**Реферат**

**по природоведению**

**на тему «Солнце, Солнечная система»**

**ученицы 5-А класса ОСШ №35**

**Лозановой Екатерины**

**1. Введение. С чего началась история Солнечной системы?**

Около 4,5 миллиардов лет назад не существовало ни каких планет. Вокруг только что родившегося Солнца бурлило темное облако раскалённых газа и пыли. Постепенно облако охладилось, и газ сгустился в миллионы капелек. Эти капли медленно притягивались друг к другу под действием собственной гравитации – так постепенно сформировались планеты Солнечной системы. В солнечную систему входит 9 планет: Плутон, Нептун, Уран, Сатурн, Юпитер, Марс, Земля, Венера и Меркурий.

**2.** **Солнце**

Солнце - обыкновенная звезда, каких множество во Вселенной. Оно образовалось из газа, оставшегося после взрыва на этом месте более крупной звезды. Сейчас, в пору своей зрелости, Солнце излучает довольно ровный желтый свет и постоянно даёт Земле тепло. Но оно также испускает смертельно опасные гамма, рентгеновские, инфракрасные, ультрафиолетовые лучи, а также радиоволны. К счастью, атмосфера и магнитное поле Земли надёжно защищает людей от этих вредных излучений.

Солнце – среднего размера звезда диаметром 1 392 000 км. Оно весит немного меньше 2000 триллионов триллионов тонн. На поверхности Солнца температура достигает немыслимой величины в 6000гр., при которой плавится любое вещество. Но ядро Солнца в тысячи раз горячее - более 16 млн. градусов.

Солнечное тепло выделяется в результате ядерных реакций. Внутри Солнца огромное давление заставляет ядра атомов водорода соединяться, образуя атомы гелия. При этом высвобождаются гигантские количества ядерной энергии.

Сейчас Солнце находится в середине своей жизни. Предположительно оно образовалось около 5 млрд. лед назад. Очевидно, оно будет светиться ещё 5 млрд. лет, а затем взорвется так ярко, что сожжет Землю дотла.

Иногда в атмосфере Солнца возникают гигантские образования – эруптивные протуберанцы. Они похожи на арки, вздымающиеся из фотосферы на высоту до половины солнечного радиуса. Наблюдения ясно указывают, что форма протуберанцев определяется силовыми линиями магнитного поля. Еще одно интересное и чрезвычайно активное явление – это солнечные вспышки, мощные выбросы энергии и частиц продолжительностью до двух часов. Порожденный такой солнечной вспышкой поток фотонов достигает Земли со скоростью света за 8 мин, а поток электронов и протонов – за несколько суток. Солнечные вспышки происходят в местах резкого изменения направления магнитного поля, вызванного движением вещества в солнечных пятнах. Максимум вспышечной активности Солнца обычно наступает за год до максимума пятнообразовательного цикла. Такая предсказуемость очень важна, ибо шквал заряженных частиц, рожденных мощной солнечной вспышкой, может повредить даже наземные средства связи и энергетические сети, не говоря уже о космонавтах и космической технике.

Из плазменной короны Солнца происходит постоянный отток заряженных частиц испускаемый Солнцем со скоростью сотни километров в секунду, называемый солнечным ветром. Магнитное поле Земли защищает людей от него, но у полюсов он взаимодействует с атмосферой, вызывая северное сияние и зарницы.

**3. Меркурий**

С Земли наблюдать Меркурий в телескоп сложно: он не удаляется от Солнца на угол более 28°. Его изучали при помощи радиолокации с Земли, а межпланетный зонд «Маринер-10» сфотографировал половину его поверхности. Вокруг оси он вращается с периодом 58,6 сут., в точности равным 2/3 орбитального периода, поэтому каждая точка его поверхности поворачивается к Солнцу лишь один раз за 2 меркурианских года, т.е. солнечные сутки там длятся 2 года!

Из больших планет меньше Меркурия лишь Плутон. Но по средней плотности Меркурий находится на втором месте после Земли. Вероятно, у него большое металлическое ядро, составляющее 75% радиуса планеты (у Земли оно занимает 50% радиуса). Поверхность Меркурия подобна лунной: темная, абсолютно сухая и покрытая кратерами. Средний коэффициент отражения света поверхности Меркурия около 10%, примерно как у Луны. Вероятно, его поверхность тоже покрыта реголитом – спекшимся раздробленным материалом. Крупнейшее ударное образование на Меркурии – бассейн Калорис размером 2000 км, напоминающий лунные моря. Однако в отличие от Луны на Меркурии есть своеобразные структуры – протянувшиеся на сотни километров уступы высотой в несколько километров. Возможно, они образовались в результате сжатия планеты при остывании ее большого металлического ядра или под действием мощных солнечных приливов. Температура поверхности планеты днем около 700 C, а ночью около 100 C. По данным радиолокации, на дне полярных кратеров в условиях вечной темноты и холода, возможно, лежит лед.

