

# ПЛАНЕТЫ СОЛНЕЧНОЙ СИСТЕМЫ

## Сатурн

A 3D rendering of the planet Saturn, showing its characteristic rings. The planet is depicted with a yellowish-orange hue and is surrounded by a complex system of rings. The background is a dark space filled with numerous stars, some of which are bright and have a lens flare effect.

Учитель физики: Буряк Н.Н.

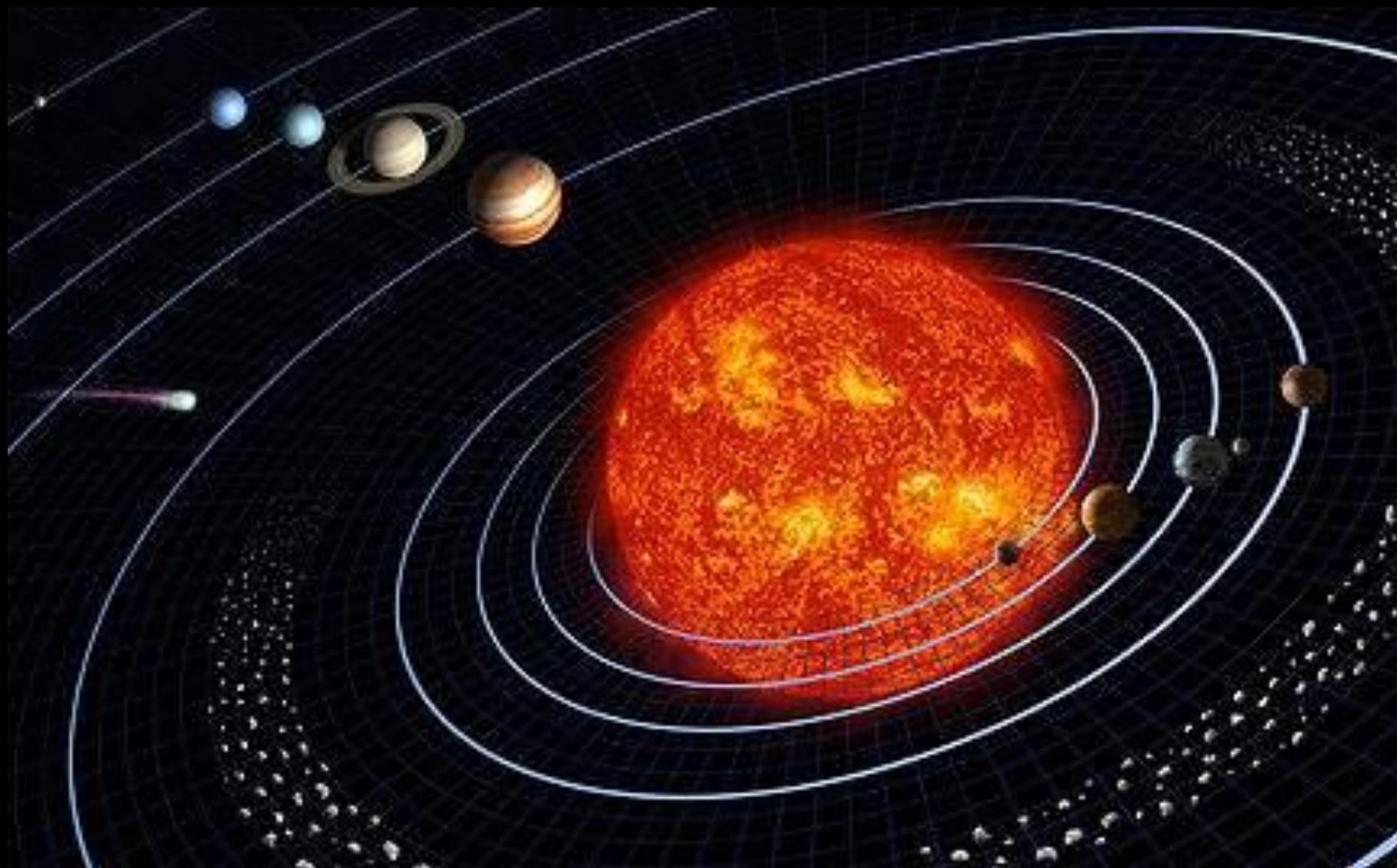
## Орбитальные характеристики

Афелий	1 513 325 783 км
Перигелий	1 353 572 956 км
Большая полуось	1 433 449 370 км
Орбитальный эксцентриситет	0,055 723 219
Сидерический период	10 832,327 дней
Синодический период	378,09 дней
Орбитальная скорость	9,69 км/с (средн.)
Наклонение	2,485 240° 5,51° (относительно солнечного экватора)
Долгота восходящего узла	113,642 811°
Аргумент перицентра	336,013 862°
Число спутников	61

