МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ

ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ

ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

«БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

ИМЕНИ М.АКМУЛЛЫ»

**ПЛАНЕТА ЮПИТЕР**

**/реферат по астрономии/**

Выполнила:.

ФМФ, 5 курс, 54 гр.

Проверил:.

Уфа 2008

**ОГЛАВЛЕНИЕ**

Введение………………………………………………………………………...3

1. Общие сведения…………………………………………….…….……….4
   1. Параметры планеты…………………………………………….....…..6
   2. Внутреннее строение…………………………………………….....…7
2. Атмосфера……………………….………………………………………..….8
   1. Большое рентгеновское пятно на Юпитере…………………….….10
   2. Большое красное пятно……………………………………………....11
3. Космические характеристики..…………………………………………....12
   1. Магнитосфера………………………………………………………...12
   2. Полярные сияния………………………………………………….....13
   3. Молнии на Юпитере……………………………………….………..14
   4. Комета Шумейкер-Леви 9…………………………………….....….15
   5. Кольца Юпитера………………………………………………....…..16
   6. Спутники Юпитера……………………..…………………………...17
4. История открытий…………………………..……………………………..18
5. Приложение………………………………………………………………...22
6. Литература………………………………………………………………….24

**ВВЕДЕНИЕ**

Пятая от Солнца и самая большая планета Солнечной системы. Юпитер, названный в честь царя римских Богов, господствует и среди девяти планет нашей Солнечной системы, соперничая с Солнцем в своём великолепии. Он более чем в два раза тяжелее, чем все другие планеты вместе взятые, и в 318 раз тяжелее Земли. Юпитер благоволит наблюдателям. Диск планеты достаточно велик для того, чтобы обладатели даже скромных телескопов смогли различать в его атмосфере простейшие структуры облаков. А Галилеевы спутники были бы видны невооружённым глазом, если бы их не затмевало сияние божественного хозяина. Юпитер на небе уступает в яркости только Солнцу, Луне, Венере и изредка Марсу.

Уже пять АМС побывали у этой гигантской планеты. Это американские аппараты «Пионер 10», «Пионер 11», «Вояджер 1», «Вояджер 2» и «Галилео». Последний на рубеже тысячелетий все еще кружился возле Юпитера, собирая важнейшие научные сведения.

**1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ**

Бог Юпитер – древнеримский двойник древнегреческого громовержца Зевса. Юпитер отдалён от Солнца на 778,3 млн. км, его экваториальный диаметр – 143 тыс. км, что в 11 раз превышает земной. Юпитер представляет собой гигантский газовый шар, диаметр которого в десять раз превышает диаметр Земли, составляя одну десятую диаметра Солнца. Его масса равна 0,1% массы Солнца, а химический состав (по числу молекул) очень близок к составу Солнца: 90% водорода (находящегося на Юпитере в молекулярной форме) и 10% гелия. Вокруг своей оси он, в среднем, обращается за 10 часов. Причём, так как Юпитер не является твёрдым шаром, а состоит из газа и жидкости, то экваториальные его части быстрее вращаются, чем приполярные области, как это наблюдается у Солнца и других газовых планет. По той же причине Юпитер заметно сжат у полюсов. Ось вращения планеты почти перпендикулярна орбите. Следовательно, на Юпитере нет смены времён года.

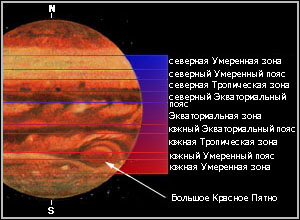


Среди следовых газов наиболее существенны водяной пар, метан и аммиак. Под слоем облаков нет никакой твёрдой поверхности. Вместо этого ниже внешних слоёв наблюдается (при увеличении давления с глубиной) постепенный переход от газа к жидкости. Затем следует резкий переход к металлической жидкости, в которой атомы лишены электронов.

В самом центре, возможно, имеется маленькое ядро, состоящее из твёрдых пород и льда. Наличие источника внутренней энергии (тепло, выделившееся в результате гравитационного коллапса при образовании Юпитера) позволяет планете излучать в 1,5 – 2 раза больше тепла, чем она получает от Солнца. При визуальных наблюдениях диск Юпитера кажется пересечённым чередующимися светлыми зонами и тёмными поясами. Согласно данным, полученным четырьмя космическими зондами, пролетевшими мимо Юпитера в 1973 – 1981 гг. («Пионер-10 и -11», «Вояджер-1 и -2», и АМС «Галилео»), внутри этих полос наблюдается очень сложная система потоков. В каждом полушарии имеется пять или шесть таких полос, по направлению совпадающих с ветровыми течениями.

В строении своем Юпитер имеет сходство с небольшой звездой, внутреннее давление в его недрах может достигать 100 миллионов атмосфер. Магнитное поле Юпитера огромно, даже в сравнении с величиной самой планеты – оно простирается на миллионы километров. Если магнитосфера его была бы видима, она имела бы при рассмотрении с Земли угловой размер равный лунному.

Относительно долговечными деталями планеты являются белые или цветные овалы. Наиболее известная и самая заметная из таких деталей Большое красное пятно, которое наблюдается уже около 300 лет. Происхождение этой детали точно не известно. Согласно одной из распространённых теорий утверждается, что она является огромным антициклоном. Цветные облака находятся в самых высоких слоях Юпитера (их глубина составляет около 0,1-0,3% радиуса планеты). Происхождение их окраски тоже остаётся тайной, хотя, по-видимому, можно утверждать, что она связана со следовыми составляющими атмосферы и свидетельствует о происходящих в ней сложных химических процессах. Цвет облаков коррелирует с высотой: синие структуры – самые глубокие, над ними лежат



коричневые, затем белые.

Красные структуры – самые высокие. Зонд с АМС «Галилео» в 1995 г. Парашютировал сквозь верхние слои атмосферы Юпитера, передавая данные относительно состава и физических условий среды. Наземные наблюдения места вхождения зонда показали, что оно, по-видимому, было относительно свободно от облаков. Этим можно объяснить, почему не было получено почти никаких подтверждений существования ожидаемых трёх слоёв облаков (состоящих на самых больших высотах из кристаллов аммиака, гидросульфида аммония в середине, а внизу – из водяных и ледяных кристаллов). Скорость ветра, достигающая 530 км/час, оказалась даже больше, чем ожидалось. В то же время содержание гелия составило только около половины ожидаемого. Вероятное объяснение этого явления – увеличение концентрации гелия к центру планеты.