У Меркурия практически нет атмосферы – лишь крайне разреженная гелиевая оболочка с плотностью земной атмосферы на высоте 200 км. Вероятно, гелий образуется при распаде радиоактивных элементов в недрах планеты. У Меркурия есть слабое магнитное поле и нет спутников.

**4. Венера**

Это вторая от Солнца и ближайшая к Земле планета – самая яркая «звезда» на нашем небе; порой она видна даже днем. Венера во многом похожа на Землю: ее размер и плотность лишь на 5% меньше, чем у Земли; вероятно, и недра Венеры похожи на земные. Поверхность Венеры всегда закрыта толстым слоем желтовато-белых облаков, но с помощью радаров она исследована довольно подробно. Вокруг оси Венера вращается в обратном направлении (по часовой стрелке, если смотреть с северного полюса) с периодом 243 земных суток. Ее орбитальный период 225 сут; поэтому венерианские сутки (от восхода до следующего восхода Солнца) длятся 116 земных суток.

Атмосфера Венеры состоит в основном из углекислого газа , а также небольшого количества азота и паров воды .В виде малых примесей обнаружены соляная кислота и плавиковая кислота. Температура на Венере около 750C по всей поверхности и днем, и ночью. Причина столь высокой температуры у поверхности Венеры в том, что не совсем точно называют «парниковым эффектом»: солнечные лучи сравнительно легко проходят сквозь облака ее атмосферы и нагревают поверхность планеты, но тепловое инфракрасное излучение самой поверхности выходит сквозь атмосферу обратно в космос с большим трудом.

Облака Венеры состоят из микроскопических капелек концентрированной серной кислоты. Верхний слой облаков удален от поверхности на 90 км, температура там ок. 200C; нижний слой – на 30 км, температура ок. 430C. Еще ниже так жарко, что облаков нет. Разумеется, на поверхности Венеры нет жидкой воды. Атмосфера Венеры на уровне верхнего облачного слоя вращается в том же направлении, что и поверхность планеты, но значительно быстрее, совершая оборот за 4 сут; это явление называют суперротацией, и объяснения ему пока не найдено.

Автоматические станции опускались на дневной и ночной сторонах Венеры. Днем поверхность планеты освещена рассеянным солнечным светом примерно с такой интенсивностью, как в пасмурный день на Земле. Ночью на Венере замечено много молний. Станции «Венера» передали изображения небольших участков в местах посадки, на которых виден скалистый грунт. В целом топография Венеры изучена по радиолокационным изображениям, переданным орбитальными аппаратами «Пионер-Венера» (1979), «Венера-15 и -16» (1983) и «Магеллан» (1990). Мельчайшие детали на лучших из них имеют размер около 100 м.

В отличие от Земли на Венере нет четко выраженных континентальных плит, но отмечается несколько глобальных возвышенностей, например земля Иштар размером с Австралию. На поверхности Венеры множество метеоритных кратеров и вулканических куполов. Очевидно, кора Венеры тонка, так что расплавленная лава подходит близко к поверхности и легко изливается на нее после падения метеоритов. Поскольку дождей и сильных ветров у поверхности Венеры не бывает, эрозия поверхности происходит очень медленно, и геологические структуры остаются доступными для наблюдения из космоса сотни миллионов лет. О внутреннем строении Венеры известно мало. Вероятно, у нее есть металлическое ядро, занимающее 50% радиуса. Но магнитного поля у планеты нет вследствие ее очень медленного вращения. Нет у Венеры и спутников.

**5.Земля**

Наша планета – единственная, у которой большая часть поверхности (75%) покрыта жидкой водой. Земля – активная планета и, возможно, единственная, у которой обновление поверхности обязано процессам тектоники плит, проявляющим себя срединно-океаническими хребтами, островными дугами и складчатыми горными поясами. Распределение высот твердой поверхности Земли бимодальное: средний уровень океанического дна на 3900 м ниже уровня моря, а континенты в среднем возвышаются над ним на 860 м .

Сейсмические данные указывают на следующее строение земных недр: кора (30 км), мантия (до глубины 2900 км), металлическое ядро. Часть ядра расплавлена; там генерируется земное магнитное поле, которое улавливает заряженные частицы солнечного ветра (протоны и электроны) и формирует вокруг Земли две заполненные ими тороидальные области – радиационные пояса (пояса Ван-Аллена), локализованные на высотах 4000 и 17 000 км от поверхности Земли .

Атмосфера Земли состоит на 78% из азота и на 21% из кислорода; это результат длительной эволюции под влиянием геологических, химических и биологических процессов. Возможно, первичная атмосфера Земли была богата водородом, который затем улетучился. Дегазация недр наполнила атмосферу углекислым газом и водяным паром. Но пар сконденсировался в океанах, а двуокись углерода оказалась связанной в карбонатных породах. . Таким образом, в атмосфере остался азот, а кислород появился постепенно в результате жизнедеятельности биосферы. Еще 600 млн. лет назад содержание кислорода в воздухе было раз в 100 ниже нынешнего.

