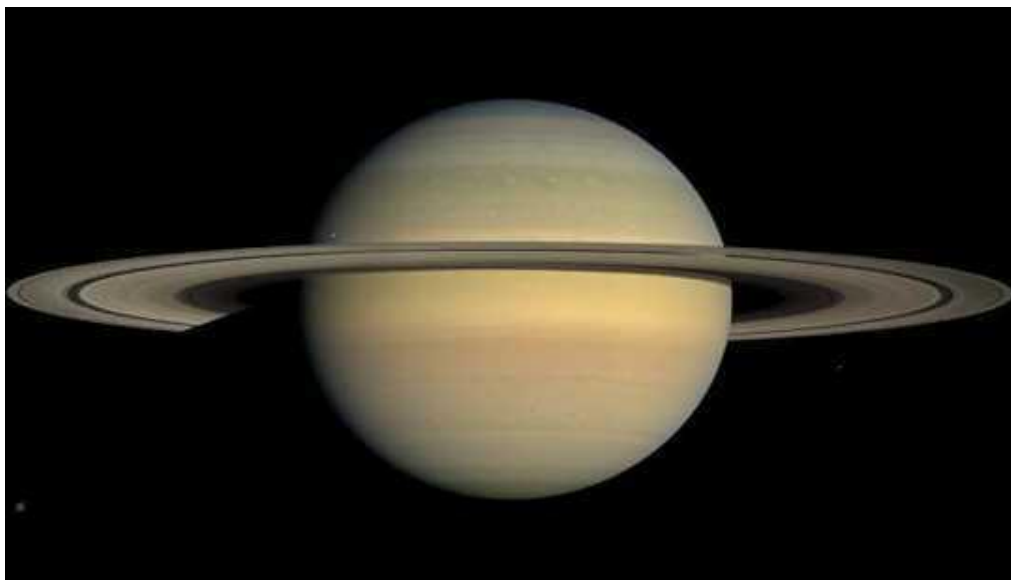
Фотография поверхности Титана, сделанная при спуске зонда "Гюйгенс"



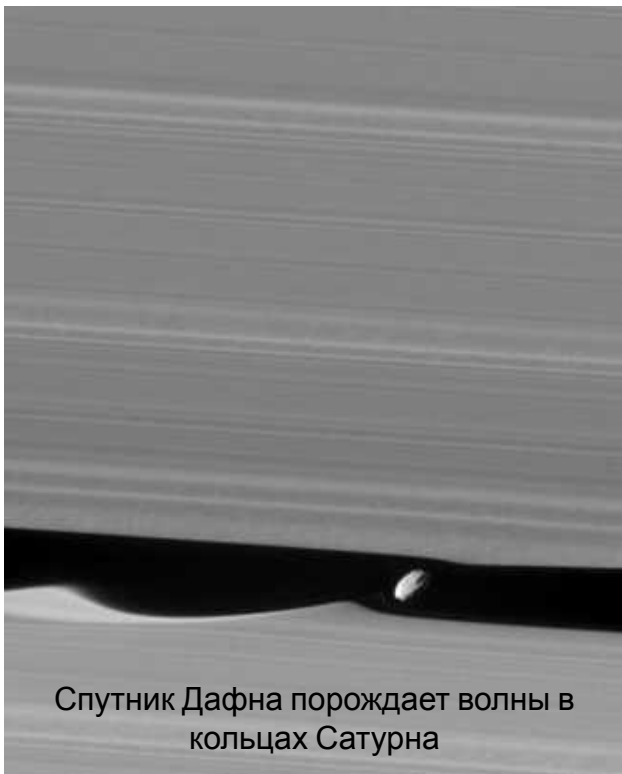
Поверхность Титана. Художественная концепция (НАСА-ESA)

