Введение

Сатурн, наверное, наиболее красивая планета, если смотреть на нее в телескоп или изучать снимки «Вояджеров» и "Кассини". Сказочные кольца Сатурна нельзя спутать ни с какими другими объектами Солнечной системы. Планета известна с самых древних времен. Максимальная видимая звездная величина Сатурна +0,7m. Эта планета – значительно слабее по блеску, чем Венера, Юпитер и Марс. Его тусклый свет, имеющий матово-белый оттенок, а также очень медленное движение по небу создали планете дурную славу: рождение под знаком Сатурна издревле считалось плохим предзнаменованием.

Сатурн, в честь которого была названа планета, был первоначально римским богом земледелия. Позднее он был отождествлён с Кроносом, богом времени и предводителем титанов. Так как титан Кронос пожирал своих детей, то у древних греков он не был популярен. У римлян же бог Сатурн пользовался большим почётом и уважением. Согласно легенде, он научил людей обрабатывать землю, выращивать растения и строить дома. Время его предполагаемого правления описывается как "золотой век человечества" и его честь, проводились празднования, которые назывались «Сатурналии». Во время этих торжеств рабы на короткое время получали свободу, потому что в золотой век не было рабов и хозяев.

Основная часть

Исследования Сатурна

Впервые наблюдая Сатурн через телескоп в 1609—1610, 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 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 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 космический аппарат «Пионер-11» впервые пролетел вблизи Сатурна, а в 1980—1981 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 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 к Сатурну был запущен аппарат «Кассини-Гюйгенс» и, после 7 лет полёта, 1 июля 2004 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.

Автоматический космический аппарат Кассини, который в настоящее время (октябрь 2008) обращается вокруг Сатурна, передал изображения северного полушария планеты. С 2004, 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.

Внутреннее строение

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. Течения в этом металлическом океане генерируют довольно сильное магнитное поле Сатурна. В центре планеты находится массивное ядро (до 20 земных масс) из камня, железа и, возможно... льда. Откуда взяться льду в центре Сатурна, где температура около 20 тыс. градусов? Ведь хорошо знакомая нам кристаллическая форма воды - обыкновенный лед - плавится уже при температуре 0 С при нормальном атмосферном давлении. Еще "нежнее" кристаллические формы аммиака, метана, углекислого газа, которые ученые также называют льдом. Например, твердая углекислота (сухой лед, используемый в различных эстрадных шоу) при нормальных условиях сразу же переходит в газообразное состояние, минуя жидкою стадию. Но одно и то же вещество может образовывать различные кристаллические решетки. В частности, науке известны кристаллические модификации воды, отличающиеся друг от друга не меньше, чем печная сажа - от химически тождественного ей алмаза. Например, так называемый лед VII имеет плотность, почти вдвое превосходящую плотность обычного льда, и при больших давлениях его можно нагревать до нескольких сот градусов! Поэтому не стоит удивляться тому, что в центре Сатурна при давлении в миллионы атмосфер присутствует лед, т.е. в данном случае смесь из кристаллов воды, метана и аммиака.

Атмосфера

В телескоп средней силы хорошо заметно, что шар Сатурна сильно сплюснут - еще сильнее, чем Юпитер. Его сжатие составляет порядка 10 %. На "поверхности" планеты выделяются параллельные экватору полосы, правда менее четкие, чем у юпитера. В этих полосах можно рассмотреть многочисленные, хотя и неяркие детали, именно по ним Уильям Гершель определил период вращения Сатурна. Он оказался очень коротким 10 ч 16 мин. Изредка на диске планеты появляются и более заметные детали. Так, в феврале 1876 г. на экваторе Сатурна возникло большое белое пятно, обращавшееся с периодом 10 ч 14 мин на экваторе и 10 ч 38 мин на умеренных широтах. Незначительная разница не должна удивлять: как и у Солнца и Юпитера, скорость вращения атмосферы Сатурна в экваториальных зонах больше, чем близ полюсов. Светло-желтый Сатурн внешне выглядит скромнее своего соседа - оранжевого Юпитера. У него нет столь красочного облачного покрова, хотя структура атмосферы почти такая же. Как и Юпитер, Сатурн в основном состоит из водорода и гелия. Только содержание гелия в его атмосфере ниже: он более равномерно распределен 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.