Существуют указания, что климат Земли изменяется в короткой (10 000 лет) и длинной (100 млн. лет) шкалах. Причиной этого могут быть изменения орбитального движения Земли, наклона оси вращения, частоты вулканических извержений. Не исключены и колебания интенсивности солнечного излучения. В нашу эпоху на климат влияет и деятельность человека: выбросы газов и пыли в атмосферу. У Земли есть спутник – Луна, происхождение которой до сих пор не разгадано.

**6. Луна**

Один из крупнейших спутников, Луна находится на втором месте после Харона (спутника Плутона) по отношению масс спутника и планеты. Сила тяжести на лунной поверхности в 6 раз меньше земной.

Луна обращается вокруг Земли. Суточное вращение и орбитальное обращение Луны синхронизованы, поэтому мы всегда видим только одно ее полушарие. Правда, небольшие покачивания Луны позволяют в течение месяца увидеть около 60% ее поверхности. Основная причина либраций в том, что суточное вращение Луны происходит с постоянной скоростью, а орбитальное обращение – с переменной (вследствие эксцентричности орбиты).

Участки лунной поверхности издавна условно делят на «морские» и «материковые». Поверхность морей выглядит темнее, лежит ниже и значительно реже покрыта метеоритными кратерами, чем материковая поверхность. Моря залиты базальтовыми лавами, а материки сложены анортозитовыми породами, богатыми полевыми шпатами. Судя по большому количеству кратеров, материковые поверхности значительно старше морских. Интенсивная метеоритная бомбардировка сделала верхний слой лунной коры мелко раздробленным, а наружные несколько метров превратила в порошок, называемый реголитом.

Астронавты и автоматические зонды доставили с Луны образцы скального грунта и реголита. Анализ показал, что возраст морской поверхности около 4 млрд. лет. Следовательно, период интенсивной метеоритной бомбардировки приходится на первые 0,5 млрд. лет после образования Луны 4,6 млрд. лет назад. Затем частота падения метеоритов и образования кратеров практически не изменялась и составляет до сих пор один кратер диаметром 1 км за 105 лет.

Лунные породы бедны летучими элементами и железом, но богаты тугоплавкими элементами . Лишь на дне лунных полярных кратеров могут быть залежи льда, такие, как на Меркурии. Атмосферы у Луны практически нет и нет свидетельств, что лунный грунт когда-либо подвергался воздействию жидкой воды. Нет в нем и органических веществ – лишь следы углистых хондритов, попавшие с метеоритами. Отсутствие воды и воздуха, а также сильные колебания температуры поверхности (390C днем и 120 C ночью) делают Луну непригодной для жизни.

Доставленные на Луну сейсмометры позволили узнать кое-что о лунных недрах. Там часто происходят слабые «лунотрясения», вероятно, связанные с приливным влиянием Земли. Луна довольно однородна, имеет маленькое плотное ядро и кору толщиной около 65 км из более легких материалов, причем верхние 10 км коры раздроблены метеоритами еще 4 млрд. лет назад. Крупные ударные бассейны распределены по лунной поверхности равномерно, но толщина коры на видимой стороне Луны меньше, поэтому именно на ней сосредоточено 70% морской поверхности.

История лунной поверхности в целом известна: после окончания 4 млрд. лет назад этапа интенсивной метеоритной бомбардировки еще около 1 млрд. лет недра были достаточно горячими и базальтовая лава изливалась в моря. Затем лишь редкое падение метеоритов меняло лик нашего спутника. А вот о происхождении Луны до сих пор спорят. Она могла сформироваться самостоятельно и затем быть захваченной Землей; могла сформироваться вместе с Землей как ее спутник; наконец, могла отделиться от Земли в период формирования. Вторая возможность еще недавно была популярна, но в последние годы серьезно рассматривается гипотеза образования Луны из вещества, выброшенного прото-Землей при столкновении с крупным небесным телом.

Несмотря на неясность происхождения системы Земля – Луна, дальнейшая их эволюция прослеживается довольно надежно. Приливное взаимодействие существенно влияет на движение небесных тел: суточное вращение Луны практически уже прекратилось (его период уравнялся с орбитальным), а вращение Земли замедляется, передавая свой момент импульса орбитальному движению Луны, которая в результате удаляется от Земли примерно на 3 см в год. Это прекратится, когда вращение Земли выровняется с движением Луны. Тогда Земля и Луна будут постоянно повернуты друг к другу одной стороной (как Плутон и Харон), а их сутки и месяц станут равны 47 нынешним суткам; при этом Луна удалится от нас в 1,4 раза. Правда, и эта ситуация не сохранится навсегда, ибо не прекратят действовать на вращение Земли солнечные приливы.

