



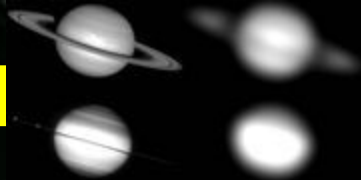
Сатурн

# Общие сведения

**Сатурн** - шестая планета Солнечной системы. Его средний диаметр лишь немного меньше, чем у Юпитера и составляет *58 000* км, но по массе Сатурн уступает Юпитеру более чем втрое и имеет очень низкую среднюю плотность - около *0,7* г/см<sup>3</sup>. Низкая плотность объясняется тем, что планеты-гиганты состоят главным образом из водорода и гелия. При этом в недрах Сатурна давление не достигает столь высоких значений, как на Юпитере, поэтому плотность вещества там меньше. Сидерический период обращения планеты вокруг Солнца равен *29,46* лет. Сутки на Сатурне длятся *10* ч. Планета имеет *17* спутников



# Исследования Сатурн



Сатурн — одна из пяти планет Солнечной системы, легко видимых невооруженным глазом с Земли. В максимуме блеск Сатурна превышает первую звёздную величину Сатурн — одна из пяти планет Солнечной системы, легко видимых невооруженным глазом с Земли. В максимуме блеск Сатурна превышает первую звёздную величину. Впервые наблюдая Сатурн через телескоп в 1609 Сатурн — одна из пяти планет Солнечной системы, легко видимых невооруженным глазом с Земли. В максимуме блеск Сатурна превышает первую звёздную величину. Впервые наблюдая Сатурн через телескоп в 1609—1610 Сатурн — одна из пяти планет Солнечной системы, легко видимых невооруженным глазом с Земли. В максимуме блеск Сатурна превышает первую звёздную величину. Впервые наблюдая Сатурн через телескоп в 1609—1610 годах, Галилео Галилей заметил, что Сатурн выглядит не как единое небесное тело, а как три тела, почти касающихся друг друга, и высказал предположение, что это два крупных «компаньона» (спутника) Сатурна. Два года спустя Галилей повторил наблюдения и, к своему изумлению, не обнаружил спутников.

В 1659 В 1659 году Гюйгенс В 1659 году Гюйгенс, с помощью более мощного телескопа, выяснил, что «компаньоны» — это на самом деле тонкое плоское кольцо, опоясывающее планету и не касающееся её. Гюйгенс также открыл самый крупный спутник Сатурна — Титан. Начиная с 1675 В 1659 году Гюйгенс, с помощью более мощного телескопа, выяснил, что «компаньоны» — это на самом деле тонкое плоское кольцо, опоясывающее планету и не касающееся её. Гюйгенс также открыл самый крупный спутник Сатурна — Титан. Начиная с 1675 года изучением планеты занимался Кассини. Он заметил, что кольцо состоит из двух колец, разделённых чётко видимым зазором — щелью Кассини, и открыл ещё несколько крупных спутников Сатурна.

В 1979 В 1979 году космический аппарат «Пионер-11» В 1979 году космический аппарат «Пионер-11» впервые пролетел вблизи Сатурна, а в 1980 В 1979 году космический аппарат «Пионер-11» впервые пролетел вблизи Сатурна, а в 1980 и 1981 В 1979 году космический аппарат «Пионер-11» впервые пролетел вблизи Сатурна, а в 1980 и 1981 годах за ним последовали аппараты «Вояджер-1» В 1979 году космический аппарат «Пионер-11» впервые пролетел вблизи Сатурна, а в 1980 и 1981 годах за ним последовали аппараты «Вояджер-1» и «Вояджер-2» В 1979 году космический аппарат



# Строение планеты

У Сатурна, как и у Юпитера, имеется очень плотная атмосфера. На верхней границе его облачного покрова, заметно мало деталей и контраст их с окружающим фоном невелик. Этим Сатурн отличается от Юпитера, где присутствует множество контрастных деталей в виде темных и светлых полос, волн, узелков, свидетельствующих о значительной активности его атмосферы.