Сатурн имеет одну интересную особенность: он – единственная планета в Солнечной системе, чья плотность меньше плотности воды (700 кг на кубический метр). Если бы было возможно создать огромный океан, Сатурн смог бы в нем плавать! Ускорение свободного падения на уровне облачной поверхности составляет g = 9,44 м/с2. АМС «Вояджер-1» выяснил, что около 7 % объема верхней атмосферы Сатурна – гелий (по сравнению с 11 % в атмосфере Юпитера), в то время как почти все остальное – водород. Поскольку предполагается, что условия формирования обеих планет одинаковы, то количество гелия на Сатурне должно быть примерно таким же, как и на Юпитере и Солнце. Недостаток этого элемента в верхней атмосфере может означать, что более тяжелый гелий, возможно, медленно опускается к ядру Сатурна. При этом выделяется тепловая энергия, которая излучается в космос. Минимальная температура на Сатурне – 82 К – измерена радиолучом «Вояджера-2». Температура поверхности по измерениям теплового потока, исходящего из планеты в инфракрасной области спектра, определяется от - 190 до - 150 °С (что выше равновесной температуры - 193 °С), соответствующей получаемому от Солнца потоку тепла.

Это свидетельствует о том, что в тепловом излучении Сатурна есть доля собственного глубинного тепла, что подтверждается и измерениями радиоизлучения. Вдоль экватора планеты проходит гигантское атмосферное течение шириной в десятки тысяч километров, скорость его достигает 500 м/с. Ветра дуют, большей частью, в восточном направлении (напомним, что как и большинство планет, Сатурн вращается с запада на восток). Сила ветров ослабевает при удалении от экватора. Также, при удалении от экватора, появляется все больше западных течений. Преобладание восточных потоков (по направлению осевого вращения) указывает на то, что ветры не ограничены слоем верхних облаков, они должны распространяться внутрь, по крайней мере, на 2000 километров. 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. Зависимость скорости ветров на Сатурне от широты.

В атмосфере Сатурна часто наблюдаются штормы, хотя и не такие мощные, как знаменитое Красное Пятно. В частности, обнаружено пятно размером около 1250 км. Магнитное поле Сатурна более слабое по сравнению с Юпитером. Напряженность магнитного поля на уровне видимых облаков на экваторе 0,2 Гс (на поверхности Земли магнитное поле равно 0,35 Гс). Магнитосфера Сатурна отличается от юпитерианской.

У Сатурна ось вращения совпадает с осью диполя. Некоторые заряженные частицы, двигаясь от полюса к полюсу, проходят через систему колец и поглощаются там льдом и пылью. Поэтому в области колец магнитосфера Сатурна очень пуста – в ней очень мало заряженных частиц. Хотя пятна атмосферных вихрей на Сатурне уступают по размерам юпитерианскому Большому Красному Пятну, но и там наблюдаются грандиозные штормы, видимые даже с Земли.

Снимки, переданные АМС "Вояджер-1", обнаружили несколько десятков поясов и зон, а также различные конвективные облачные образования: несколько сот светлых пятен диаметром 2000 - 3000 км, коричневые образования овальной формы шириной ~10000 км и красное овальное облачное образование (пятно) у 55° ю. ш. Протяженность красного пятна на Сатурне 11 000 км, по размерам оно примерно равно белым овальным образованиям на Юпитере.

Красное пятно на Сатурне относительно стабильно. Оно окружено темным кольцом. Полагают, что оно может представлять собой "верх" конвективной ячейки. Считают, что полосы в атмосфере Сатурна обусловлены температурными перепадами. Число полос достигает нескольких десятков, то есть намного больше, чем наблюдают с Земли, и больше, чем было обнаружено в атмосфере Юпитера. Ученые ожидали найти на Сатурне условия, сравнимые с условиями на Юпитере, поскольку в метеорологических явлениях обеих планет доминирующим фактором является нагрев за счет внутреннего источника тепла, а не поглощения солнечной энергии. Однако атмосферы Сатурна и Юпитера оказались весьма различными. Например, на Юпитере наибольшие скорости ветра зарегистрированы вдоль границ полос, а на Сатурне - вдоль центральной части полос, в то время как на границах полос и зон ветер практически отсутствует. В поясах и зонах атмосферы Юпитера чередуются западные и восточные потоки, которые разделяются областями сдвига. В отличие от этого,на Сатурне обнаружен западный поток в очень широкой полосе от 40° с. ш. до 40° ю. ш.