**7. Марс**

Марс похож на Землю, но почти вдвое меньше ее и имеют несколько меньшую среднюю плотность. Период суточного вращения (24 ч 37 мин) и наклон оси (24°) почти не отличаются от земных.

Земному наблюдателю Марс кажется красноватой звездочкой, блеск которой заметно меняется; он максимален в периоды противостояний, повторяющиеся через два с небольшим года (например, в апреле 1999 и в июне 2001). Особенно близок и ярок Марс в периоды великих противостояний, происходящих, если он в момент противостояния проходит вблизи перигелия; это случается через каждые 15–17 лет.

В телескоп на Марсе видны яркие оранжевые области и более темные районы, тон которых меняется в зависимости от сезона. На полюсах лежат ярко-белые снежные шапки.

Красноватый цвет планеты связан с большим количеством окислов железа (ржавчины) в ее грунте.

Разреженная атмосфера Марса состоит на 95% из углекислого газа и на 3% из азота. В малом количестве присутствуют водяной пар, кислород и аргон. При таком низком давлении не может быть жидкой воды. Средняя дневная температура 240 C, а максимальная летом на экваторе достигает 290 C. Суточные колебания температуры около 100 C. Таким образом, климат Марса – это климат холодной, обезвоженной высокогорной пустыни.

В высоких широтах Марса зимой температура опускается ниже 150 C и атмосферный углекислый газ замерзает и выпадает на поверхность белым снегом, образуя полярную шапку. Периодическая конденсация и сублимация полярных шапок вызывает сезонные колебания давления атмосферы на 30%. К концу зимы граница полярной шапки опускается до 45°–50° широты, а летом от нее остается небольшая область (300 км диаметром у южного полюса и 1000 км у северного), вероятно, состоящая из водяного льда, толщина которого может достигать 1–2 км.

Иногда на Марсе дуют сильные ветры, поднимающие в воздух тучи мелкого песка. Особенно мощные пылевые бури бывают в конце весны в южном полушарии, когда Марс проходит через перигелий орбиты и солнечное тепло особенно велико. На недели и даже месяцы атмосфера становится непрозрачной от желтой пыли. Отложения пыли так сильно меняют вид марсианской поверхности от сезона к сезону, что это заметно даже с Земли при наблюдении в телескоп. В прошлом эти сезонные изменения цвета поверхности некоторые астрономы считали признаком растительности на Марсе.

Геология Марса весьма разнообразна. Большие пространства южного полушария покрыты старыми кратерами, оставшимися от эпохи древней метеоритной бомбардировки (4 млрд. лет назад). Значительная часть северного полушария покрыта более молодыми лавовыми потоками. Особенно интересна возвышенность Фарсида, на которой расположены несколько гигантских вулканических гор. Высочайшая среди них – гора Олимп – имеет поперечник у основания 600 км и высоту 25 км. Хотя признаков вулканической активности сейчас нет, возраст лавовых потоков не превышает 100 млн. лет, что немного по сравнению с возрастом планеты 4,6 млрд. лет.

Хотя древние вулканы указывают на некогда мощную активность марсианских недр, признаков тектоники плит нет: отсутствуют складчатые горные пояса и другие указатели сжатия коры. Однако есть мощные рифтовые разломы, крупнейший из которых – долины Маринера – тянется от Фарсиды к востоку на 4000 км при максимальной ширине 700 км и глубине 6 км.

Одним из интереснейших геологических открытий, сделанных по снимкам с космических аппаратов, стали разветвленные извилистые долины длиной в сотни километров, напоминающие высохшие русла земных рек. Это наводит на мысль о более благоприятном климате в прошлом, когда температура и давление могли быть выше и по поверхности Марса текли реки. Правда, расположение долин в южных, сильно кратерированных районах Марса указывает на то, что реки на Марсе были очень давно, вероятно, в первые 0,5 млрд. лет его эволюции. Теперь вода лежит на поверхности в виде льда полярных шапок и, возможно, под поверхностью в виде слоя вечной мерзлоты.

Внутреннее строение Марса изучено слабо. Его низкая средняя плотность свидетельствует об отсутствии значительного металлического ядра; во всяком случае оно не расплавлено, что следует из отсутствия у Марса магнитного поля. Сейсмометр на посадочном блоке аппарата «Викинг-2» не зафиксировал сейсмической активности планеты за 2 года работы (на «Викинге-1» сейсмометр не действовал).

Марс имеет два маленьких спутника – Фобос и Деймос. Оба они неправильной формы, покрыты метеоритными кратерами и, вероятно, являются астероидами, захваченными планетой в далеком прошлом. Фобос обращается вокруг планеты по очень низкой орбите и продолжает приближаться к Марсу под действием приливов позже он будет разрушен притяжением планеты.