Сопровождаемый своими спутниками и огромной сложной атмосферой, Юпитер обращается вокруг Солнца почти за 12 лет, являясь ближайшей к нему планетой-гигантом. Атмосфера его изобилует молниями и гигантскими вихрями, такими, как Большое Красное Пятно. Со своей системой спутников Юпитер подобен миниатюрной Солнечной системе, но хотя Юпитер и похож по своему химическому составу на звёзды, он не сияет, подобно Солнцу. Масса Юпитера составляет только одну восьмидесятую долю от необходимой для образования звезды. Меньшее значение массы не позволяет недрам Юпитера разогреться до нужной температуры.

Зонд обнаружил также интенсивный радиационный пояс. Предположение о существовании слабого кольца вокруг Юпитера было впервые высказано на основании данных, полученных «Пионером-11» в 1974 г. После проведенного «Вояджером» непосредственного фотографирования это предположение подтвердилось. Основная часть кольца лежит на расстоянии 1,72 – 1,81 радиуса от центра планеты. Исходя из характеристик кольца можно допустить, что оно состоит, главным образом, из частиц микронных размеров. Постоянным источником пополнения кольца могут быть движущиеся по орбите объекты размером с булыжник, постоянно бомбардируемые быстрыми частицами.

Однако Юпитер и без того сильно влияет на небесные тела Солнечной системы. Некоторые спутники Юпитера, вероятно, являются астероидами, захваченными гравитационным притяжением гиганта. Пути неосторожно приблизившихся малых планет и комет по тем же причинам искажаются, что иногда приводит к катастрофическим последствиям. Кометы-неудачники могут быть выброшены Юпитером из Солнечной системы, либо пойманы им в смертельную ловушку, как это случилось с кометой Шумейкера-Леви-9 в 1994-м году.

В настоящее время известно шестнадцать естественных спутников, вращающихся вокруг Юпитера. Они разделяются на четыре группы. По круговым орбитам в экваториальной плоскости движутся четыре маленьких внутренних спутника (Метида, Адрастея, Амальтея и Теба) и четыре больших галилеевых спутника (Ио, Европа, Ганимед и Каллисто). Третья группа (Леда, Гималия, Лиситея и Элара) – маленькие спутники на круговых орбитах, наклонённых под углом 25° - 29° к экваториальной плоскости и лежащих на расстоянии 11 – 12 млн. км от Юпитера. Внешняя группа (Ананке, Карме, Пасифе и Синопе) – маленькие спутники с обратным движением по орбитам. Эти орбиты являются относительно вытянутыми эллипсами с существенным наклонением к экваториальной плоскости и лежат на расстоянии 21 – 24 млн. км от Юпитера. Четыре галилеевых спутника и их движения по орбите можно легко увидеть в маленький телескоп или бинокль.

**1.1. ПАРАМЕТРЫ ПЛАНЕТЫ**

Юпитер, тысячи лет назад названный в честь царя римских богов, господствует и среди девяти планет нашей Солнечной системы, соперничая с Солнцем в своем великолепии. Планета находится далеко за основным поясом астероидов.

Большая полуось орбиты Юпитера равна 5,2 а.е., (расстояние от Солнца). Период обращения по орбите – 11,867 лет. Средняя скорость движения по орбите 13,1 км/с.

Период вращения вокруг оси – 9 часов 55 минут. Каждая точка экватора движется со скоростью 45 тысяч километров в час. Так как ось вращения Юпитера почти перпендикулярна его орбите, следовательно, на планете нет смен времен года.

Юпитер – это планета-гигант, которая содержит в себе более 2/3 массы всей нашей планетной системы. Масса Юпитера равна M=318 земным = 1,9\*1027 кг. Его объем в 1300 раз больше, чем у Земли. Средняя плотность Юпитера 1330 кг/м3, что сравнимо с плотностью воды и в четыре раза меньше, чем плотность Земли. Видимая поверхность планеты в 120 раз превосходит площадь Земли, Юпитер представляет собой гигантский шар из водорода, практически его химический состав совпадает с солнечным. А вот температура на Юпитере ужасающе низкая: - 140° С.

Юпитер быстро вращается. Из-за действия центробежных сил планета заметно расплющилась, и ее полярный радиус стал на 4400 км меньше экваториального, равного 71 400 км. Магнитное поле Юпитера в 12 раз сильнее земного – компас там будет работать отменно, только северный конец стрелки всегда будет направлен на юг.

Даже собрав 2/3 массы планет Солнечной системы, Юпитеру не хватило этого для того, чтобы в центре планеты начались термоядерные реакции: планета в 80 раз легче самой маленькой звезды главной последовательности. Однако Юпитер обладает собственным источником тепла, связанным с радиоактивным распадом вещества и энергией, высвобождающейся в результате сжатия. В тепловом режиме Юпитера большую роль играют потоки внутренней энергии из центра планеты.

**1.2. ВНУТРЕННЕЕ СТРОЕНИЕ**



Юпитер состоит, в основном, из водорода и гелия. Под облаками находится слой глубиной 7—25 тыс. км, в котором водород постепенно изменяет своё состояние от газа к жидкости с увеличением давления и температуры (до 6000°С). Чёткой границы, отделяющей газообразный водород от жидкого, по-видимому, не существует. Это должно выглядеть как непрерывное кипение глобального водородного океана. Падение в него кометы в 1994 году вызвало исполинское цунами многокилометровой высоты.

По мере погружения в океан Юпитера на протяжении 20 тыс. километров быстро увеличиваются давление и температура. На расстоянии 46 тыс. километров от центра Юпитера давление достигает 3 млн. атмосфер, температура – 11 тыс. градусов. (Напомним, что температура поверхности Солнца около 6 тыс. градусов.) Водород не выдерживает высокого давления и переходит в жидкое металлическое состояние.