Установлено, что скорости ветров на Сатурне даже выше, чем на Юпитере: на экваторе 1700 км/ч. Число облачных поясов больше, чем на Юпитере, и достигают они более высоких широт. Таким образом, снимки облачности демонстрируют своеобразие атмосферы Сатурна, которая даже активнее юпитерианской. Метеорологические явления на Сатурне происходят при более низкой температуре, нежели в земной атмосфере. Температура планеты на уровне верхней границы облачного покрова, где давление равно 0,1 атм., составляет всего -188°С. Интересно, что за счет нагревания одним Солнцем даже такой температуры получить нельзя. Расчет показывает: в недрах Сатурна имеется свой собственный источник тепла, поток от которого в 2,5 раза больше, чем от Солнца. Сумма этих двух потоков и дает наблюдаемую температуру планеты.

Космические аппараты подробно исследовали химический состав надоблачной атмосферы Сатурна. В основном она состоит почти на 89% из водорода. На втором месте гелий - около 11%.

Отметим, что в атмосфере Юпитера его 19%. Дефицит гелия на Сатурне объясняют гравитационным разделением гелия и водорода в недрах планеты: гелий, который тяжелее, постепенно оседает на большие глубины. Другие газы в атмосфере - метан, аммиак, этан, ацетилен, фосфин - присутствуют в малых количествах. Метан при столь низкой температуре находится в основном в капельно-жидком состоянии. Он образует облачный покров Сатурна. Что касается малого контраста деталей, видимых в атмосфере Сатурна, то причины этого явления пока еще не вполне ясны. Было высказано предположение, что в атмосфере взвешена ослабляющая контраст дымка из мельчайших твердых частиц. Но наблюдения "Вояджера-2" опровергают это: темные полосы на поверхности планеты оставались резкими и яркими до самого края диска Сатурна, тогда как при наличии дымки они бы к краям замутнились из-за большого количества частиц перед ними.

По своему внутреннему строению Сатурн схож с Юпитером. Предполагается, что оболочка планеты состоит из жидкого водорода, который по мере продвижения к центру планеты переходит из жидкого в металлическое состояние. В центре планеты располагается железокремниевое ядро, с примесью льдов из метана, аммиака и воды.

# Кольца Сатурна

**Кольца Сатурна** — концентрические образования различной яркости, как бы вложенные друг в друга, и образующие единую плоскую систему небольшой толщины, располагающуюся в экваториальной плоскости Сатурна — концентрические образования различной яркости, как бы вложенные друг в друга, и образующие единую плоскую систему небольшой толщины, располагающуюся в экваториальной плоскости Сатурна. Кольцо вокруг Сатурна впервые наблюдал Г. Галилей — концентрические образования различной яркости, как бы вложенные друг в друга, и образующие единую плоскую систему небольшой толщины, располагающуюся в экваториальной плоскости Сатурна. Кольцо вокруг Сатурна впервые наблюдал Г. Галилей в 1610, но из-за низкого качества телескопа он принял видимые по краям планеты части кольца за спутники Сатурна.

Правильное описание кольца Сатурна дал Х. Гюйгенс Правильное описание кольца Сатурна дал Х. Гюйгенс (1659 Правильное описание кольца Сатурна дал Х. Гюйгенс (1659), а Дж. Кассини Правильное описание кольца Сатурна дал Х. Гюйгенс (1659), а Дж. Кассини вскоре показал, что оно состоит из двух концентрических составляющих — кол А и В, разделённых тёмным промежутком (так называемым «делением Кассини»). Много позже (в 1850) американский астроном У. Бонд открыл внутреннее слабо светящееся кольцо С, а в 1969 было обнаружено ещё более слабое и близкое к планете кольцо D. Яркость кольца D не превышает 1/20 яркости самого яркого кольца — кольца В. Кольца расположены на следующих расстояниях от планеты: А — от 138 до 12 тыс. км, В — от 116 до 90 тыс. км, С — от 89 до 75 тыс. км и D — от 71 тыс. км почти до поверхности Сатурна.