**8. Юпитер**

Крупнейшая планета Солнечной системы, Юпитер, в 11 раз больше Земли и в 318 раз массивнее ее. Его низкая средняя плотность указывает на состав, близкий к солнечному: в основном это водород и гелий. Быстрое вращение Юпитера вокруг оси вызывает его полярное сжатие на 6,4%.

В телескоп на Юпитере видны облачные полосы, параллельные экватору; светлые зоны в них перемежаются красноватыми поясами. Вероятно, светлые зоны – это области восходящих потоков, где видны верхушки аммиачных облаков; красноватые пояса связаны с нисходящими потоками, яркий цвет которых определяют гидросульфат аммония, а также соединения красного фосфора, серы и органические полимеры. Температура на уровне верхушек аммиачных облаков 125C, но с глубиной она увеличивается на 2,5 C/км. На глубине 60 км должен быть слой водяных облаков.

Скорости движения облаков в зонах и соседних поясах существенно различаются: так, в экваториальном поясе облака движутся к востоку на 100 м/с быстрее, чем в соседних зонах. Разница скоростей вызывает сильную турбулентность на границах зон и поясов, что делает их форму весьма замысловатой. Одним из проявлений этого служат овальные вращающиеся пятна, крупнейшее из которых – Большое Красное Пятно – было открыто более 300 лет назад Кассини. Это пятно больше диска Земли, оно имеет спиральную циклоническую структуру и совершает один оборот вокруг оси за 6 сут. Остальные пятна меньшего размера и почему-то все белые.

У Юпитера нет твердой поверхности. Верхний слой планеты протяженностью 25% радиуса состоит из жидкого водорода и гелия. Ниже, где давление превышает 3 млн. бар, а температура 10 000 C, водород переходит в металлическое состояние. Возможно, вблизи центра планеты есть жидкое ядро из более тяжелых элементов с общей массой порядка 10 масс Земли. В центре давление около 100 млн. бар и температура 20–30 тыс. C.

Жидкие металлические недра и быстрое вращение планеты стали причиной ее мощного магнитного поля, которое в 15 раз сильнее земного. Огромная магнитосфера.

Юпитера с мощными радиационными поясами простирается за орбиты его четырех крупных спутников.

Температура в центре Юпитера всегда была ниже, чем необходимо для протекания термоядерных реакций. Но внутренние запасы тепла у Юпитера, оставшиеся с эпохи формирования, велики. Даже сейчас, спустя 4,6 млрд. лет, он выделяет примерно столько же тепла, сколько получает от Солнца; в первый миллион лет эволюции мощность излучения Юпитера была в 104 раз выше. Поскольку это была эпоха формирования крупных спутников планеты, не удивительно, что их состав зависит от расстояния до Юпитера: два ближайших к нему – Ио и Европа – имеют довольно высокую плотность (3,5 и 3,0 г/см3), а более далекие – Ганимед и Каллисто – содержат много водяного льда и поэтому менее плотны.

У Юпитера не менее 16 спутников и слабое кольцо: оно удалено на 53 тыс. км от верхнего слоя облаков, имеет ширину 6000 км и состоит, по-видимому, из мелких и очень темных твердых частиц. Четыре крупнейших спутника Юпитера называют галилеевыми, поскольку их открыл Галилей в 1610; независимо от него в том же году их обнаружил немецкий астроном Марий, давший им нынешние имена – Ио, Европа, Ганимед и Каллисто. Наименьший из спутников – Европа – чуть меньше Луны, а Ганимед больше Меркурия.

На поверхности Ио «Вояджеры» обнаружили несколько действующих вулканов, выбрасывающих вещество на сотни километров вверх. Поверхность Ио покрыта рыжеватыми отложениями серы и светлыми пятнами двуокиси серы – продуктами вулканических извержений. В виде газа двуокись серы образует крайне разреженную атмосферу Ио. Энергия вулканической деятельности черпается из приливного влияния планеты на спутник. Орбита Ио проходит в радиационных поясах Юпитера, и давно уже установлено, что спутник сильно взаимодействует с магнитосферой, вызывая в ней радиовсплески. В 1973 вдоль орбиты Ио обнаружен тор из светящихся атомов натрия; позже там были найдены ионы серы, калия и кислорода. Экати вещества выбиваются энергичными протонами радиационных поясов либо прямо из поверхности Ио, либо из газовых «плюмажей» вулканов.

Хотя приливное влияние Юпитера на Европу слабее, чем на Ио, его недра тоже могут быть частично расплавлены. Спектральные исследования показывают, что на поверхности Европы лежит водяной лед, а его красноватый оттенок, вероятно, связан с загрязнением серой от Ио. Почти полное отсутствие ударных кратеров указывает на геологическую молодость поверхности. Складки и разломы ледяной поверхности Европы напоминают ледяные поля земных полярных морей; вероятно, на Европе под слоем льда находится жидкая вода.