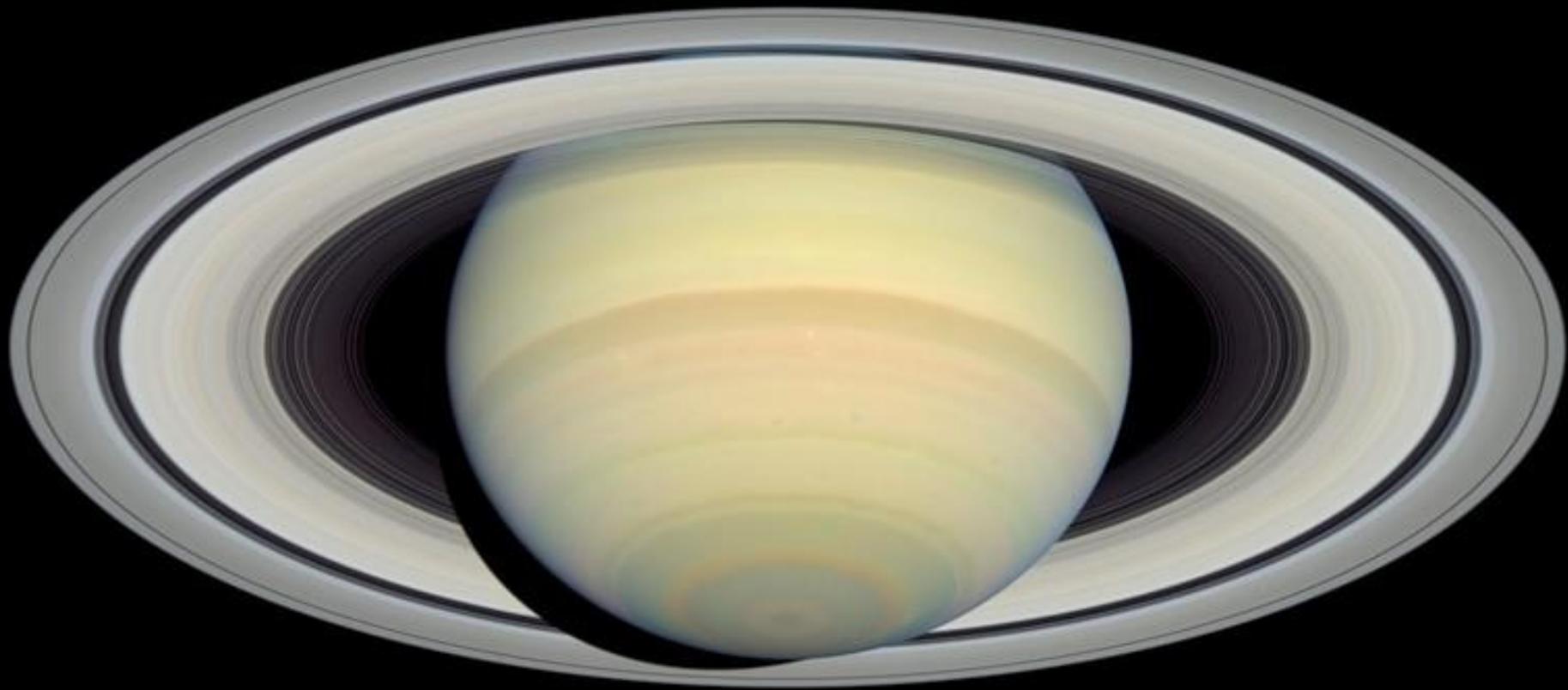
## Физические характеристики



<u>Сжатие</u>	$0,097\ 96 \pm 0,000\ 18$
<u>Экваториальный радиус</u>	$60\ 268 \pm 4$ км
<u>Полярный радиус</u>	$54\ 364 \pm 10$ км
<u>Площадь поверхности</u>	$4,27 \times 10^{10}$ км <sup>2</sup>
<u>Объём</u>	$8,2713 \times 10^{14}$ км <sup>3</sup>
<u>Масса</u>	$5,6846 \times 10^{26}$ кг
<u>Средняя плотность</u>	$0,687$ г/см <sup>3</sup>
<u>Ускорение свободного падения на экваторе</u>	$10,44$ м/с <sup>2</sup>
<u>Вторая космическая скорость</u>	$35,5$ км/с
Скорость вращения (на экваторе)	$9,87$ км/с
<u>Период вращения</u>	10 часов 34 минуты 13 секунд плюс-минус 2 секунды
<u>Наклон оси вращения</u>	$26,73^\circ$
<u>Склонение на северном полюсе</u>	$83,537^\circ$
<u>Альbedo</u>	$0,342$ ( <u>Бонд</u> ) $0,47$ ( <u>геом. альbedo</u> )







# Атмосфера

Верхние слои атмосферы Сатурна состоят на 93 % из водорода (по объёму) и на 7 % — из гелия (по сравнению с 18 % в атмосфере Юпитера). Имеются примеси метана, водяного пара, аммиака и некоторых других газов. Аммиачные облака в верхней части атмосферы мощнее юпитерианских.

По данным «Вояджеров», на Сатурне дуют сильные ветра, аппараты зарегистрировали скорости воздушных потоков 500 м/с. Ветра дуют, в основном, в восточном направлении (по направлению осевого вращения). Их сила ослабевает при удалении от экватора; при удалении от экватора появляются также и западные атмосферные