Природа колец Сатурна стала ясной после того, как английский физик Д. Максвелл Природа колец Сатурна стала ясной после того, как английский физик Дж. Максвелл (в 1859 Природа колец Сатурна стала ясной после того, как английский физик Дж. Максвелл (в 1859) и русский математик С.



# Спутники Сатурна

Кроме колец, у Сатурна известно 17 спутников. Это - Атлас, Прометей, Пандора, Эпиметей, Янус, Мимас, Энцелад, Тефия, Телесто, Калипсо, Диона, Елена, Рея, Титан, Гиперон, Япет, Феба. Все спутники Сатурна, кроме Фебы, обращаются в прямом направлении. Феба движется по орбите с довольно большим эксцентриситетом в обратном направлении.

До полетов космических аппаратов к Сатурну было известно 10 спутников планеты, сейчас мы знаем 17. Новые семь спутников весьма малы, но, тем не менее, некоторые из них оказывают серьезное влияние на динамику системы Сатурна. Таков, например, маленький спутник - Атлас, движущийся у внешнего края кольца А, он не дает частицам кольца выходить за пределы этого края. Титан является вторым по величине спутником в Солнечной Системе. Его радиус равен 2575 км. Его масса составляет 0,022 массы Земли, а средняя плотность 1,881 г/см<sup>3</sup>. Это единственный спутник, обладающий значительной атмосферой, причем его атмосфера плотнее, чем у любой из планет земной группы, исключая Венеру. Титан подобен Венере еще и тем, что у него имеются глобальная дымка и даже небольшой тепличный подогрев у поверхности. В его атмосфере, вероятно, имеются метановые облака, но это твердо не установлено. Хотя в инфракрасном спектре преобладают метан. Молекула метана состоит из одного атома углерода и четырех атомов водорода. Но углеродные атомы легко соединяются друг с другом в других различных сочетаниях, которые умеют привлекать к себе разное число атомов водорода. Поэтому весьма возможно присутствие в атмосфере Титана и таких газов, как этан, этилен и ацетилен, хотя и в небольших количествах. Такие сложные виды углеводородов скорее, чем метан, становятся жидкими. Поэтому можно себе представить на поверхности Титана целые углеводородные моря.

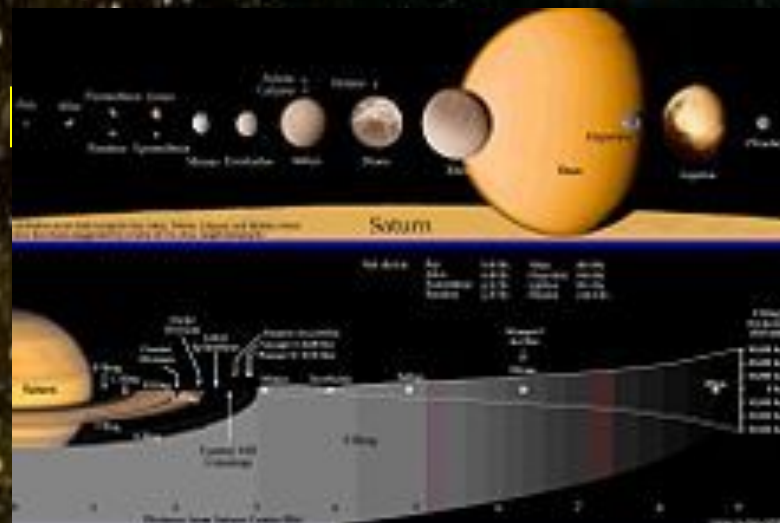
Несколько десятилетий назад заметили, что свет, приходящий к нам от Титана, имеет желтоватый оттенок. Затем Копер уточнил: оранжевый. Этот цвет присущ более сложным, чем метан, углеводородам.