Ганимед – крупнейший спутник в Солнечной системе. Его плотность невелика; вероятно, он состоит наполовину из каменных пород и наполовину из льда. Его поверхность выглядит странно и хранит следы расширения коры, возможно, сопровождавшего процесс дифференциации недр. Участки древней кратерированной поверхности разделены более молодыми желобами, длиной в сотни километров и шириной 1–2 км, лежащими на расстоянии 10–20 км друг от друга. Вероятно, это более молодой лед, образовавшийся при излиянии воды сквозь трещины сразу после дифференциации около 4 млрд. лет назад.

Каллисто похож на Ганимед, но на его поверхности нет следов разломов; вся она очень старая и сильно кратерированная. Поверхность обоих спутников покрыта льдом вперемежку с горными породами типа реголита. Но если на Ганимеде лед составляет около 50%, то на Каллисто – менее 20%. Состав горных пород Ганимеда и Каллисто, вероятно, похож на состав углеродистых метеоритов.

Из дюжины малых спутников Юпитера четыре расположены ближе галилеевых к планете; крупнейший из них Амальтея – кратерированный объект неправильной формы. Его темная поверхность – очень красная – возможно, покрыта серой с Ио. Внешние малые спутники Юпитера делятся на две группы в соответствии с их орбитами: 4 более близких к планете обращаются в прямом (относительно вращения планеты) направлении, а 4 более далеких – в обратном. Все они маленькие и темные; вероятно, они захвачены Юпитером из числа астероидов группы Троянцев.

**9. Cатурн**

Вторая по размеру планета-гигант. Это водородно-гелиевая планета, однако относительное содержание гелия у Сатурна меньше, чем у Юпитера; ниже и его средняя плотность. Быстрое вращение Сатурна приводит к его большой сплюснутости (11%).

Верхние области его атмосферы заполнены рассеивающим свет аммиачным туманом. Сатурн дальше от Солнца, поэтому температура его верхней атмосферы на 35 C ниже, чем у Юпитера, и аммиак находится в сконденсированном состоянии. С глубиной температура атмосферы возрастает на 1,2 C/км, поэтому облачная структура напоминает юпитерианскую: под слоем облаков из гидросульфата аммония находится слой водяных облаков.

По внутреннему строению Сатурн также напоминает Юпитер, хотя из-за меньшей массы имеет меньшее давление и температуру в центре Магнитное поле Сатурна сравнимо с земным.

Как и Юпитер, Сатурн выделяет внутреннее тепло, причем вдвое больше, чем получает от Солнца. Правда, это отношение больше, чем у Юпитера, потому, что расположенный вдвое дальше Сатурн получает от Солнца вчетверо меньше тепла.

Кольца Сатурна. Сатурн опоясан уникально мощной системой колец до расстояния 2,3 радиуса планеты. Они легко различимы при наблюдении в телескоп, а при изучении с близкого расстояния демонстрируют исключительное разнообразие: от массивного кольца B до узкого кольца F, от спиральных волн плотности до совершенно неожиданных радиально вытянутых «спиц», открытых «Вояджерами».

Частицы, заполняющие кольца Сатурна, значительно лучше отражают свет, чем вещество темных колец Урана и Нептуна; их исследование в разных спектральных диапазонах показывает, что это «грязные снежки» с размерами порядка метра. Три классических кольца Сатурна по порядку от внешнего к внутреннему обозначают буквами A, B и C. Кольцо B довольно плотное: радиосигналы от «Вояджера» проходили через него с трудом. Промежуток в 4000 км между кольцами A и B, называемый делением (или щелью) Кассини, в действительности не пуст, а по плотности сравним с бледным кольцом C, которое раньше называли креповым кольцом. Вблизи внешнего края кольца A есть менее заметная щель Энке.

В 1859 Максвелл заключил, что кольца Сатурна должны состоять из отдельных частиц, обращающихся по орбитам вокруг планеты. В конце 19 в. это было подтверждено спектральными наблюдениями, показавшими, что внутренние части колец обращаются быстрее внешних. Поскольку кольца лежат в плоскости экватора планеты, а значит, наклонены к орбитальной плоскости на 27°, Земля дважды за 29,5 лет попадает в плоскость колец, и мы наблюдаем их с ребра. В этот момент кольца «пропадают», что доказывает их очень малую толщину – не более нескольких километров.

Детальные изображения колец, полученные «Пионером-11» (1979) и «Вояджерами» (1980 и 1981), показали значительно более сложную их структуру, чем ожидалось. Кольца разделены на сотни отдельных колечек с типичной шириной в несколько сотен километров. Даже в щели Кассини оказалось не менее пяти колечек. Детальный анализ показал, что кольца неоднородны как по размеру, так, возможно, и по составу частиц. Сложная структура колец, вероятно, обязана гравитационному влиянию маленьких близких к ним спутников, о которых прежде и не подозревали.