течения. Ряд данных указывают, что ветры не ограничены слоем верхних облаков, они должны распространяться внутрь, по крайней мере, на 2 тыс. км. Кроме того, измерения «Вояджера-2» показали, что ветра в южном и северном полушариях симметричны относительно экватора. Есть предположение, что симметричные потоки как-то связаны под слоем видимой атмосферы.

В атмосфере Сатурна иногда появляются устойчивые образования, представляющие собой сверхмощные ураганы. Аналогичные объекты наблюдаются и на других газовых планетах Солнечной системы (Большое красное пятно на Юпитере, Большое тёмное пятно на Нептуне). Гигантский «Большой белый овал» появляется на Сатурне примерно один раз в 30 лет, в последний раз он наблюдался в 1990 году (менее крупные ураганы образуются чаще). Не до конца понятным на сегодняшний день остаётся такой атмосферный феномен Сатурна, как «Гигантский гексагон». Он представляет собой устойчивое образование в виде правильного шестиугольника с поперечником 25 тыс. километров, которое окружает северный полюс Сатурна.

В атмосфере обнаружены мощные грозовые разряды, полярные сияния, ультрафиолетовое излучение водорода. В частности, 5 августа 2005 космический аппарат Кассини зафиксировал радиоволны, вызванные молнией.

# Исследования Сатурна

Сатурн — одна из пяти планет Солнечной системы, легко видимых невооружённым глазом с Земли. В максимуме блеск Сатурна превышает первую звёздную величину.