Слой металлического водорода толщиной, согласно теоретическим моделям, около 30-50 тыс. км. Протоны и электроны в нём существуют раздельно, и он является хорошим проводником электричества. Последние эксперименты показали, что водород не изменяет свою фазу внезапно, следовательно, внутренности Юпитера не имеют четких границ между слоями. Ученые полагают, что Юпитер имеет твердое ядро, состоящее из тяжёлых элементов (более тяжёлых, чем гелий). Его размеры — 15—30 тыс. км в диаметре, ядро обладает высокой плотностью. Если даже на Юпитере и имеется твердая поверхность, то стоять на ней нельзя без опасения быть раздавленным весом выше лежащей атмосферы. По теоретическим расчетам, температура ядра планеты около 30 000°С, а давление 30-100 млн. атмосфер. Такие условия недостаточны для термоядерных реакций, но Юпитер излучает в пространство примерно в 2 раза больше энергии, чем получает ее от Солнца. Наиболее вероятно, что избыточное тепловое излучение планеты является результатам гравитационного сжатия планеты, которое продолжается и сейчас. Тепло перемещается через толщу атмосферы и просачивается наружу через свободные от облаков области, которые соответственно названы «горячими пятнами». Мощные электротоки, возникающие в слое металлического водорода, порождают гигантское магнитное поле Юпитера. Если бы можно было увидеть свечение магнитосферы Юпитера, взаимодействующей с солнечным ветром из электронов и протонов, то на нашем небе вокруг Юпитера появилась бы медузообразная структура крупнее Луны.

**2. АТМОСФЕРА**

Когда давление атмосферы Юпитера достигнет давления земной атмосферы, остановимся и осмотримся. Наверху видно обычное голубое небо, вокруг клубятся густые белые облака сконденсированного аммиака. Кроме того, снаружи морозно: - 100° С. Красноватая окраска части юпитерианских облаков говорит о том, что здесь много сложных химических соединений. Разнообразные химические реакции в атмосфере инициируются солнечным ультрафиолетовым излучением, мощными разрядами молний (гроза на Юпитере должна быть впечатляющим зрелищем!), мощность которых на три порядка превышает земные, а также полярные сияния, а также теплом, идущим из недр планеты.

Атмосфера Юпитера состоит из водорода (81 % по числу атомов и 75 % по массе) и гелия (18 % по числу атомов и 24 % по массе). На долю остальных веществ приходится не более 1 %. В атмосфере присутствуют метан, водяной пар, аммиак; имеются также следы органических соединений, этана, сероводорода, неона, кислорода, фосфена, серы. Внешние слои атмосферы содержат кристаллы замороженного аммиака. Из этой химической «каши» трудно выбрать главных претендентов на роль оранжевого красителя атмосферы: это могут быть соединения фосфора, серы или органические соединения.

Следующий ярус облаков состоит из красно-коричневых кристаллов гидросульфида аммония при температуре – 10° С.

Водяной пар и кристаллы воды образуют более нижний ярус облаков при температуре 20° С и давлении в несколько атмосфер – почти над самой поверхностью океана Юпитера. (Хотя некоторые модели допускают наличие и четвертого яруса облаков – из жидкого аммиака.)

Толщина атмосферного слоя, в котором возникают все эти удивительные облачные структуры, - 1000 км. Темные полосы и светлые зоны, параллельные экватору, соответствуют атмосферным течениям разного направления (одни отстают от вращения планеты, другие его опережают). Скорости этих течений – до 100 м/с.

На границе разнонаправленных течений образуются гигантские завихрения. Особенно впечатляют Большое Красное Пятно – колоссальный атмосферный вихрь. Неизвестно когда он возник, но в телескопы он наблюдается уже 300 лет.

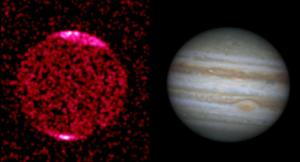
Последние исследования показывают что, чем дальше планета от Солнца, тем менее турбулентная ее атмосфера, тем менее интенсивно происходит теплообмен между соседними областями и рассеивается меньше энергии. В атмосфере больших планет физические процессы таковы, что энергия из отдельных мелких областей переносится в более крупные и скапливается затем в глобальные воздушные структуры – зональные потоки. Эти потоки и являются поясами облаков, которые можно разглядеть даже в небольшой телескоп. Соседние потоки движутся в противоположных направлениях. Их цвет может слегка отличаться в зависимости от химического состава. Цветные облака находятся в самых высоких слоях Юпитера (их глубина составляет около 0,1-0,3% радиуса планеты). Происхождение их окраски остается тайной, хотя, по-видимому, можно утверждать, что она связана со следовыми составляющими атмосферы и свидетельствует о происходящих в ней сложных химических процессах.

На основе исследования в конце 2000 г зондом «Cassini» выяснено, что светлые полосы и Большое Красное Пятно (гигантский шторм с размером большой оси около 35 тыс. км, а малой оси – 14 тыс. км) связаны с нисходящими потоками (вертикальная циркуляция атмосферных масс); облака здесь выше, а температура ниже, чем в остальных областях. Цвет облаков коррелирует с высотой: синие структуры – самые верхние, под ними лежат коричневые, затем белые. Красные структуры – самые низкие. Красноватый оттенок планеты приписывают главным образом присутствию в атмосфере красного фосфора и, возможно, органике, возникающей благодаря электрическим разрядам. В области, где давление порядка 100 кПа, температура составляет около 160 К. В атмосфере Юпитера замечены грозы. Температура верхних облаков составляет -130°С. Юпитер выделяет на 60% больше энергии, чем получает от Солнца. Атмосфера отражает 45% падающего солнечного света. Установлено также наличие ионосферы, протяженность которой по высоте – порядка 3000 км.

Кроме того, орбитальным телескопом «Чандра» обнаружен источник пульсирующего рентгеновского излучения (названный Большим рентгеновским пятном), причины которого представляют пока загадку.