Но основным компонентом атмосферы является азот, который проявляется в сильных УФ-эмиссиях. Верхняя атмосфера весьма близка к изотермическому состоянию на всем пути от стратосферы до экзосферы, а температура на поверхности с точностью до нескольких градусов одинакова по всей сфере и равна 94 К.



# Спутники Сатурна

- Пан
- Дафнис
- Атлас
- Прометей
- Янус
- Диона
- Титан
- Феба
- Альбиорикс
- Анфа
- Калипсо



- Елена
- Полидевк
- Рея
- Япет
- Бестла

Титани



# Основные сведения

Диаметр Титана — 5150 км. Таким образом, он больше планеты Меркурий, хотя и уступает ему по массе. В Титане заключено 95 % массы сатурнианских спутников. Сила тяжести на нём составляет приблизительно одну седьмую земной.

Титан — единственный спутник в Солнечной системе, обладающий плотной атмосферой, и единственный спутник, поверхность которого невозможно наблюдать в видимом диапазоне из-за облачного покрова. Давление у поверхности примерно в 1,6 раза превышает давление земной атмосферы. Температура — минус 170—180°C.

На Титане, вероятно, имеются метановые моря и реки (но их наличие долго было под сомнением; «Гюйгенс» совершил посадку в тёмной области, которая оказалась с твёрдой поверхностью), а также горы, состоящие из льда.

Титан состоит примерно наполовину из водяного льда и наполовину — из каменных материалов. Такой состав схож с некоторыми другими крупными спутниками газовых планет Титан состоит примерно наполовину из водяного льда и наполовину — из каменных материалов. Такой состав схож с некоторыми другими крупными спутниками газовых планет: Ганимедом Титан состоит примерно наполовину из водяного льда и наполовину — из каменных материалов. Такой состав схож с некоторыми другими крупными спутниками газовых планет: Ганимедом, Каллисто Титан состоит примерно наполовину из водяного льда и наполовину — из каменных материалов. Такой состав схож с некоторыми другими крупными спутниками газовых планет: Ганимедом, Каллисто, Тритоном.

Вероятно, вокруг каменного ядра, диаметром около 3400 км, имеется несколько слоев льда с разными типами кристаллизации.

В атмосфере обнаружен изотоп В атмосфере обнаружен изотоп Аргон В атмосфере обнаружен изотоп Аргон-40, что свидетельствует о вулканической В атмосфере обнаружен изотоп Аргон-40, что свидетельствует о вулканической деятельности. Предполагается что роль



# Поверхность

Поверхность Титана, сфотографированная «Кассини» в различных спектральных диапазонах, в низких широтах разделена на несколько светлых и тёмных областей с чёткими границами. В районе экватора на ведущем полушарии расположен светлый регион размером с

Австралию Поверхность Титана, сфотографированная «Кассини» в различных спектральных диапазонах, в низких широтах разделена на несколько светлых и тёмных областей с чёткими границами. В районе экватора на ведущем полушарии расположен светлый регион размером с

Австралию (видный также на инфракрасных снимках телескопа «Хаббл») Поверхность Титана, сфотографированная «Кассини» в различных спектральных диапазонах, в низких широтах разделена на несколько светлых и тёмных областей с чёткими границами. В районе экватора на ведущем полушарии расположен светлый регион размером с

Австралию (видный также на инфракрасных снимках телескопа «Хаббл») представляющий собой возвышенность, вероятно, горный массив. Он получил название Ксанаду (Xanadu). На радарных снимках, сделанных в апреле 2006, видны горные хребты высотой более 1 км, долины, русла рек, стекающих с возвышенностей, а также темные пятна (заполненные или высохшие озера). Заметна сильная эрозия горных вершин, потоки жидкого метана во время сезонных ливней могли образовать пещеры в горных склонах. К юго-востоку от Ксанаду расположено загадочное образование Hotei Arcus, представляющее собой яркую (особенно на



# Изучение

В 1944 Джерард Койпер по данным спектральных измерений открыл наличие у Титана атмосферы, предположив, что парциальное давление метана у поверхности составляет 10 кПа.

