**Солнечная система. Происхождение солнечной системы.**

**Предисловие**.

Современная наука располагает богатым материалом о физико-химической основе жизни, о путях, которые могли несколько миллиардов лет привести к возникновению примитивных организмов.

**Глава 1: Происхождение Солнечной системы (гипотеза О. Ю. Шмидта)**

Вселенная настолько грандиозна, что в ней почетно играть даже скромную роль

Х а р л о у Ш е п л и

**Часть 1: Космогония**

Космогония - наука, изучающая происхождение и развитие небесных тел, например планет и их спутников, Солнца, звёзд, галактик. Астрономы наблюдают космические тела на различной стадии развития, образовавшиеся недавно и в далёком прошлом, быстро "стареющие" или почти "застывшие" в своём развитии. Сопоставляя многочисленные данные наблюдений с физическими процессами, которые могут происходить при различных условиях в космическом пространстве, учёные пытаются объяснить, как возникают небесные тела. Единой, завершённой теории образования звёзд, планет или галактик пока не существует. Проблемы, с которыми столкнулись учёные, подчас трудно разрешимы. Решение вопроса о происхождении Земли и Солнечной системы в целом значительно затрудняется тем, что других подобных систем мы пока не наблюдаем. Нашу солнечную систему не с чем пока ещё сравнивать, хотя системы, подобные ей, должны быть достаточно распространены и их возникновение должно быть не случайным, а закономерным явлением

В настоящее время при проверке той или иной гипотезы о происхождении Солнечной системы в значительной мере основывается на данных о химическом составе и возрасте пород Земли и других тел Солнечной системы. Наиболее точный метод определения возраста пород состоит в подсчёте отношения количества радиоактивного урана к количеству свинца, находящегося в данной породе. Скорость этого процесса известна точно, и её нельзя изменить никакими способами. Самые древние горные породы имеют возраст несколько миллиардов лет. Земля в целом, очевидно, возникла несколько раньше, чем земная кора.

В середине XVIII века немецкий философ И. Кант предложил свою теорию образования Солнечной системы, основанную на законе всемирного тяготения. Она предполагала возникновение Солнечной системы из облака холодных пылинок, находящихся в беспорядочном хаотическом движении. В 1796 году французский учёный П. Лаплас подробно описал гипотезу образования Солнца и планет из уже вращающейся газовой туманности. Лаплас учёл основные характерные черты Солнечной системы, которые должна была объяснить любая гипотеза о её происхождении. В данный период наиболее разработанной является гипотеза О. Ю. Шмидта, разработанная в середине века.

**Часть 2: Туманность**

Давайте перенесемся в далекое прошлое, примерно на 7 миллиардов лет назад. Современная наука, как говорят ученые, с достаточной степенью вероятности позволяет нам представить происходившие тогда события. Одним словом мы "висим" в космосе и наблюдаем за жизнью одной из газово-пылевых, водородно-гелиевых (с примесью тяжелых элементов) туманностей. Той, которая в будущем даст начало нашей Солнечной системе, Солнцу, Земле и нам с вами. Туманность темна и непрозрачна, как дым. Зловещей невидимкой медленно ползет она на фоне чёрной бездны, и о ее рваных, размытых очертаниях можно только догадываться по тому, как постепенно тускнеют и гаснут за ней далекие звезды. Через некоторое время мы обнаруживаем, что туманность медленно поворачивается вокруг своего центра, еле заметно вращается. Мы замечаем так же, что она постепенно съеживается, сжимается, очевидно уплотняясь при этом. Действует тяготение, собирая к центру частицы туманности. Вращение туманности при этом ускоряется. Если вы хотите понять механику этого явления, вспомните простой земной пример - вращающегося на льду спортсмена-фигуриста. Не делая никакого добавочного толчка, он ускоряет свое вращение лишь тем, что руки, до этого распахнутые в стороны, прижимает к телу. Работает "Закон сохранения количества движения". Идет время. Туманность вращается все быстрее. А от этого возникает и увеличивается центробежная сила, способная бороться с тяготением. Центробежная сила нам хорошо знакома. Она, например, "работает" в любом автобусе, когда на крутом завороте валит стоящих пассажиров. Борьба двух сил, тяготения и центробежной, начинается в туманности при ускорении её вращения. Тяготение сжимает туманность, а центробежная сила стремится раздуть её, разорвать. Но тяготение тянет частицы к центру со всех сторон одинаково. А центробежная сила отсутствует на "полюсах" туманности и сильнее всего проявляется на её "экваторе". Поэтому именно на "экваторе" она оказывается сильнее тяготения и раздувает туманность в стороны. Туманность, продолжая вращаться все быстрее, сплющивается, из шара превращается в плоскую "лепешку", похожую на спортивный диск. Наступает момент, когда на наружных краях "диска" центробежная сила уравновешивает, а потом и пересиливает тяготение. Клочья туманности здесь начинают отделяться. Центральная часть её продолжает сжиматься, все ускоряя свое вращение, и от внешнего края продолжают отходить все новые и новые клочья, отдельные газопылевые облака.