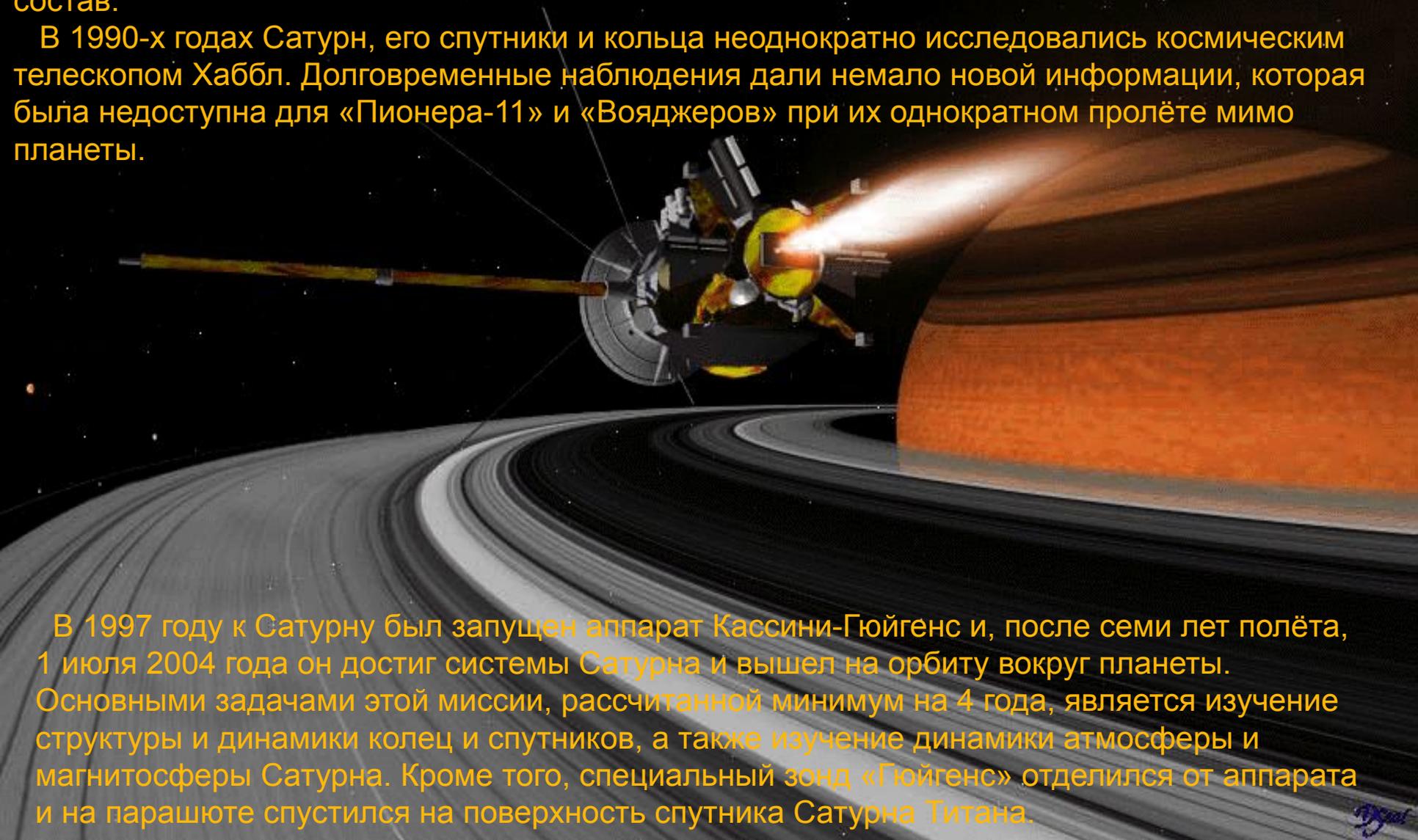
Впервые наблюдая Сатурн через телескоп в 1609—1610 годах, Галилео Галилей заметил, что Сатурн выглядит не как единое небесное тело, а как три тела, почти касающихся друг друга, и высказал предположение, что это два крупных спутника. Два года спустя Галилей повторил наблюдения и, к своему изумлению, не обнаружил спутников.

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 году космический аппарат «Пионер-11» впервые пролетел вблизи Сатурна, а в 1980 и 1981 годах за ним последовали аппараты «Вояджер-1» и «Вояджер-2». Эти аппараты впервые обнаружили магнитное поле Сатурна и исследовали его магнитосферу, наблюдали штормы в атмосфере Сатурна, получили детальные снимки структуры колец и выяснили их состав.

В 1990-х годах Сатурн, его спутники и кольца неоднократно исследовались космическим телескопом Хаббл. Долговременные наблюдения дали немало новой информации, которая была недоступна для «Пионера-11» и «Вояджеров» при их однократном пролёте мимо планеты.

В 1997 году к Сатурну был запущен аппарат Кассини-Гюйгенс и, после семи лет полёта, 1 июля 2004 года он достиг системы Сатурна и вышел на орбиту вокруг планеты. Основными задачами этой миссии, рассчитанной минимум на 4 года, является изучение структуры и динамики колец и спутников, а также изучение динамики атмосферы и магнитосферы Сатурна. Кроме того, специальный зонд «Гюйгенс» отделился от аппарата и на парашюте спустился на поверхность спутника Сатурна Титана.