**2.1. БОЛЬШОЕ РЕНТГЕНОВСКОЕ ПЯТНО НА ЮПИТЕРЕ**

Самая большая планета солнечной системы, газовый гигант Юпитер, знаменит своим похожим на водоворот Большим Красным Пятном. Справа показано оптическое изображение знакомой всем гигантской планеты с циклоническими системами и полосами облаков, полученное пролетавшим около нее космическим аппаратом Кассини. Слева показано в искусственных цветах соответствующее изображение Юпитера в рентгеновских лучах, полученное орбитальной обсерваторией Чандра. На



изображении, полученном Чандрой, впервые были обнаружены рентгеновские пятна и авроральное рентгеновское излучение от полюсов. Рентгеновское пятно, доминирующее в излучении от северного полюса Юпитера (вверху) возможно, так же удивительно для современных астрономов, как когда-то было Большое Красное Пятно. Противореча ранее предложенным теориям, рентгеновское пятно находится слишком далеко на севере, чтобы быть связанным с тяжелыми заряженными частицами из окрестностей вулканического спутника Ио. Данные Обсерватории Чандра также показывают, что рентгеновское излучение пятна таинственным образом пульсирует с периодом около 45 минут.

**2.2. БОЛЬШОЕ КРАСНОЕ ПЯТНО**

Большое красное пятно (БКП) — атмосферное образование на Юпитере, самая заметная особенность на диске планеты, наблюдаемая уже почти 350 лет.

БКП было открыто Джованни Кассини в 1665 году. Деталь, отмеченная в записях Роберта Гука 1664 года, также может быть идентифицирована как БКП. До полёта «Вояджеров» многие астрономы полагали, что пятно имеет твёрдую природу.



БКП представляет собой гигантский ураган-антициклон, размерами 24-40 тыс. км в длину и 12-14 тыс. км в ширину (существенно больше Земли). Размеры пятна постоянно меняются, общая тенденция — к уменьшению; 100 лет назад БКП было примерно в 2 раза больше. По его длине могли бы разместиться 3 планеты размером с Землю.

Пятно расположено примерно на 22° южной широты и перемещается параллельно экватору планеты. Кроме того, газ в БКП вращается против часовой стрелки с периодом оборота около 6 земных суток. Скорость ветра внутри пятна превышает 500 км/ч.

Верхний слой облаков БКП находится примерно на 8 км выше верхней кромки окружающих облаков. Температура пятна несколько ниже прилегающих участков.

Красный цвет БКП пока ещё не нашёл однозначного объяснения. Возможно, такой цвет придают пятну химические соединения, включающие фосфор.

Помимо БКП на Юпитере имеются и другие «пятна-ураганы», меньшие по размерам. Они могут иметь белый, коричневый и красный цвет и существовать десятки лет (возможно и дольше). Пятна в атмосфере Юпитера зафиксированы как в южном, так и в северном полушарии, но устойчивые, существующие длительное время имеются почему-то только в южном полушарии.

Ввиду разницы скоростей течений атмосферы Юпитера иногда происходят столкновения ураганов. Одно из них имело место в 1975 году, в результате чего красный цвет БКП поблек на несколько лет. В 2002 произошло аналогичное столкновение БКП и Большого Белого Овала. Белый Овал является частью пояса облаков, с периодом обращения меньшим, чем у Большого Красного Пятна. Овал начал тормозиться Большим Красным Пятном в конце февраля 2002 года, и столкновение продолжалось целый месяц. Красный цвет Большого Красного Пятна – загадка для ученых, возможной причиной его могут служить химикалии, включающие фосфор. Фактически цвета и механизмы, создающие вид всей юпитерианской атмосферы, до сих пор еще плохо поняты и могут быть объяснены только при прямых измерениях ее параметров.

Oval BA сформировался между 1998 и 2000 годами после слияния трёх меньших белых овалов, которые наблюдались до этого в течение 60 лет. Новое атмосферное образование поначалу было белым в видимом диапазоне, но в феврале 2006 года приобрело красно-коричневый цвет. По одной из гипотез, пока ураган находится на одинаковой высоте с общей поверхностью верхнего края атмосферы, он имеет белый цвет. Но когда его мощность увеличивается, вихрь поднимается несколько выше общего слоя облаков, где ультрафиолетовое излучение Солнца химически изменяет цвет, придавая ему красноту.

**3. КОСМИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ**

**3.1. МАГНИТОСФЕРА**

Магнитное поле Юпитера огромно, даже в пропорции с величиной самой планеты – оно простирается на 650 миллионов километров (за орбиту Сатурна!). Если магнитосфера его была бы видна, она бы с Земли имела угловой размер, равный размеру Луны. Магнитное поле Юпитера значительно более сильное, чем земное, но в направлении Солнца оно почти в 40 раз меньше. Форма магнитосферы Юпитера, как и других планет, далека от сферической. Компас на Юпитере укажет юг, а не север, как это было бы на Земле, так как магнитное поле Юпитера имеет противоположное направление по сравнению с земным. Магнитосфера Юпитера, формируемая солнечным ветром, выглядит в виде слезы. Электроны и протоны высоких энергий, захваченные магнитным полем Юпитера, образуют радиационные пояса, похожие на земные, но сильно превышающие их по размеру.

Радиоизлучение Юпитера, обнаруженное в 1955 г, послужило первым признаком наличия у него сильного магнитного поля, которое в 4000 раз сильнее земного. Его магнитный дипольный момент почти в 12000 раз превосходит дипольный момент Земли, но так как напряженность магнитного поля обратно пропорциональна кубу радиуса, а он у Юпитера на два порядка больше, чем у Земли, то напряженность у поверхности Юпитера выше, по сравнению с Землей, только в 5-6 раз. Магнитная ось наклонена к оси вращения на (10,2 ± 0,6)°. Дипольная структура магнитного поля доминирует до расстояний порядка 15 радиусов планеты. Юпитер обладает обширной магнитосферой, которая подобна земной, но увеличена примерно в 100 раз. Закручивание электронов вокруг силовых линий порождает радиоизлучение, причем задержанные около планеты электроны дают синхротронное излучение в диапазоне дециметровых волн. Декаметровое излучение, наблюдаемое только от некоторых областей планеты, связано с взаимодействием ионосферы Юпитера со спутником Ио, орбита которого проходит внутри огромного плазменного тора. Это взаимодействие порождает также полярные сияния. Обнаруженное «Вояджерами» излучение в километровых длинах волн возникает в высоких широтах планеты и в плазменном торе. Наблюдая 18 декабря 2000 года в течение 10 часов, удалось обнаружить пульсирующий источник рентгеновского излучения в полярных районах верхних слоев атмосферы Юпитера с помощью оборудования орбитального телескопа «Chandra». Вспыхивает наподобие маяка каждый 45 минут. Никакие из существующих ныне теорий не могут объяснить ни природу возникновения излучения, ни его пульсирующий характер.