Согласно одной гипотезе, ветры обусловлены циклическим подъемом и опусканием больших облаков аммиака. Южная полярная область Сатурна сравнительно светлая. В северной полярной области обнаружена темная шапка. Возможно, это указывает на сезонные изменения, которых на Сатурне не ожидали. Один профиль температуры, полученный для северного полушария Сатурна, показывает, что темные пятна соответствуют сравнительно высокой температуре, а большие светлые области - несколько более низкой. На Юпитере светлые полосы считают-восходящими потоками, темные полосы - нисходящими.

При пролете около Сатурна АМС "Вояджер-1" обнаружила явления, которые, по-видимому, представляют собой интенсивные всплески радиоизлучения в районе планеты. Всплески происходили во всем регистрируемом частотном диапазоне и, возможно, исходят от колец планеты. Согласно другим предположениям, всплески могли быть порождены молниями в атмосфере планеты.

Приборы АМС регистрировали скачок напряжения, в 106 раз превышающий то, что обусловила бы столь же удаленная вспышка молнии в земной атмосфере. Ультрафиолетовый спектрометр зарегистрировал в южной полярной области Сатурна полярные сияния, охватывающие область протяженностью свыше 8000 км и сравнимые по интенсивности с такими явлениями на Земле. Получены новые сведения об облаке нейтрального водорода, окружающего Сатурн в той же плоскости, в которой лежат кольца планеты и обращаются ее спутники. Ранее ученые предполагали, что это облако тороидальной формы расположено вдоль орбиты Титана и имеет своим источником атмосферу Титана, где происходит диссоциация метана с освобождением водорода. Однако ультрафиолетовый .спектрометр АМС "Вояджер-1" показал, что облако расположено не вдоль орбиты Титана, а простирается с расстояния 1,5 млн. км от Сатурна (несколько дальше орбиты Титана) до расстояния 480 тыс. км от нее (район орбиты Реи). Общая масса облака 25000 т, что согласуется с имеющимися теориями; плотность всего 10 атомов в 1 см3.

Космический аппарат "Кассини", находящийся на орбите Сатурна, обнаружил на нем молнии и новый радиационный пояс, а также сияние вокруг крупнейшего спутника планеты. 5 августа 2005 радиоприборы и плазменно-волновое научное оборудование "Кассини" обнаружили радиоволны, образуемые молнией. Радиосигналы от этой молнии весьма эпизодичны и порой сопровождаются лишь слабой вспышкой, которой может и вообще не быть. Это позволяет предположить, что в средних и высоких широтах происходит ряд различных, возможно, недолговечных бурь. "Кассини" помог сделать ученым и еще одно открытие - с помощью магнитосферического прибора для формирования изображения чуть выше вершин облаков Сатурна обнаружен простирающийся вокруг планеты новый радиационный пояс. Визуальный и инфракрасный картографический спектрометр на борту "Кассини" зафиксировал на Титане дневное и ночное сияние, образуемое выбросами метана и окиси углерода в плотную атмосферу спутника. Освещенное Солнцем флуоресцентное метановое сияние в верхних слоях атмосферы Титана ожидалось, ночное же сияние стало сюрпризом.

Магнитосфера

Поскольку Сатурн весьма сходен с Юпитером по своим физическим свойствам, астрономы предположили, что достаточно заметное магнитное поле есть и у него. Отсутствие же у Сатурна наблюдаемого с Земли магнитно-тормозного радиоизлучения объясняли влиянием колец. Эти предложения подтвердились. Еще при подлете "Пионера-11" к Сатурну его приборы зарегистрировали в околопланетном пространстве образования, типичные для планеты, обладающей ярко выраженным магнитным полем: головную ударную волну, границу магнитосферы (магнитопаузу), радиационные пояса. В целом магнитосфера Сатурна весьма сходна с земной, но, конечно, значительно больше по размерам. Внешний радиус магнитосферы Сатурна в подсолнечной точке составляет 23 экваториальных радиуса планеты, а расстояние до ударной волны - 26 радиусов. Для сравнения можно напомнить, что внешний радиус земной магнитосферы в подсолнечной точке - около 10 земных радиусов. Так что даже по относительным размерам магнитосфера Сатурна превосходит земную более чем вдвое.