## Спутники Сатурна

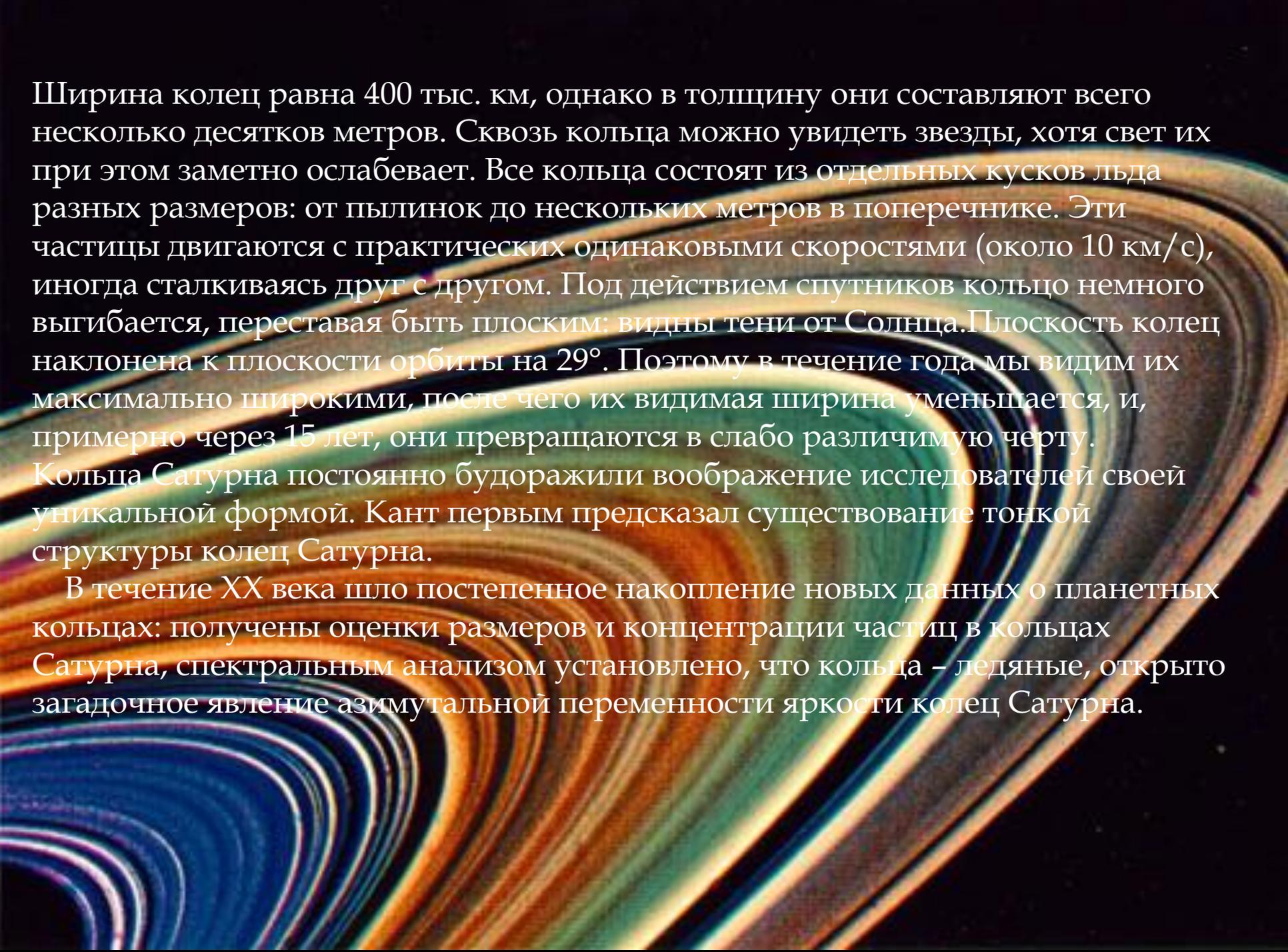
Спутники названы в честь героев античных мифов о титанах и гигантах. Почти все эти космические тела светлые. У наиболее крупных спутников формируется внутреннее каменистое ядро. Название «ледяные» спутники наиболее соответствует спутникам Сатурна. Некоторые из них имеют среднюю плотность  $1,0 \text{ г/см}^3$ , что больше соответствует водяному льду. Плотность других несколько выше, но тоже невелика (исключение - Титан). До 1980г были известны десять спутников Сатурна. С тех пор было открыто еще несколько. Одна часть была обнаружена в результате телескопических наблюдений в 1980г, когда система колец была видна с ребра (и благодаря этому наблюдениям не мешал яркий свет), а другая - при пролетах АМС "Вояджер-1 и -2" в 1980 и 1981г. После чего у планеты стало 17 спутников.