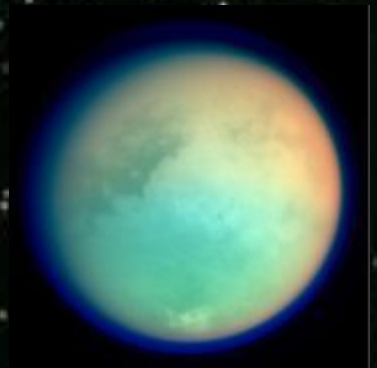
Первая фотография (см. Первая фотография (см.) Титана из космоса была сделана станцией «Пионер-11» в сентябре 1979. По результатам измерений «Пионера-11» было обнаружено, что Титан слишком холоден для существования жизни.

Космический аппарат «Вояджер-1» в 1980 обнаружил, что плотность атмосферы Титана превышает земную, а давление у поверхности выше земного более чем в 1,5 раза. После этого появились гипотезы, что на Титане могут присутствовать океаны жидкого этана или метана. Но «Вояджеры» не имели приборов, способных обзоревать поверхность сквозь атмосферу Титана.

В 1980-е годы было проведено радиолокационное зондирование Титана. Характер ответного сигнала позволял предположить, что поверхность спутника покрыта глубоким океаном. Однако эта гипотеза оказалась неверной.

15 октября 1997 стартовал проект Кассини-Гюйгенс. 14 января 2005 зонд Гюйгенс успешно вошёл в атмосферу Титана и совершил посадку на его поверхность в области получившей имя Адири (Adiri).

Хотя поверхность Титана невозможно наблюдать из космоса в видимом диапазоне, приборы «Кассини» способны фотографировать рельеф спутника в других спектрах. «Кассини» продолжает активно изучать Титан





Япет

# Основные сведения

**Япет (Iapetus)** является двадцать четвёртым из известных спутников Сатурна и третьим по величине:

орбита: 3 561 300 км от Сатурна

диаметр: 1460 км

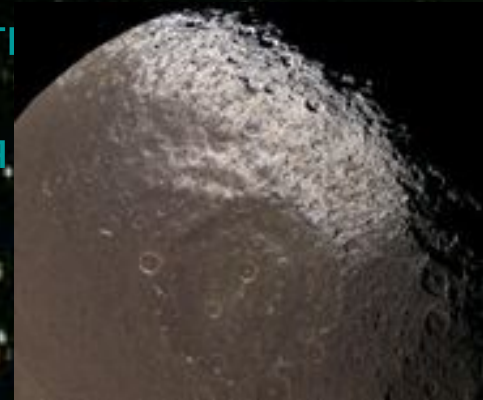
масса:  $1,88 \times 10^{21}$  кг

В греческой мифологии ЯпетВ греческой мифологии Япет был ТитаномВ греческой мифологии Япет был Титаном, сыном УранаВ греческой мифологии Япет был Титаном, сыном Урана, отцом ПрометеяВ греческой мифологии Япет был Титаном, сыном Урана, отцом Прометея и Атланта и предком человеческой расы.

Спутник был открыт КассиниСпутник был открыт Кассини в 1671 году.

Имея плотность только 1.1 г/см<sup>3</sup>, Япет должен состоять почти полностью из водяного льда.

Все спутники Сатурна кроме Япета и Фебы находятся почти в плоскости экватора Сатурна. Орбита Япета наклонена почти на 15 градусов.