Кроме множества спутников, все планеты-гиганты имеют кольца

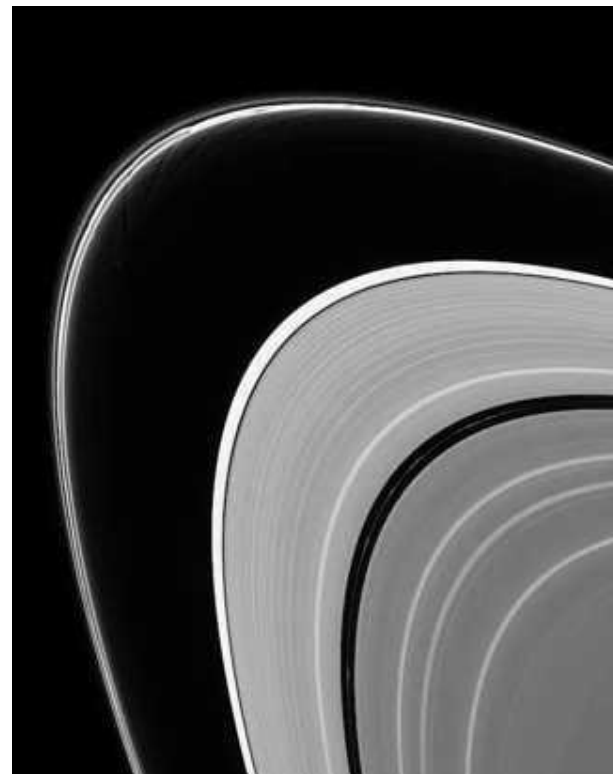
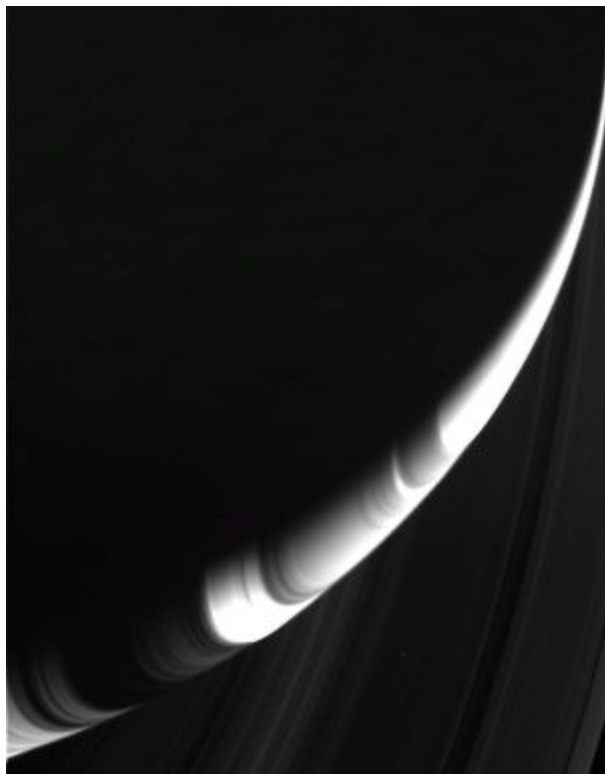




Кольца Сатурна представляют собой скопления небольших по размеру тел, крупных и мелких кусков, которые обращаются вокруг планеты по почти круговым орбитам.



Спутник Дафна порождает волны в кольцах Сатурна





Кольца всех остальных планет-гигантов значительно уступают по размерам и яркости кольцам Сатурна.

На снимках заметно, что в кольцах Нептуна вещество распределено неравномерно и образует отдельные сгущения – **арки**.



Вероятнее всего, кольца планет-гигантов образовались из вещества существовавших прежде спутников, которые затем разрушились под действием приливных сил и при столкновениях между собой.

Таким образом, мы наблюдаем определенный этап эволюционного процесса, который происходит в течение уже нескольких миллиардов лет.

1. Пользуясь справочниками, заполните таблицу с основными физическими характеристиками планет-гигантов.

Физические характеристики планет	Юпитер	Сатурн	Уран	Нептун
Масса (в массах Земли)				
Диаметр (в диаметрах Земли)				
Плотность, кг/м ³				
Период вращения				
Атмосфера: • температура, °С • химический состав				
Число спутников				
Названия самых крупных спутников				

2. Проведите качественное сравнение свойств планет земной группы и планет-гигантов. Используйте при этом слова: «высокая», «низкая», «большая» и т. п. В выводе укажите принципиальное отличие планет земной группы от планет-гигантов.