**Радиационные пояса:**



Эти два изображения показывают радиационные пояса Юпитера в течение 10 часов. Они контролируются магнитным полем планеты, поэтому изменяются при ее вращении. Изображение планеты дано для того, чтобы показать относительный размер этих поясов. При облете Юпитера основная антенна «Кассини» была все время направлена в сторону планеты, что позволило записать данные об интенсивности радиоизлучения в полосе, охватывающей почти четверть оборота Юпитера. Впервые был записан спектр высокоэнергетичных электронов в окружающем пространстве Юпитера. Оказалось, что плотность этих электронов меньше, чем предполагалось ранее, а это означает, что гораздо больше электронов, чем ожидалось, обладают меньшей энергией, а именно они и представляют основную опасность для электронного оборудования космических аппаратов. Результаты наблюдений показали, что район Юпитера представляет зону самого жесткого радиационного окружения во всей Солнечной системе, а максимально жесткое излучение наблюдается на расстоянии до 300 тыс. км от его поверхности.

**3.2. ПОЛЯРНЫЕ СИЯНИЯ**

Наблюдения космического телескопа «Хаббл» показали, что полярное сияние имеет ту же природу, что и земное: быстрые электроны, дрейфующие в магнитосфере планеты вдоль силовых линий между полюсами, попадают у полюсов в верхние слои атмосферы и вызывают свечение газа.

Полярное сияние Юпитера интенсивнее всего проявляется в ультрафиолетовом диапазоне, поскольку основные спектральные линии водорода, доминирующего в атмосфере Юпитера, лежат в жестком ультрафиолете.

Свой вклад в исследование Юпитера внесла и орбитальная обсерватория «Чандра», получившая изображение планеты в рентгеновских лучах. На нем впервые были обнаружены рентгеновские пятна и полярное рентгеновское излучение.



На недавно опубликованной фотографии с Космического телескопа имени Хаббла, сделанной в ультрафиолетовых лучах, полярные сияния выглядят как кольцеобразные пояса вокруг полюсов планеты. Полярные сияния на Юпитере отличаются от земных наличием ряда ярких полос и пятен, порождаемых трубками магнитного поля, что соединяют Юпитер с его крупнейшими спутниками. В данном конкретном случае яркая черточка у самого левого края и два ярких пятнышка – одно чуть пониже центра и другое справа от него – представляют собой ни что иное как следы Ио, Ганимеда и Европы, соответственно. Следует заметить, что снята дневная сторона Юпитера (с Земли можно снять только узкую ночную полоску) и в ультрафиолете сияние ярче отраженных солнечных лучей.

**3.3. МОЛНИИ НА ЮПИТЕРЕ**

Почему на Юпитере сверкают молнии? Молния представляет собой мгновенный перенос электрически заряженных частиц с одного места на другое. Чтобы сверкнула молния, необходимо, чтобы заряды были разделены внутри облака. На Земле разделение заряда образуется из-за столкновения ледяных и водяных капель. Однако, что происходит на Юпитере? Астрономы полагают, что молнии на Юпитере образуются также в облаках, содержащих лед. Этот вывод был сделан после того, как была сделана эта фотография в октябре космическим аппаратом Галилео, который летает вокруг Юпитера. Облака слабо освещаются солнечным светом, отраженным от спутника Юпитера Ио. Яркие вспышки происходят в активных областях на уровне, где пролегают водяные облака, и освещают более низкие облака, содержащие аммиак. Молнии на Юпитере намного ярче молний на Земле.

**3.4. КОМЕТА ШУМЕЙКЕР-ЛЕВИ 9**



В 1993 году около Юпитера была открыта необычная цепочка кусочков кометы, которая распалась под действием гравитационных сил планеты – гиганта. Было просчитано, что они вскоре столкнутся с Юпитером и ученые стали с нетерпением ожидать этого невероятного события (ведь раньше ни кто подобного не наблюдал). И вот в июле 1994 года куски кометы Шумейкера-Леви 9, известной также под названием «нить жемчуга», столкнулись с Юпитером. Что происходит, когда комета сталкивается с планетой? Если планета имеет каменную поверхность, то на ней образуется огромный ударный кратер. Однако планеты типа Юпитера не имеют твердой поверхности, а состоят преимущественно из газа. Когда комета Шумейкера-Леви-9 сталкивалась с Юпитером в 1994 году, каждый кусочек кометы поглощался обширной атмосферой Юпитера. На картинке изображена последовательность снимков, на которых показано столкновение с Юпитером двух фрагментов кометы. По мере того, как фрагменты погружались в атмосферу, образовывались темные следы, которые постепенно исчезали. Под верхними облаками Юпитера находится газ с высокой температурой, поэтому фрагменты кометы быстро расплавлялись, не успев нырнуть глубоко в атмосферу Юпитера. Так как Юпитер намного массивнее любой кометы, орбита этой планеты вокруг Солнца не может заметно измениться от такого соударения.

Редчайшее астрономическое явление – столкновение кометы Шумейкеров-Леви 9 с Юпитером – вызвало необычайный интерес широкой общественности в связи с разнообразием проблем, связанных с этим явлением. Традиционные научные проблемы – это, во-первых, новое о самой комете, например о химическом составе ее ядра, особенностях пылевой компоненты, вспышечной активности и т. д.; во-вторых, это уникальная возможность прямого изучения химического состава поверхностных слоев Юпитера. Здесь были получены неожиданные результаты: наблюдатели зарегистрировали сильное излучение линий металлов, которых никак не предполагалось найти в поверхностных слоях Юпитера в таком количестве; также было обнаружено значительное количество серы как в виде самой молекулы S2, так и в виде других серосодержащих молекул. Третья научная проблема – это исследование эффектов, связанных непосредственно со взрывами при падении осколков на Юпитер. К ним относятся энерговыделение самих взрывов, распространение ударных волн, а также исследование фотохимических реакций, протекающих в процессе взрыва и распространения ударной волны. Ученые зарегистрировали многократное превышение концентрации ряда веществ в местах падения осколков кометы по сравнению с тем, что ожидалось найти в поверхностных слоях Юпитера, например серы, окиси углерода СО, а также молекул CS2 и CS. В каждом месте падения самых крупных кометных осколков ученые обнаружили 100 млн. т окиси углерода, 3 млн. т сульфида углерода CS2 и 300 тыс. т моносульфида углерода CS, что во много тысяч раз больше нормального содержания этих веществ.