Вероятно, самым необычным является тончайшее кольцо F, открытое в 1979 «Пионером» на расстоянии 4000 км от внешнего края кольца A. «Вояджер-1» обнаружил, что кольцо F перекручено и заплетено, как коса, но пролетавший 9 мес. спустя «Вояджер-2» нашел строение кольца F значительно более простым: «пряди» вещества уже не переплетались между собой. Такая структура и ее быстрая эволюция частично объясняются влиянием двух маленьких спутников (Прометей и Пандора), движущихся у внешнего и внутреннего краев этого кольца; их называют «сторожевыми псами». Не исключено, однако, присутствие еще более мелких тел или временных скоплений вещества внутри самого кольца F.

Спутники. У Сатурна не менее 18 спутников. Большинство их них, вероятно, ледяные. У некоторых очень интересные орбиты. Например, у Януса и Эпиметея почти одинаковые радиусы орбит. По орбите Дионы на 60° впереди нее (это положение называют лидирующей точкой Лагранжа) движется меньший спутник Елена. Тефию сопровождают два маленьких спутника – Телесто и Калипсо – в лидирующей и отстающей точках Лагранжа ее орбиты.

С хорошей точностью измерены радиусы и массы семи спутников Сатурна (Мимас, Энцелад, Тефия, Диона, Рея, Титан и Япет). Все они в основном ледяные. Те, что поменьше, имеют плотности 1–1,4 г/см3, что близко к плотности водяного льда с большей или меньшей примесью горных пород. Содержат ли они метановый и аммиачный лед, пока не ясно. Более высокая плотность Титана (1,9 г/см3) есть результат его большой массы, вызывающей сжатие недр. По диаметру и плотности Титан очень похож на Ганимеда; вероятно, и внутренняя структура у них схожая. Титан второй по размеру спутник в Солнечной системе, а уникален он тем, что имеет постоянную мощную атмосферу, состоящую в основном из азота и небольшого количества метана. Давление у его поверхности 1,6 бар, температура 90 К. При таких условиях на поверхности Титана может быть жидкий метан. Верхние слои атмосферы до высот 240 км заполнены оранжевыми облаками, вероятно, состоящими из частиц органических полимеров, синтезирующихся под влиянием ультрафиолетовых лучей Солнца.

Остальные спутники Сатурна слишком малы, чтобы иметь атмосферу. Их поверхности покрыты льдом и сильно кратерированы. Лишь на поверхности Энцелада значительно меньше кратеров. Вероятно, приливное влияние Сатурна поддерживает его недра в расплавленном состоянии, а удары метеоритов приводят к излиянию воды и заполнению кратеров. Некоторые астрономы считают, что частицы с поверхности Энцелада образовали широкое кольцо E, протянувшееся вдоль его орбиты.

Очень интересен спутник Япет, у которого заднее (относительно направления орбитального движения) полушарие покрыто льдом и отражает 50% падающего света, а переднее полушарие такое темное, что отражает только 5% света; оно покрыто чем-то вроде вещества углистых метеоритов. Возможно, на переднее полушарие Япета попадает вещество, выброшенное под действием метеоритных ударов с поверхности внешнего спутника Сатурна Фебы. В принципе это возможно, поскольку Феба движется по орбите в обратном направлении. К тому же поверхность Фебы довольно темная, но точных данных о ней пока нет.

**10. Уран**

Уран имеет цвет морской волны и выглядит невыразительно, поскольку верхние слои его атмосферы заполнены туманом, сквозь который пролетавшему вблизи него в 1986 зонду «Вояджер-2» с трудом удалось увидеть несколько облаков. Ось планеты наклонена к орбитальной оси на 98,5°, т.е. лежит почти в плоскости орбиты. Поэтому каждый из полюсов некоторое время обращен прямо на Солнце, а затем на полгода (42 земных года) уходит в тень.

Атмосфера Урана содержит в основном водород, 12–15% гелия и немного других газов. Температура атмосферы около 50 К, хотя в верхних разреженных слоях она поднимается до 750 К днем и 100 К ночью. Магнитное поле Урана по напряженности у поверхности немного слабее земного, а его ось наклонена к оси вращения планеты на 55°. О внутренней структуре планеты известно мало. Вероятно, облачный слой простирается до глубины 11 000 км, затем следует горячий водяной океан глубиной 8000 км, а под ним расплавленное каменное ядро радиусом 7000 км.

Кольца. В 1976 были открыты уникальные кольца Урана, состоящие из отдельных тонких колечек, самая широкая из которых имеет толщину 100 км. Кольца расположены в диапазоне расстояний от 1,5 до 2,0 радиусов планеты от ее центра. В отличие от колец Сатурна кольца Урана состоят из крупных темных камней. Полагают, что в каждом кольце движется маленький спутник или даже два спутника, как в кольце F Сатурна.