Система колец Сатурна

Начиная с открытия Галилеем колец Сатурна этот удивительный феномен привлекал внимание и поэтов, и ученых. Тем более что до сих пор их происхождение остается загадкой, а исследования лишь усложняют этот вопрос.

С Земли в телескоп хорошо видны три кольца: внешнее, средней яркости кольцо А; среднее, наиболее яркое кольцо В и внутреннее, неяркое полупрозрачное кольцо С, которое иногда называется креповым. Кольца чуть белее желтоватого диска Сатурна. Расположены они в плоскости экватора планеты и очень тонки: при общей ширине в радиальном направлении примерно 60 тыс.км. Они имеют толщину менее 3 км. Спектроскопически было установлено, что кольца вращаются не так, как твердое тело, - с расстоянием от Сатурна скорость убывает. Более того, каждая точка колец имеет такую скорость, какую имел бы на этом расстоянии спутник, свободно движущийся вокруг Сатурна по круговой орбите. Отсюда ясно: кольца Сатурна по существу представляют собой колоссальное скопление мелких твердых частиц, самостоятельно обращающихся вокруг планеты. Размеры частиц столь малы, что их не видно не только в земные телескопы, но и с борта космических аппаратов.

Характерная особенность строения колец - темные кольцевые промежутки (деления), где вещества очень мало. Самое широкое из них (3500 км) отделяет кольцо В от кольца А и называется "делением Кассини" в честь астронома, впервые увидевшего его в 1675 году. При исключительно хороших атмосферных условиях таких делений с Земли видно свыше десяти. Природа их, по-видимому, резонансная.

Так, деление Кассини - это область орбит, в которой период обращения каждой частицы вокруг Сатурна ровно вдвое меньше, чем у ближайшего крупного спутника Сатурна - Мимаса. Из-за такого совпадения Мимас своим притяжением как бы раскачивает частицы, движущиеся внутри деления, и в конце концов выбрасывает их оттуда. Бортовые камеры "Вояджеров" показали, что с близкого расстояния кольца Сатурна похожи на граммофонную пластинку: они как бы расслоены на тысячи отдельных узких колечек с темными прогалинами между ними. Прогалин так много, что объяснить их резонансами с периодами обращения спутников Сатурна уже невозможно. Чем же объясняется эта тонкая структура?

Вероятно, равномерное распределение частиц по плоскости колец механически неустойчиво. Вследствие этого возникают круговые волны плотности - это и есть наблюдаемая тонкая структура. Помимо колец А,В и С "Вояджеры" обнаружили еще четыре: D,E,F и G. Все они очень разрежены и потому неярки. Кольца D и E с трудом видны с Земли при особо благоприятных условиях; кольца F и G обнаружены впервые. Порядок обозначения колец объясняется историческими причинами, поэтому он не совпадает с алфавитным.

Если расположить кольца по мере их удаления от Сатурна, то мы получим ряд: D,C,B,A,F,G,E. Особый интерес и большую дискуссию вызвало кольцо F. К сожалению, вывести окончательное суждение об этом объекте пока не удалось, так как наблюдения двух "Вояджеров" не согласуются между собой. Бортовые камеры "Вояджера-1" показали, что кольцо F состоит из нескольких колечек общей шириной 60 км., причем два из них перевиты друг с другом, как шнурок.

Некоторое время господствовало мнение, что ответственность за эту необычную конфигурацию несут два небольших новооткрытых спутника, движущихся непосредственно вблизи кольца F, - один из внутреннего края, другой - у внешнего (чуть медленнее первого, так как он дальше от Сатурна). Притяжение этих спутников не дает крайним частицам уходить далеко от его середины, то есть спутники как бы "пасут" частицы, за что и получили название "пастухов". Они же, как показали расчеты, вызывают движение частиц по волнистой линии, что и создает наблюдаемые переплетения компонентов кольца.