**3.5. КОЛЬЦА ЮПИТЕРА**

Юпитер преподносит много сюрпризов: он генерирует мощные полярные сияния, сильные радиошумы; возле него межпланетные аппараты наблюдают пылевые бури – потоки мелких твердых частиц, выброшенных в результате электромагнитных процессов в магнитосфере Юпитера. Мелкие частицы, которые получают электрический разряд при облучении солнечным ветром, обладают очень интересной динамикой: являясь промежуточным случаем между макро- и микро-телами, они примерно одинаково реагируют и на гравитационные, и на электромагнитные поля.



Именно из таких мелких каменных частиц в основном состоит кольцо Юпитера, открытое в марте 1979 г. (косвенное обнаружение кольца в 1974 г. По данным «Пионера» осталось непризнанным). Его главная часть имеет радиус 123-129 тыс. километров. Это плоское кольцо около 30 км толщиной и очень разреженное – оно отражает лишь несколько тысячных долей процента падающего света. Более слабые пылевые структуры тянутся от главного кольца к поверхности Юпитера и образуют над кольцом толстое гало, простирающееся до ближайших спутников. Увидеть кольцо Юпитера с Земли практически невозможно: оно очень тонкое и постоянно повернуто к наблюдателю ребром из-за малого наклона оси вращения Юпитера к плоскости его орбиты.

Схематическое изображение кольцевой системы Юпитера показывает соотношение между различными кольцами и его мелкими внутренними спутниками, которые являются источником пыли, формирующей кольца. Самое внушительное кольцо, показанное серым оттенком, - это гало. Тонкое узкое основное кольцо показано красным цветом, на его границе расположены спутники Адрастея и Метис. Кольцо состоит из частиц, выбиваемых из этих двух спутников. Феб и Амальтея более удалены от Юпитера и формируют тонкие паутинообразные кольца, которые обозначены желтым и зеленым цветами.

Шесть картинок, которые Вы видите, получены в инфракрасном свете с помощью гавайского



инфракрасного телескопа в 1994 году и покрывают промежуток времени, равный двум часам. Отчетливо видны кольца Юпитера, полосы и пятна во внешней атмосфере Юпитера. На фотографиях видны также два небольших спутника Юпитера. Метида диаметром только 40 км видна на втором снимке в виде слабого пятнышка на кольцах справа от Юпитера. Амальтея намного больше и ярче. Этот спутник виден на третьем снимке с краю слева, а также проходящим по диску планеты на четвертом и пятом снимках. Происхождение колец Юпитера остается неизвестным, хотя ученые предполагают, что они образовались из рассеянного вещества от столкновений метеоритов со спутниками Юпитера.

**3.6. СПУТНИКИ ЮПИТЕРА**

На сегодняшний день учёным известны 63 спутника Юпитера; это наибольшее число открытых спутников среди всех планет Солнечной системы.

В 1610 году Галилео Галилей, наблюдая Юпитер в телескоп, открыл четыре наиболее крупных спутника — Ио, Европа, Ганимед и Каллисто, которые сейчас носят название «галилеевых». Они ярки и вращаются по достаточно удалённым от планеты орбитам, так что их легко различить даже в полевой бинокль. Первенство в открытии спутников оспаривал также немецкий астроном Симон Мариус, который позднее дал им названия, взяв имена из древнегреческих мифов.

Благодаря наземным наблюдениям системы Юпитера, к концу 1970-х годов было известно уже 13 спутников. В 1979 году, совершая пролёт мимо Юпитера, космический аппарат «Вояджер-1» обнаружил ещё три спутника.

Начиная с 1999 года, с помощью наземных телескопов нового поколения были открыты ещё 47 спутников Юпитера, подавляющее большинство из которых имеют диаметр в 2—4 километра.

Галилеевы спутники — это 4 крупнейших спутника Юпитера: Ио, Европа, Ганимед и Каллисто (в порядке удаления от Юпитера). Они входят в число крупнейших спутников Солнечной системы и могут наблюдаться в небольшой телескоп.

Спутники были открыты Галилео Галилеем 7 января 1610 (первое наблюдение) с помощью его первого в истории телескопа. На открытие спутника претендовал также немецкий астроном Симон Мариус, который наблюдал их в 1609, но вовремя не опубликовал данные об этом. Имеются косвенные данные, что ещё задолго до этого 4 спутника Юпитера были известны в Древнем Вавилоне и Древнем Египте (основано на том, что в мифологии у аналогов Юпитера было 4 сына либо 4 пса).

Названия галилеевых спутников были предложены Симоном Мариусом в 1614, однако в течение долгого времени они практически не использовалось. Галилей назвал четыре открытые им спутника «планетами Медичи» (в честь четырёх братьев Медичи) и присвоил им порядковые номера. Лишь с середины XX века привычные нам названия стали общеупотребительными.

Галилеевы спутники названы по имени персонажей древнегреческой мифологии — любовниц Зевса (Ганимед — любовник). Мариус дал такие названия, так как Юпитер — аналог Зевса в римском пантеоне.

Систему Юпитера иногда называют «Солнечной системой в миниатюре». Ганимед превышает по размеру планету Меркурий. На Европе имеется глобальный жидкий океан и может существовать жизнь. На Ио бушуют мощные вулканы. Ио, Европа и Ганимед находятся в орбитальном резонансе — их орбитальные периоды относятся как 1:2:4.