Спутники. Открыто 20 спутников Урана. Крупнейшие – Титания и Оберон – диаметром по 1500 км. Есть еще 3 крупных, размером более 500 км, остальные очень маленькие. Спектры поверхности пяти крупных спутников указывают на большое количество водяного льда. Поверхности всех спутников покрыты метеоритными кратерами.

**11. Нептун**

Внешне Нептун похож на Уран; в его спектре также доминируют полосы метана и водорода. Поток тепла от Нептуна заметно превышает мощность падающего на него солнечного тепла, что указывает на существование внутреннего источника энергии. Возможно, значительная часть внутреннего тепла выделяется в результате приливов, вызванных массивным спутником Тритоном, который обращается в обратном направлении на расстоянии 14,5 радиуса планеты. «Вояджер-2», пролетев в 1989 на расстоянии 5000 км от облачного слоя, обнаружил у Нептуна еще 6 спутников и 5 колец. В атмосфере были открыты Большое Темное Пятно и сложная система вихревых потоков. На розоватой поверхности Тритона обнаружились удивительные геологические детали, включая мощные гейзеры. Открытый «Вояджером» спутник Протей оказался больше Нереиды, обнаруженной с Земли еще в 1949.

**12. Плутон**

У Плутона сильно вытянутая и наклоненная орбита; в перигелии он приближается к Солнцу на 29,6 а.е. и удаляется в афелии на 49,3 а.е. В 1989 Плутон прошел перигелий; с 1979 по 1999 он был ближе к Солнцу, чем Нептун. Однако из-за большого наклона орбиты Плутона его путь никогда не пересекается с Нептуном. Средняя температура поверхности Плутона 50 К, она изменяется от афелия к перигелию на 15 К, что весьма заметно при таких низких температурах. В частности, это приводит к появлению разреженной метановой атмосферы в период прохождения планетой перигелия, но ее давление в 100 000 раз меньше давления земной атмосферы. Плутон не может долго удерживать атмосферу – ведь он меньше Луны.

Спутник Плутона Харон обращается за 6,4 сут близко от планеты. Его орбита очень сильно наклонена к эклиптике, так что затмения происходят лишь в редкие эпохи прохождения Земли через плоскость орбиты Харона. Яркость Плутона регулярно меняется с периодом 6,4 сут. Следовательно, Плутон вращается синхронно с Хароном и на поверхности у него есть крупные пятна. По отношению к размеру планеты Харон очень велик. Часто пару Плутон – Харон называют «двойной планетой». Одно время Плутон считали «сбежавшим» спутником Нептуна, но после открытия Харона это выглядит маловероятным.

**13. И так, что же такое Солнечная система**

Солнечная система, система небесных тел (Солнце, планеты, спутники планет, кометы, метеорные тела, космическая пыль), двигающихся в области преобладающего гравитационного влияния Солнца. Наблюдаемые размеры Солнечная система определяются орбитой Плутона. Однако сфера, в пределах которой возможно устойчивое движение небесных тел вокруг Солнца, простирается почти до ближайших звёзд. Информацию о далёкой внешней области Солнечная система получают при наблюдениях приближающихся к Солнцу долгопериодических комет и при изучении космической пыли, заполняющей всю Солнечная система Общая структура Солнечная система была раскрыта Н. Коперником (середина 16 в.), который обосновал представление о движении Земли и др. планет вокруг Солнца. Гелиоцентрическая система Коперника впервые дала возможность определить относительные расстояния планет от Солнца, а следовательно, и от Земли. И. Кеплер открыл (начало 17 в.) законы движения планет, а И. Ньютон сформулировал (конец 17 в.) закон всемирного тяготения. Эти законы легли в основу небесной механики, исследующей движение тел Солнечная система Изучение физических характеристик космических тел, входящих в Солнечная система, стало возможным только после изобретения Г. Галилеем телескопа: в 1609 Галилей впервые направил изготовленный им маленький телескоп на Луну, Венеру, Юпитер и Сатурн и сделал ряд поразительных для его эпохи открытий. Наблюдая солнечные пятна, Галилей обнаружил вращение Солнца вокруг своей оси.

По физическим характеристикам большие планеты разделяются на внутренние (Меркурий, Венера, Земля, Марс) и внешние планеты-гиганты (Юпитер, Сатурн, Уран, Нептун). Физические характеристики Плутона качественно отличны от характеристик планет-гигантов, и потому он не может быть отнесён к их числу. Обширная программа наблюдений, выполненная в 1963 американским астрономом К. Томбо для поиска планет, находящихся за пределами орбиты Плутона, не дала положительных результатов. В табл. приведены оскулирующие элементы больших планет (по Остервинтеру и Когену, США, 1972). Орбиты больших планет мало наклонены друг к другу и к фундаментальной плоскости Солнечная система (т. н. Лапласа неизменяемой плоскости).

На данный момент изучение Солнечной системы продолжается и неизвестно какие сюрпризы оно нам принесет в дальнейшем.