# Горное кольцо

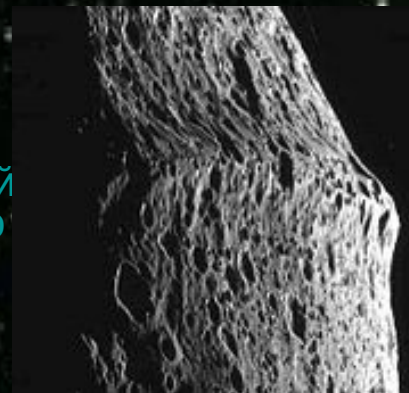
В декабре 2004В декабре 2004 г. космический корабль Cassini передал новые снимки Япета, на которых виден уникальный горный хребет, кольцом опоясывающий экватор планеты. Его высота достигает 20 километров, протяженность — около 1300 километров. Из-за этого хребта Япет напоминает грецкий орех или целлулоидный мячик, склеенный из двух одинаковых половинок.

Происхождение хребта — настоящая загадка. Учёные считают, что он мог появиться в результате сжатия пород или прорыва материала из глубин луны на её поверхность. В любом случае — это должен был быть очень необычный процесс, возможно, как-то связанный с неоднородной окраской Япета.

По одной из гипотез, хребет на Япете мог появиться в результате сжатия пород. Изначально период обращения Япета вокруг оси мог составлять менее десяти часов, а диаметр спутника в экваториальной области был примерно в полтора раза больше расстояния между его полюсами. Впоследствии скорость вращения Япета сильно уменьшилась, и он приобрёл более сферическую форму. В результате, площадь поверхности луны сократилась, а «выдавленные» породы скопились вдоль экватора.

По другой теории, горное кольцо появилось при прохождении Япета через кольца Сатурна.

CassiniCassini получил изображения участка хребта, проходящего по тёмной области. Также американский аппарат открыл очень необычный (высота 15 километров, ширина 60 километров) обрыв (сброс) на краю одного из кратеров Япета.



A large, detailed image of the moon's surface, showing numerous craters and craters of various sizes. The surface is rendered in shades of gray, with a dark background. The word "Резя" is overlaid in the center in a stylized, outlined font. The letters are white with a black outline and a slight gradient. The 'Р' is the largest, followed by 'е', and 'з' and 'я' are smaller. The 'я' has a distinct shadow on its right side.

Резя

# Общие сведения

## История открытия и названия

Рея была открыта Джованни Кассини Рея была открыта Джованни Кассини в 1672 Рея была открыта Джованни Кассини в 1672. Кассини назвал 4 открытых им спутников Сатурна Рея была открыта Джованни Кассини в 1672. Кассини назвал 4 открытых им спутников Сатурна «звёздами Людовика» (лат. *Sidera Lodoicea*) в честь короля Франции в честь короля Франции Людовика XIV. Астрономы долгое время обозначали Рею как «пятый спутник Сатурна» (*Saturn V*).

Современное название спутника предложил Джон Гершель Современное название спутника предложил Джон Гершель (сын Вильяма Гершеля) Современное название спутника предложил Джон Гершель (сын Вильяма Гершеля) в 1847 Современное название спутника предложил Джон Гершель (сын Вильяма Гершеля) в 1847. Он выдвинул идею назвать семь известных на тот момент спутников Сатурна по именам титанов Современное название спутника предложил Джон Гершель (сын Вильяма Гершеля) в 1847. Он выдвинул идею назвать семь известных на тот момент спутников Сатурна по именам титанов — братьев и сестёр Кроноса Современное название спутника предложил Джон Гершель (сын Вильяма Гершеля) в 1847. Он выдвинул идею назвать семь известных на тот момент спутников Сатурна по именам титанов — братьев и сестёр Кроноса (аналога Сатурна) Современное название спутника предложил Джон Гершель (сын Вильяма Гершеля) в 1847. Он выдвинул идею назвать семь известных на тот момент спутников Сатурна по именам титанов — братьев и сестёр Кроноса (аналога Сатурна в греческой мифологии)

## Физические характеристики

Рея — ледяное тело со средней плотностью около  $1240 \text{ кг/м}^3$ . Столь низкая плотность свидетельствует, что каменные породы составляют менее трети массы спутника, а остальное приходится на водяной лёд.

Рея по составу и геологической истории похожа на Диону Рея по составу и геологической истории похожа на Диону; оба спутника