Но "Вояджер-2", прошедший близ Сатурна девятью месяцами позже, не обнаружил в кольце F ни переплетений, ни каких-либо других искажений формы, - в частности, и в непосредственной близости от "пастухов". Таким образом, форма кольца оказалась изменчивой. Для суждения о причинах и закономерностях этой изменчивости двух наблюдений, конечно, мало.

С Земли же наблюдать кольцо F современными средствами невозможно - яркость его слишком мала. Остается надеяться, что более тщательное исследование полученных "Вояджерами" снимков кольца прольет свет на эту проблему. Кольцо D - ближайшее к планете. Видимо, оно простирается до самого облачного шара Сатурна. Кольцо E - самое внешнее. Крайне разряженное, оно в то же время наиболее широкое из всех - около 90 тыс. км. Величина зоны, которую оно занимает, от 3,5 до 5 радиусов планеты. Плотность вещества в кольце E возрастает по направлению к орбите спутника Сатурна Энцелада. Возможно, Энцелад - источник вещества этого кольца. Частицы колец Сатурна, вероятно, ледяные, покрытые сверху инеем.

Это было известно еще из наземных наблюдений, и бортовые приборы космических аппаратов лишь подтвердили правильность такого вывода. Размеры частиц главных колец оценивались из наземных наблюдений в пределах от сантиметров до метров (естественно, частицы не могут быть одинаковыми по величине: не исключается также, что в разных кольцах типичный поперечник частиц различен).

Когда "Вояджер-1" проходил вблизи Сатурна, радиопередатчик космического аппарата последовательно пронизывал радиолучом не волне 3,6 см. кольцо А, деление Кассини и кольцо С. Затем радиоизлучение было принято на Земле и подверглось анализу. Удалось выяснить, что частицы указанных зон рассеивают радиоволны преимущественно вперед, хотя и несколько по-разному. Благодаря этому оценили средний поперечник частиц кольца А в 10 м, деления Кассини - в 8 м и кольца С - в 2 м. Сильное рассеяние вперед, но на этот раз в видимом свете, обнаружено у колец F и E. Это означает наличие в них значительного количества мелкой пыли (поперечник пылинки около десятитысячных долей мм)

В кольце В обнаружили новый структурный элемент - радиальные образования, получившие названия "спиц" из-за внешнего сходства со спицами колеса. Они также состоят из мелкой пыли и расположены над плоскостью кольца. Не исключено, что "спицы" удерживаются там силами электростатического отталкивания. Любопытно отметить: изображения "спиц" были найдены на некоторых зарисовках Сатурна, сделанных еще в прошлом веке. Но тогда никто не придал им значения. Исследуя кольца, "Вояджеры" обнаружили неожиданным эффект - многочисленные кратковременные всплески радиоизлучения, поступающего от колец. Это не что иное, как сигналы от электростатических разрядов - своего рода молнии. Источник электризации частиц, по-видимому, столкновения между ними.

Кроме того была открыта окутывающая кольца газообразная атмосфера из нейтрального атомарного водорода. "Вояджерами" наблюдалась линия Лайсан-альфа (1216 А) в ультрафиолетовой части спектра. По ее интенсивности оценили число атомов водорода в кубическом сантиметре атмосферы. Их оказалось примерно 600. Нужно сказать, некоторые ученые задолго до запуска к Сатурну космических аппаратов предсказывали возможность существования атмосферы у колец Сатурна. "Вояджерами" была также сделана попытка измерить массу колец. Трудность состояла в том, что масса колец по крайней мере в миллион раз меньше массы Сатурна. Из-за этого траектория движения космического аппарата вблизи Сатурна в громадной степени определяется мощным притяжением самой планеты и лишь ничтожно возмущается слабым притяжением колец.