В 1990г открыт 18-й спутник, а в 2000 году еще 12 небольших спутников, по всей видимости захваченных планетой астероидов. В конце 2004г Гавайские астрономы обнаружили еще 12 новых спутников неправильной формы диаметром от 3 до 7 километров с помощью КА "Cassini". Версию о захвате подтверждает то, что 11 из 12 тел обращаются вокруг планеты в направлении, отличном от свойственного "основным" спутникам. Об этом же свидетельствует сильная вытянутость и исключительно большой - порядка 20 миллионов километров - диаметр орбит. В течение 2006 г. команда учёных под руководством Дэвида Джуитта из Гавайского университета, работающих на японском телескопе Субару на Гавайях, объявляла об открытии 9 спутников Сатурна (Всего с 2004 года команда Джуитта обнаружила 21 спутник Сатурна). В первом полугодии 2007 года добавилось еще 5 спутников и общее количество достигло числа 60. 15 августа 2008 года в ходе изучения изображений, сделанных «Кассини» во время 600-дневного исследования кольца G Сатурна,

# Кольца Сатурна

видимы с Земли в небольшой телескоп. Они состоят из тысяч и тысяч небольших твердых частиц из камней и льда, которые вращаются вокруг планеты. Существует 3 основных кольца, названных А, В и С. Они различимы без особых проблем с Земли. Есть и более слабые кольца – D, E, F. При ближайшем рассмотрении колец оказывается великое множество. Между кольцами существуют щели, где нет частиц. Та из щелей, которую можно увидеть в средний телескоп с Земли (между кольцами А и В), названа щелью Кассини. В ясные ночи можно даже увидеть менее заметные щели. Внутренние части колец вращаются быстрее внешних.



Ширина колец равна 400 тыс. км, однако в толщину они составляют всего несколько десятков метров. Сквозь кольца можно увидеть звезды, хотя свет их при этом заметно ослабевает. Все кольца состоят из отдельных кусков льда разных размеров: от пылинок до нескольких метров в поперечнике. Эти частицы движутся с практически одинаковыми скоростями (около 10 км/с), иногда сталкиваясь друг с другом. Под действием спутников кольцо немного выгибается, переставая быть плоским: видны тени от Солнца. Плоскость колец наклонена к плоскости орбиты на  $29^\circ$ . Поэтому в течение года мы видим их максимально широкими, после чего их видимая ширина уменьшается, и, примерно через 15 лет, они превращаются в слабо различимую черту. Кольца Сатурна постоянно будоражили воображение исследователей своей уникальной формой. Кант первым предсказал существование тонкой структуры колец Сатурна.

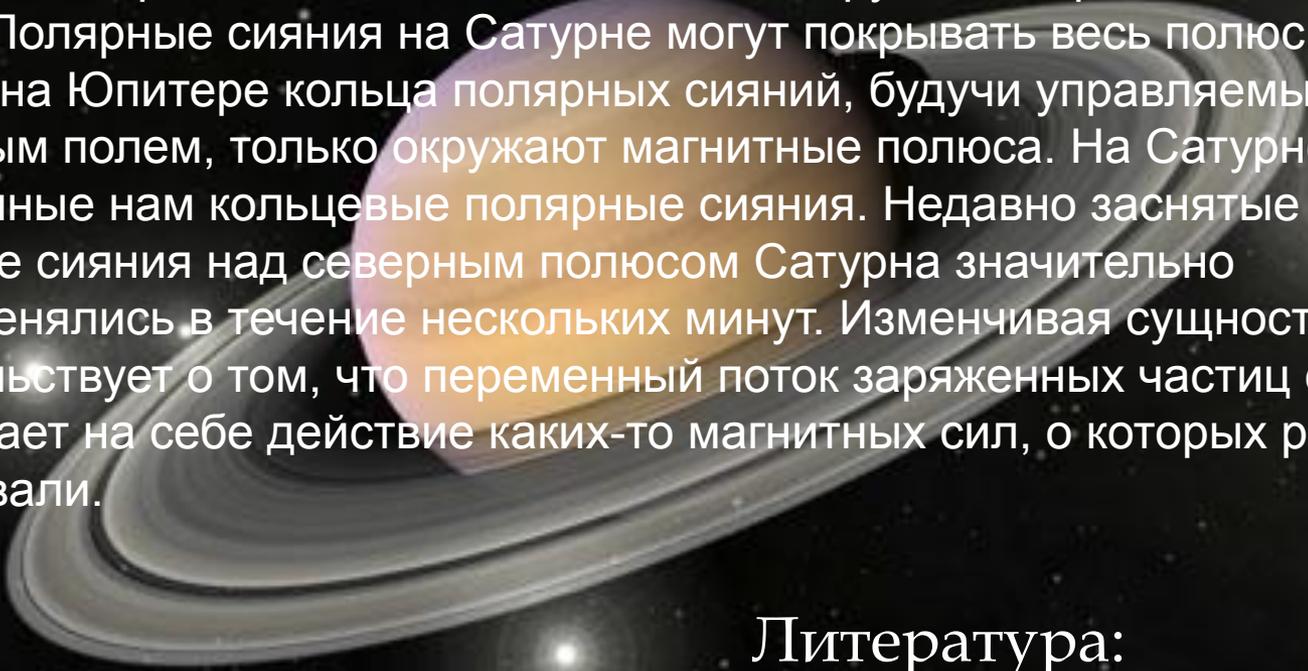
В течение XX века шло постепенное накопление новых данных о планетных кольцах: получены оценки размеров и концентрации частиц в кольцах Сатурна, спектральным анализом установлено, что кольца – ледяные, открыто загадочное явление азимутальной переменности яркости колец Сатурна.