**Часть 3: Рождение Солнца**

И вот туманность приобрела совсем другой вид. В середине величаво вращается огромное темное, чуть сплющенное облако, а вокруг него на разных расстояниях плывут по круговым орбитам, расположенным примерно в одной плоскости, оторвавшиеся от него небольшие "облака-спутники". Последим за центральным облаком. Оно продолжает уплотняться. Но теперь с силой тяготения начинает бороться новая сила - сила газового давления. Ведь в середине облака накапливается все больше частиц вещества. Там возникает "страшная теснота" и "невероятная толчея" частиц. Они мечутся, все сильнее ударяя друг друга. На языке физиков - в центре повышаются температура и давление. Сначала там становится тепло, потом жарко. Снаружи мы этого не замечаем: облако огромно и непрозрачно. Тепло наружу не выходит. Но вот что-то внутри произошло! Облако перестало сжиматься. Могучая сила возросшего от нагрева газового давления остановила работу тяготения. Резко пахнуло нестерпимым жаром, как из жерла внезапно открывшейся печи! В глубине черной тучи стали слабо просвечивать рвущиеся наружу клубы тусклого красного пламени. Они всё ближе и ярче. Шар величаво кипит, перемешивая вырвавшийся огонь ядра с черным туманом своих окраин. Испепеляющий жар заставляет нас отпрянуть еще дальне назад. Однако, вырвавшись наружу, горячий газ ослабил противодействие тяготению. Облако снова стало сжиматься. Температура в его центре опять начала расти. Она дошла уже до сотен тысяч градусов! В этих условиях вещество не может быть даже газообразным. Атомы разваливаются на свои части. Вещество переходит в состояние плазмы. Но и плазма - бешенная толчея атомных ядер и электронов - не может выносить нагрев до бесконечности. Когда её температура поднимется выше десяти миллионов градусов, она как бы "воспламеняется". Удары частиц друг о друга становятся так сильны, что ядра атомов водорода уже не отскакивают друг от друга, как мячики, а врезаются, вдавливаются друг в друга и сливаются друг с другом. Начинается "ядерная реакция". Из каждых четырех ядер атомов водорода образуется одно ядро гелия. При этом выделяется огромная энергия. Такое вот "ядерное горение" водорода началось и в наше раскаленном шаре. Этот "пожар" теперь уже не остановить. "Плазма" разбушевалась. Газовое давление в центре заработало с удесятеренной силой. Плазма рвется наружу, как пар из котла. С чудовищной силой она давит изнутри на внешние слои шара и приостанавливает их падение к центру.

Установилось равновесие. Плазме не удается разорвать шар, разбросать его обрывки в стороны. А тяготению не удается сломить давление плазмы и продолжить сжимание шара. Ослепительно светящийся бело-желтым светом шар перешел в устойчивую стадию. Он стал звездой. Стал нашим Солнцем! Теперь оно будет миллиардами лет, не меняя размера, не охлаждаясь и не перегреваясь, светить одинаково ярким бело-желтым светом. Пока внутри не выгорит весь водород. А когда он весь превратится в гелий, исчезнет "подпорка" внутри Солнца, оно сожмется. От этого температура в его недрах снова повысится. Теперь уже до сотен миллионов градусов. Но тогда "воспламенится" гелий, превращаясь в более тяжелые элементы. И сжатие снова прекратится.

Есть в запасе у звезд еще несколько ядерных реакций, требующих для своего начала все более высоких давлений и температур. В них "варятся" ядра все более сложных и тяжелых элементов. В конце концов, все возможные реакции будут исчерпаны. Звезда сожмется, станет крохотным "белым карликом". Потом постепенно остынет, потускнеет. Наконец, погаснет совсем. Молчаливой невидимкой будет плыть в космосе "чёрный карлик" - холодная "головешка", оставшаяся от некогда бушевавшего мощного костра. Как видим из исходного материала - водорода - в недрах звезд, в ядерных реакциях синтеза "варятся" ядра атомов всех элементов. И пожалуй, можно сказать, что именно там, в недрах звезд, закладывается начало жизни. Ведь именно там возникают ядра "атома жизни" углерода. А за ними ядра атомов всех других необходимых для жизни элементов таблицы Менделеева. Не обязательно это ценное "варево" оказывается потом похороненным в остывших "чёрных карликах". Во многих звездах, образовавшихся из более крупных сгустков туманностей, ядерное горение проходит слишком бурно. Газовое давление оказывается намного сильнее тяготения. Оно раздувает звезду, рвет её в клочья, разбрасывая во все стороны. Эти грандиозные взрывы в звездном мире иногда наблюдаются с Земли и называются вспышками "сверхновых звезд". В результате взрыва звезда рассеивается в межзвездном пространстве, обогащая его тяжелыми элементами. Это основной источник той таинственной, жизненно важной примеси, о которой мы говорили раньше. Теперь о выделении этой примеси.