Для галилеевых спутников характерна закономерность — чем дальше спутник расположен от Юпитера, тем ниже его средняя плотность и тем больше на нём воды (в твёрдом или жидком состояниях). Одна из гипотез объясняет это тем, что в ранние эпохи эволюции Солнечной системы Юпитер был гораздо горячее и летучие соединения (в том числе водяной пар) выметались из областей, близких к планете.

Основные сведения о галилеевых спутниках были получены в результате пролёта Вояджеров в 1979, работы аппарата Галилео в 1995—2003, и исследований с помощью телескопа Хаббл.

**4. ИСТОРИЯ ОТКРЫТИЙ**

Юпитер – одна из планет, видимых невооруженным глазом, и путь её по ночному небу был наблюдаем тысячи лет. В 1610-м году, итальянский астроном Галилео Галилей обнаружил четыре самых больших спутника планеты: Ио, Европу, Ганимед, и Каллисто, известные также как Галилеевы спутники. Это было одно из самых ранних астрономических открытий, сделанных с телескопом. Оно сыграло свою роль, добавив уверенности сторонникам гелиоцентрической системы мира. В те далёкие дни борьба мировоззрений была очень остра.

В течение последующих лет, с улучшением телескопов, становились известными и размер планеты, и существование Большого Красного Пятна, которое представлялось, по началу, островом в гигантском море на поверхности Юпитера. Земная астрономия всегда продолжала совершенствоваться, мы достигли истинного понимания некоторых «поверхностных» явлений (изменений в расположении деталей, их размеров, цвете), считая их уже атмосферными, а не относящимися к вовсе несуществующей твёрдой поверхности.

http://www.zvezdi-oriona.ru/pictures/86828/jup\_ik.jpgС приходом радиоастрономии в науку (а именно в 1955-м году), мы обнаружили, что Юпитер – источник устойчивого высокочастотного радиошума, указывающего на электрическую деятельность гиганта. Юпитер изучается во всех длинах волн. Внизу Вы видите сравнение снимков Юпитера в тепловых и видимых лучах.

Радиоизлучение Юпитера, обнаруженное в 1955г., послужило первым признаком наличия у него сильного магнитного поля, которое в 4000 раз сильнее земного. Следовательно, магнитосфера Юпитера в 100 раз больше земной. Закручивание электронов вокруг силовых линий порождает радиоизлучение, причём задержанные около планеты электроны дают синхротронное излучение в диапазоне дециметровых волн. Декаметровое излучение, наблюдаемое только от некоторых областей планеты, связано с взаимодействием ионосферы Юпитера со спутником Ио, орбита которого проходит внутри огромного плазменного тора. Это взаимодействие порождает также полярные сияния. Обнаруженное «Вояджерами» излучение в километровых длинах волн возникает в высоких широтах планеты и в плазменном торе.

В марте 1972-го года была запущена АМС «Пионер 10», для наблюдения пояса астероидов и Юпитера. Долетев до Юпитера в декабре 1973-го года, «Пионер 10» обнаружил интенсивное излучение, исходящее от Юпитера, огромное магнитное поле, предполагающее наличие проводящей ток жидкости в недрах планеты.

http://www.zvezdi-oriona.ru/pictures/86828/c2039053.gifГодом позже, однотипный космический аппарат «Пионер 11», пролетал Юпитер на своём пути к Сатурну и передал даже более подробные изображения гигантской планеты. Изучая данные, полученные этим аппаратом, учёные впервые заподозрили наличие у Юпитера колец.

31 марта 1997-го года был выключен космический аппарат «Пионер 10», который ещё в 1973-м году первым преодолел пояс астероидов и достиг Юпитера. В 1983-м году он пересёк орбиту Нептуна – самой далекой на тот год планеты от Солнца – и направился к границам Солнечной системы. Находящееся в исправности оборудование «Пионера 10» питалось энергией распада помещённых на спутник радиоактивных веществ. Теперь этот источник иссяк. «Пионер 10» был выключен с расстояния в 9 световых часов, через 25 лет после запуска.

В августе и сентябре 1977-го года, были запущенны два «Вояджера» для изучения внешней части Солнечной системы. «Вояджеры» побывали возле Юпитера в 1979-м году, подарив нам поразительные, красивые изображения царя планет, обнаружив тысячи деталей, до тех пор неизвестные. «Вояджеры» поведали нам, что процессы в атмосфере Юпитера – несоизмеримо более грандиозные подобия тех же явлений земной атмосферы. «Вояджеры» подтвердили догадки о кольцах планеты. Юпитер – третья планета, у которой открыли кольца.

http://www.zvezdi-oriona.ru/pictures/86828/galileo.gifЗапущенный в октябре 1989-го года с основной задачей изучения Юпитера, космический аппарат «Галилео» вернулся к Земле 8 декабря 1990-го года для совершения обычного гравитационного манёвра. После он направился к астероиду Гаспра, потом повстречался с другим астероидом – Идой, откуда уже попал в систему Юпитера. «Галилео» был нацелен на самые разнообразные исследования как самой планеты, так и её спутников. В 1995-м году от аппарата отделился специальный зонд, предназначенный для изучения атмосферы Юпитера. На рисунке вы видите красивое изображение, на котором запечатлен момент покорения планеты этим зондом.