# Интересные факты

На Сатурне нет твёрдой поверхности. Средняя плотность планеты — самая низкая в Солнечной системе. Планета состоит, в основном, из водорода и гелия, 2-х самых лёгких элементов в мировом пространстве. Плотность планеты составляет всего лишь 0,69 плотности воды. Это означает, что если бы существовал океан соответствующих размеров, Сатурн бы плыл по его поверхности.

Автоматический космический аппарат Кассини, который в настоящее время (октябрь 2008 г.) обращается вокруг Сатурна, передал изображения северного полушария планеты. С 2004 года, когда Кассини подлетел к ней, произошли заметные изменения, и теперь оно окрашено в необычные цвета. Причины этого пока непонятны. Хотя пока неизвестно, почему возникла окраска Сатурна, предполагается, что недавнее изменение цветов связано со сменой времён года.

Облака на Сатурне образуют шестиугольник - гигантский гексагон. Впервые это обнаружено во время пролётов Вояджера около Сатурна в 1980-х годах, подобное явление никогда не наблюдалось ни в одном другом месте Солнечной системы. Если южный полюс Сатурна с его вращающимся ураганом не кажется странным, то северный полюс можно считать гораздо более необычным. Странная структура облаков получена на инфракрасном изображении, космическим аппаратом Кассини в октябре 2006 года. Изображения показывают, что шестиугольник оставался стабильным за 20 лет после полёта Вояджера. Фильмы, показывающие северный полюс Сатурна, демонстрируют сохранение шестиугольной структуры облаков во время их вращения. Отдельные облака на Земле могут иметь форму шестиугольника, но, в отличие от них, у облачной системы на Сатурне есть шесть хорошо выраженных сторон почти равной длины. Внутри этого шестиугольника могут поместиться четыре Земли. Полного объяснения этого явления пока нет.



Британские астрономы обнаружили в атмосфере Сатурна новый тип полярного сияния. 12 Ноября 2008 года камеры автоматического корабля Кассини получили изображения северного полюса Сатурна в инфракрасном диапазоне. На этих кадрах исследователи обнаружили полярные сияния, каких не наблюдали ещё ни разу в Солнечной системе. На изображении эти уникальные сияния окрашены в голубой цвет, а лежащие внизу облака — в красный. На изображении прямо под сияниями видно обнаруженное ранее шестиугольное облако. Полярные сияния на Сатурне могут покрывать весь полюс, тогда как на Земле и на Юпитере кольца полярных сияний, будучи управляемыми магнитным полем, только окружают магнитные полюса. На Сатурне наблюдали и привычные нам кольцевые полярные сияния. Недавно заснятые необычные полярные сияния над северным полюсом Сатурна значительно видоизменялись в течение нескольких минут. Изменчивая сущность этих сияний свидетельствует о том, что переменный поток заряженных частиц от Солнца испытывает на себе действие каких-то магнитных сил, о которых ранее и не подозревали.

### Литература:

1. Вивипедия
2. БЭКиМ
3. Другие интернет-ресурсы