Между тем именно слабое притяжение и необходимо выявить. Лучше всего для этой цели подходила траектория "Пионера-11". Но анализ измерений траектории аппарата по его радиоизлучению показал, что кольца (в пределах точности измерений) на движение аппарата не повлияли. Точность же составила 1,7 х 10 массы Сатурна. Иными словами, масса колец заведомо меньше 1,7 миллионных долей массы планеты. Если до полетов космических аппаратов к Сатурну было известно 10 спутников планеты, то сейчас мы знаем около 60. Новые спутники весьма малы, но тем не менее некоторые из них оказывают серьезное влияние на динамику системы Сатурна. Таков, например, маленький спутник, движущийся у внешнего края кольца А; он не дает частицам кольца выходить за пределы этого края. Это Атлас.

К всеобщему удивлению астрономов, на блестящих кольцах Сатурна недавно были обнаружены горы высотой в несколько километров. Свежие изображения колец Сатурна, присланные зондом «Кассини», открыли у них новые необычные особенности. Кольца, которые вообще-то являются довольно тонкими и плоскими образованиями, в некоторых местах внезапно утолщаются, формируя высокие горы. Судя по всему, эти структуры – продукт массового столкновения образующих кольца фрагментов, столкновения, окутанного целыми облаками ярко сверкающий в солнечных лучах ледяной пыли.

Во время местного равноденствия, когда Солнце подсветило кольца с ребра, все неровности на их поверхности стали видны – и «Кассини» не растерялся. Высота «горных пиков» установлена по длинной тени, которую они отбрасывали. Одна из «вершин» на кольцах поднимаются почти на 4 км – земные горы аналогичной высоты уже покрываются снегом. Ученые считают, что она создается влиянием Дафниса, одной из многочисленных лун Сатурна.

Спутники Сатурна

сатурн планета кольцо спутник

По состоянию на февраль 2010 г. известно 62 спутника Сатурна. 12 из них открыты при помощи космических аппаратов: Вояджер-1 (1980), Вояджер-2 (1981), Кассини (2004—2007). Большинство спутников, кроме Гипериона и Фебы, имеет синхронное собственное вращение — они повёрнуты к Сатурну всегда одной стороной. Информации о вращении самых мелких спутников нет.

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.

Все они относятся к так называемым нерегулярным спутникам, которые отличаются вытянутыми эллиптическими орбитами, и, как полагают, сформировались не вместе с планетами, а захвачены их гравитационным полем.

Всего с 2004 года команда Джуитта обнаружила 21 спутник Сатурна.

Титан является вторым по величине спутником в Солнечной Системе. Его радиус равен 2575 километров. Его масса составляет 0,022 массы Земли, а средняя плотность 1,881 г/см. 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 и другие углеводороды, 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. Радиусы темно-оранжевых или коричневых частиц стратосферного аэрозоля в основном не превышают 0,1 мкм, а на больших глубинах могут существовать более крупные частицы. Предполагается, что аэрозоли являются конечным продуктом фотохимических превращений метана и что они аккумулируются на поверхности (или растворяются в жидком метане или этане).

Наблюдаемые углеводороды и органические молекулы могут возникать при естественных фотохимических процессах. Удивительным свойством верхней атмосферы являются УФ-эмиссии, приуроченные к дневной стороне, но слишком яркие, чтобы их могла возбудить поступающая солнечная энергия. Водород быстро диссипирует, пополняя наблюдаемый тор, вместе с некоторым количеством азота, выбиваемого при диссоциации электронными ударами. На основе наблюдаемого расщепления температуры можно построить глобальную систему ветров. Глобальный состав Титана, по-видимому, определяется тем набором конденсируемых веществ, которые образовались в плотном газовом диске вокруг прото-Сатурна.

Существуют три возможных сценария происхождения: холодная аккреция (означающая, что повышение температуры в ходе образования пренебрежимо мало), горячая аккреция при отсутствии плотной газовой фазы и горячая аккреция в присутствии плотной газовой фазы. Япет. Возможно, что самый таинственный из спутников Сатурна, Япет, является единственным по интервалу альбедо его поверхности - от 0,5 (типичное значение для ледяных тел) до 0,05 в центральных частях его ведущего по ходу обращения полушария. "Вояджером - 1" были получены изображения с максимальным разрешением 50 км/пара линий, показывающие в основном полушарие обращенное к Сатурну, и границу между ведущей (темной) и ведомой (светлой) сторонами.