В 2015 году планируется полет «JIMO». Jupiter Icy Moons Orbiter – аппарат предназначен для изучения трех галилеевых спутников Юпитера: Европы, Ганимеда и Каллисто. Эти спутники могут иметь подповерхностные океаны и возможные компоненты жизни. Аппарат для достижения цели будет иметь ионные двигатели.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Год | Ученый | Открытие |
| 1530 | Н. Коперник | Довольно точно рассчитывает расстояние от Солнца до Юпитера в 5,217 а.е. |
| 1610 | Г. Галилей | 7 и 14 января открыл четыре самых больших спутника планеты: Ио, Европу, Ганимед, и Каллисто, известные также как Галилеевы спутники. Сам дал название «Медичейские звезды», а нынешнее название было дано С. Марий в 1614 г. |
| 1656 | Г.Х. Гюйгенс | Делает первые зарисовки неправильных образований на поверхности планеты. |
| 1664 | Р. Гук | Впервые описывает и зарисовывает Большое Красное пятно. |
| 1675 | О. Ремер | По наблюдению затмений спутников впервые определяет значение скорости света. |
| 1758 | А. Клеро | Впервые указывает, что Юпитер влияет на движение комет. |
| 1892 | Э. Барнард | Открывает пятый спутник планеты – Амальтея. |
| 1906 |  | Открыл первый представитель астероидов, движущихся по орбите Юпитера Ахиллес (№588). |
| 1932 |  | В атмосфере планеты обнаружены метан и аммиак. |
| 1955 | США | Открывается на λ=13м радиотелескопом  Отдела земного магнетизма института Карнеги (Вашингтон), что Юпитер – источник устойчивого высокочастотного радиошума, указывающего на электрическую деятельность гиганта. Юпитер изучается во всех длинах волн. Мощность радиоизлучения Юпитера уступает лишь радиоизлучению Солнца. |
| 1960 | С.К.Всехсвятский | Открыта система колец у планеты. Кольца небольшие и находятся достаточно близко к самой планете. |
| 1963 | СССР | Первая радиолокация планеты. |
| 1986 | Макаров | Выдвинута идея, что планеты-гиганты начинались как звезды (подтверждена для Юпитера в 1995г КА «Галилео»). |
| 1994 |  | 16-22 июля осколки распавшейся кометы «Шумейкеров-Леви-9»  столкнулась с Юпитером и  кадры переданы на Землю АМС «Галилео». Столкновение 25 осколков размером в несколько километров произошло при скорости 60км/с и на планете возникли гигантские вихри в диаметре до 5000км с выбросом газа на высоту до 1000 км и остались «раны» глубиной 150-200км. Удар был равносилен по мощности взрыву 20 млн.мегатонн тринитротолуола. |

**ПРИЛОЖЕНИЕ**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| ЮПИТЕР (в сравнении с Землей) | | | |
| Основные параметры: | Юпитерианский показатель: | Земной показатель: | Юпитер/Земля: |
|  | ОСНОВНЫЕ ПАРАМЕТРЫ ПЛАНЕТЫ | | |
| Масса (1024 кг) | 1898,6 | 5,9736 | 317,83 |
| Объем (1010 км3) | 143128 | 108,321 | 1321,33 |
| Экваториальный радиус (км) | 71492 | 6378,1 | 11,209 |
| Полярный радиус (км) | 66854 | 6356,8 | 10,517 |
| Объемный средний радиус (км) | 69911 | 6371,0 | 10,973 |
| Средняя плотность (кг/м3) | 1326 | 5515 | 0,240 |
| Гравитация (м/с2) | 24,79 | 9,80 | 2,530 |
| Ускорение свободного падения (м/с2) | 23,12 | 9,78 | 2,364 |
| Вторая космическая скорость (км/с) | 59,5 | 11,2 | 5,32 |
| Альбедо | 0,343 | 0,306 | 1,12 |
| Визуальное альбедо | 0,52 | 0,367 | 1,42 |
| Визуальная величина V(1,0) | -9,40 | -3,86 | - |
| Солнечная энергия (W/m2) | 50,50 | 1367,6 | 0,037 |
| Температура абсолютно черного тела (К) | 110,0 | 254,3 | 0,433 |
| Момент инерции (I/MR2) | 0,254 | 0,3308 | 0,768 |
| Число естественных спутников | 63 | 1 | - |
| Планетарная кольцевая система | Да | Нет | - |
|  | ОСНОВНЫЕ ПАРАМЕТРЫ ОРБИТЫ | | |
| Полуглавная ось (расстояние от Солнца) (106 км) | 778,57 | 149,60 | 5,204 |
| Сидерический период орбиты (дней) | 4332,589 | 365,256 | 11,862 |
| Тропический период орбиты (дней) | 4330,595 | 365,242 | 11,857 |
| Максимальная орбитальная скорость (км/с) | 13,72 | 30,29 | 0,453 |
| Минимальная орбитальная скорость (км/с) | 12,44 | 29,29 | 0,425 |
| Наклон орбиты (градусы) | 1,304 | 0,000 | - |
| Эксцентриситет Орбиты | 0,0489 | 0,0167 | 2,928 |
| Период вращения вокруг своей оси (часы) | 9,9250 | 23,9345 | 0,415 |
| Продолжительность светового дня (часы) | 9,9259 | 24,0000 | 0,414 |
| Наклон оси (градусы) | 3,13 | 23,45 | 0,133 |
|  | ОСНОВНЫЕ ПАРАМЕТРЫ ОБСЕРВАТОРИЙ | | |
| Исследователь | Неизвестен | | |
| Дата открытия | Доисторические времена | | |
| Минимальное расстояние до Земли (106 км) | 588,5 | | |
| Максимальное расстояние до Земли (106 км) | 968,1 | | |
| Максимальная визуальная величина | -2,94 | | |
|  | ОСНОВНЫЕ ПАРАМЕТРЫ АТМОСФЕРЫ | | |
| Поверхностное давление (bar) | более 1000 bars | | |
| Плотность атмосферы 1 bar (кг/м3) | 0,16 | | |
| Высота атмосферы (км) | 27 | | |
| Ср. температура 1 bar (К) | 165 K / - 108 C | | |
| Ср. температура 0,1 bar (К) | 112 K / - 161 C | | |
| Суточный температурный диапазон (К) | 184 K - 242 K / -89С - -31С | | |
| Скорость ветра (м/с) | 150 м/с (<30° широт); 40 м/с (>30° широт) | | |
| Молекулярный вес | 2,22 г/моль | | |
| Основной состав атмосферы | Молекулярный водород (H2) - 89,8%; Гелий (He) - 10,2% | | |
| Другие составляющие - ppm (промили) | Метан (CH4) - 3000 (1000); Аммиак (NH3) - 260 (40); HD - 28 (10); Этан (C2H6) - 5,8 (1,5); Вода (H2O) - 4 (изменяется с давлением) | | |
| Аэрозоли | Аммиачные и водные кристаллики льда, аммиак гидросульфид | | |

**ЛИТЕРАТУРА**

1. Интернет, http://galspace.spb.ru/
2. Интернет, http://ru.wikipedia.org/wiki
3. Интернет, http://www.astronet.ru/
4. Интернет, http://www.vokrugsveta.ru/vs/article/228/