Характеристики	Планеты земной группы	Планеты-гиганты
Расстояние от Солнца		
Размеры		
Масса		
Плотность		
Атмосфера		
Спутники/кольца		

3. Закончите предложения.

Особенностью вращения планет-гигантов вокруг оси является то, что _____

Наличие у Юпитера и Сатурна плотных и протяженных атмосфер объясняется _____

Спутник Сатурна _____ обладает мощной атмосферой, состоящей в основном из азота.

Планеты-гиганты имеют малую среднюю плотность по причине _____

5. Какой вид будет иметь кольцо Сатурна для наблюдателя, находящегося на экваторе и на полюсах Сатурна?

Местоположение наблюдателя	Вид кольца Сатурна для наблюдателя
На экваторе Сатурна	
На полюсах Сатурна	

6. Закончите предложения, касающиеся внутреннего строения планет-гигантов.

У планет _____
между центральным ядром и протяженной атмосферой имеется оболочка со свойствами металла.

Планеты-гиганты, как и Земля, обладают магнитным полем, напряженность которого

у Юпитера _____

у Сатурна _____

у Урана _____

у Нептуна _____

Полярные сияния были отмечены у следующих планет-гигантов: _____

8.* Пользуясь справочником, заполните таблицу, в которую необходимо внести сведения о крупных спутниках планет.

Спутник	Планета	Диаметр, км	Масса, $\times 10^{22}$ кг	Плотность, кг/м ³
Ганимед				
Титан				
Каллисто				
Ио				
Луна	Земля			
Европа				
Тритон				

9. Среди спутников Луна, Европа, Титан, Ио, Ганимед и Фобос укажите те, которые соответствуют следующим утверждениям.

Спутник, на котором обнаружены действующие вулканы: _____

Самый большой спутник в Солнечной системе: _____

Спутник с мощной азотной атмосферой: _____

Спутник, на котором побывали люди: _____

Спутник, обращающийся вокруг планеты в три раза быстрее вращения самой планеты вокруг оси: _____

Спутник, ледяную оболочку которого пересекает сеть светлых и темных узких полос: _____

Домашнее задание

1) § 19.

2) Упражнение 15:

Используя данные приложения VI, рассчитайте линейную и угловую скорости вращения на экваторах Земли и Юпитера.

3) Задание 13 (дополнительное):

Подготовьте доклад о природе одной из планет Солнечной системы.