Было зарегистрировано огромное экваториальное темное кольцо диаметром около 300 км с долготой центра около 300. Вояджеровские наблюдения, полученные с наибольшим разрешением, показывают, что светлая сторона (и особенно область северного полюса) сильно кратеризована: поверхностная плотность составляет 205+16 кратеров ( D>30 км) на 10 км. Экстраполяция до диаметров 10 км приводит к плотности более 2000 кратеров (D>10 км) на 10 км.

Такая плотность сравнима с плотностями на других сильно кратеризованных телах,таких, как Меркурий и Каллисто, или с плотностью кратеров на лунных континентах. Характерной чертой границы между темной и светлой областями на Япете является существование многочисленных кратеров с темным дном на светлом веществе и отсутствие на темном веществе кратеров со светлым дном или кратеров с гало (или других белых пятен). Плотность Япета, равная 1,16+0,09 г/см характерна для ледяных Спутников Сатурна и согласуется с моделями, в которых водяной лед является главной составляющей. Белл считает, что темное вещество является основным компонентом исходного конденсата.

Рея. Почти двойник Япета по размерам, но без его темного вещества, Рея может представлять собой относительно простой прототип ледяного спутника внешних областей Солнечной системы. Диаметр Реи 1530 км, а плотность 1,24+0,05 г/см. Ее геометрическое альбедо равно 0,6 и оказывается подобным альбедо полюсов и ведомого полушария Япета. Это позволило сделать важный шаг в исследовании природы спутников. Зная диаметр спутника, легко вычислить его объем. Разделив массу спутника на объем, получим среднюю плотность - характеристику, помогающую установить, из каких веществ состоит данное небесное тело. Выяснилось, что плотности внутренних спутников Сатурна - от Мимаса до Реи, а также Япета - близки к плотности воды: от 1,0 до 1,4 г/см.

Есть основания полагать, что эти спутники главным образом, и состоят из воды (конечно, не жидкой, так как их температура около -180 С). Тефия, плотность которой 1 г/см, особенно похожа на кусок чистого льда. В других спутниках также должна иметься большая или меньшая примесь каменистых веществ. "Вояджеры" подходили к спутникам Сатурна так близко, что удалось не только определить диаметры спутников, но и передать на Землю изображения их поверхности. Уже составлены первые карты спутников. Наиболее распространенные образования на их поверхности - кольцевые кратеры, подобные лунным. Происхождение кратеров ударное: летящее в межпланетном пространстве метеорное тело сталкивается со спутником, его космическая скорость почти мгновенно падает до нуля, кинетическая энергия переходит в тепло. Происходит взрыв с образованием кольцевого кратера.

Некоторые кратеры нужно упомянуть особо. Например, большой кратер на маленьком Мимасе. Диаметр кратера около 130 км., или треть диаметра спутника. Вероятно, ударного кратера большего размера на Мимасе быть не может. При несколько большей кинетической энергии космического тела, нанесшего удар, Мимас разлетелся бы на куски. Множество кратеров, которые мы сейчас видим на снимках спутников Сатурна, - это летопись их истории, уходящая вглубь времен по меньшей мере на сотни миллионов лет. Отметины, произведенные небесными камнями, свидетельствуют, что в отдаленную эпоху формирования планетной системы околосолнечное пространство (по крайней мере до орбиты Сатурна) было насыщено множеством отдельных твердых тел, из которых постепенно сложились планеты и спутники. И даже после того, как формирование планет и спутников в основном завершилось, остаток этих твердых тел долгое время продолжал двигаться в пространстве. Необычные спутники, обнаруженные на петлеобразных орбитах, позволяют понять, как формировались планеты. Испещренное кратерами ледяное тело Фебы, крупнейшего из нерегулярных спутников Сатурна, похоже на ядро кометы, захваченное с околосолнечной орбиты. Кратерам на поверхности Фебы даны имена героев-аргонавтов: самый большой, наверху — Язон, слева от него — Эргин, а внизу, у границы с тенью — Оилей.

Список литературы

1. http://galspace.spb.ru /index49.html

2. http://galspace.spb.ru/index117.html

3. http://galspace.spb.ru/index173.html

4. http://ru.wikipedia.org/wiki/