- Воронцов-Вельяминов Б.А. Астрономия. Базовый уровень. 11 кл. : учебник/ Б.А. Воронцов-Вельяминов, Е.К.Страут. - М.: Дрофа, 2013. – 238с
- https://static.clickow.com.ua/production/uploads/post/featured_image/732/.jpg
- <http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/6/6c/http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/6/6c/МассаПланетСолнечнойСистемы.svg/350px-МассаПланетСолнечнойСистемы.svg.png>
- http://images.astronet.ru/pubd/2003/07/10/0001191510/images/6_04-04.jpg
- http://images.astronet.ru/pubd/2003/07/10/0001191510/images/6_04-05.jpg
- http://d1jqu7g1y74ds1.cloudfront.net/wp-content/uploads/2014/04/800px-Size_planets_comparison.jpg
- https://sites.google.com/site/astronomlevitan/_/rsrc/1292351567867/plakaty/https://sites.google.com/site/astronomlevitan/_/rsrc/1292351567867/plakaty/Планеты-гиганты.jpg?height=281&width=400
- https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/7/76/PIA02863_-_Jupiter_surface_motion_animation.gif
- https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/a/a3/790106-0203_Voyager_58M_to_31M_reduced.gif
- <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/3/30/NASA14135-Jupiter-GreatRedSpot-Shrinks-20140515.jpg>
- https://upload.wikimedia.org/wikipedia/ru/thumb/b/be/Saturn_aurora.jpg/800px-Saturn_aurora.jpg
- <http://img1.joyreactor.cc/pics/post/full/http://img1.joyreactor.cc/pics/post/full/космос-юпитер-северное-сияние-песочница-3197729.jpeg>
- https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/1/10/Jupiter_lightnings.jpg
- <http://v-kosmose.com/wp-content/uploads/2017/09/neptyn3-full.jpg>
- https://images1.popmeh.ru/upload/img_cache/b15/b155303012558517d8ad4873c6654b48_fitted_800x600.jpg
- <https://cdn-staging.biguniverse.ru/media/2011/08/shtorm-na-saturne.jpg>
- http://astroinformer.com/e107_plugins/my_gallery/image.php?file=Gallery/pictures/neptune/tv_neptune-clouds2.jpg
- <http://lfly.ru/wp-content/uploads/2015/05/ty-distance-350x261.jpg>
- <http://mks-onlain.ru/wp-content/uploads/2016/07/Magnitnoe-pole-YUпитера.jpg>
- http://systemsolar.ru/uploads/posts/2013-03/1364573648_yupiter_vadro.jpg
- <http://novosti24.by/uploads/images/00/00/49/2014/04/04/3cf5d7.jpg>
- https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/f/fe/Jupiter_and_the_Galilean_Satellites.jpg/250px-Jupiter_and_the_Galilean_Satellites.jpg
- <http://galspace.spb.ru/index422.file/1.jpg>
- <http://kvant.space/sites/default/files/81150.jpg>
- http://images.astronet.ru/pubd/2011/05/23/0001251803/ioprometheus_galileo_900.jpg
- http://www.sistemasolnca.ru/images/stories/images01/01/01/io_volcanoes.jpg
- https://www.meteoprog.ua/pictures/news_v_2/f056129d1ba24b187255a344f7845f54.jpg
- https://www.meteoprog.ua/pictures/news_v_2/a803fa885a644a7f3047f17ed7c56dc8.jpg
- http://tainoe.info/upload/editor/news/2015.10/561a1c9608d02_1444551830.jpg
- <http://kvant.space/sites/default/files/81150.jpg>
- <http://img.over-blog.com/494x263/2/09/20/93/Mes-images--2-/SatellitesNeptune.jpg>
- https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/4/47/Moons_of_Saturn_-_Infographic_%2815628203777%29.jpg
- <http://galspace.spb.ru/nature.file/atlas.file/1.jpg>
- https://www.jpl.nasa.gov/spaceimages/images/largesize/PIA07632_hires.jpg
- <http://spacegid.com/wp-content/uploads/2013/01/Miranda-izobrazhenie-polucheno-Voyadzherom-2-24-yanvarya-1986-goda.jpg>
- <http://spacegid.com/wp-content/uploads/2013/01/Snimok-Mirandyi-sdelan-Voyadzherom-2-24-yanvarya-1986-goda-s-rasstoyaniya-147-000-km.jpg>
- <http://spacegid.com/wp-content/uploads/2013/01/Miranda-sputnik-Urana.jpg>
- http://www.astrotime.ru/pictures/zagadochnye_sputniki_7.jpg
- <http://planetoved.ru/foto/triton1-full.jpg>
- <http://www.fact-planet.ru/images/2347.png>
- http://www.dopotopa.com/images/tit15_2038143e.jpg
- <http://www.dopotopa.com/images/titan01.jpg>
- <http://www.dopotopa.com/images/titan02.jpg>
- <http://www.dopotopa.com/images/tit8.jpg>
- http://www.bugaga.ru/uploads/posts/2013-04/1367300673_fakty-o-solnechnoy-sisteme-9.jpg
- <http://www.filipoc.ru/attaches/posts/interesting/2013-05-20/uran-ledyanoy-gigant/mini/1af95da17af1f19c99e32bc89de8244f.jpg>
- <http://planetoved.ru/sites/default/files/sat1-full.jpg>
- <http://media.istockphoto.com/illustrations/planet-in-the-space-illustration-id97588004?s=2048x2048>
- <https://cdn2.img.ria.ru/images/105454/59/1054545901.jpg>
- <https://cdn2.img.ria.ru/images/148604/71/1486047146.jpg>
- <https://saturn.jpl.nasa.gov/images/casJPGFullS85/W00089044.jpg>
- <http://astro.altspu.ru/lecture/files/PlanetsOfSolarSystem/RingsOfNeptun.jpg>
- https://i.mycdn.me/image2id=575986525354&t=0&pk=W5B&tkp=*amuMevzBQrc_lgBoB4mVYbD_vdE