**Часть 4: Образование планет**

Вернемся к спутникам нашего Солнца, к тем обрывкам туманности, которые оторвались от центрального сгустка под действием центробежной силы и начали кружиться вокруг него. Именно здесь создаются условия, способствующие разделению легких и тяжелых частиц туманности. Происходит нечто похожее на наш древний способ добычи золота промывкой из золотоносного песка или на провеивание зерна в молотилках. Струя воды или воздуха уносит легкие частицы, оставляя тяжелые. Облака-спутники находятся на очень разных расстояниях от Солнца. Далекие оно почти не греет. Зато в близких - его жар испаряет все способное испариться. А его ослепительный ярчайший свет, работая как своеобразный "ветер", выдувает из них все испарившееся, вообще все легкое, оставляя лишь то, что потяжелее, что "не сдвинешь с места". Поэтому здесь почти не остается легких газов - водорода и гелия, основной составляющей газопылевой туманности. Мало остается и других "летучих" веществ. Все это уносится горячим "ветром" вдаль. В результате через некоторое время химический состав облаков-спутников становится совершенно разным. В далеких - он почти не изменился. А в тех, что кружатся вблизи источающего жар и свет Солнца, остался лишь "прокаленный" и "обдутый" материал - выделенная "драгоценная жизненно важная примесь" тяжелых элементов. Материал для создания обитаемой планеты готов. Начинается процесс превращения "материала" в "изделие", частиц туманности - в планеты.

**а) Этап первый - слипание частиц.**

В далеких облаках-спутниках многочисленные молекулы легких газов и редкие легкие пылинки понемногу собираются в огромные рыхлые шары малой плотности. В дальнейшем это планеты группы Юпитера. В облаках-спутниках, близких к Солнцу, тяжелые пылинки слипаются в плотные каменистые комки. Они объединяются в огромные массивные скалистые глыбы, чудовищными серыми угловатыми громадами плывущие по орбитам вокруг своей звезды. Двигаясь по разным, иногда пересекающимся орбитам, эти "астероиды", размером в десятки километров каждый, сталкиваются. Если на небольшой относительной скорости, то как бы "вдавливаются" один в другой, "нагромождаются", "налипают" один на другой. Объединяются в более крупные. Если на большой скорости, то мнут, крошат друг друга, порождая новую "мелочь", бесчисленные обломки, осколки, которые вновь проходят долгий путь объединения. Сотни миллионов лет идет этот процесс слияния мелких частиц в крупные небесные тела. По мере увеличения своих размеров они становятся все более шарообразными. Растет масса - возрастает сила тяжести на их поверхности. Верхние слои давят на внутренние. Выступающие части оказываются грузом более тяжелым и постепенно погружаются в толщу нижележащих масс, раздвигая их под собой. Те, отходя в стороны, заполняют собой впадины. Грубый "ком" постепенно сглаживается. В результате вблизи Солнца образуются несколько сравнительно небольших по размеру, но очень плотных, состоящих из очень тяжелого материала, планет земной группы. Среди них - Земля. Все они резко отличаются от планет группы Юпитера богатством химического состава, обилием тяжелых элементов, большим удельным весом. Теперь посмотрим на Землю. На звездном фоне, освещенный с одной стороны яркими солнечными лучами, плывет перед нами огромный каменный шарище. Он ещё не гладкий не ровный. Ещё торчат кое-где выступы слепивших его глыб. Еще "читаются" не полностью заплывшие "швы" между ними. Пока это еще "грубая работа". Но вот что интересно. Уже есть атмосфера. Чуть мутноватая, очевидно, от пыли, но без облаков. Это выдавленные из недр планеты водород и гелий, которые в свое время прилипли к каменистым частицам и каким-то чудом уцелели, не были "сдуты" солнечными лучами. Первичная атмосфера Земли. Долго она не продержится. "Не мытьем, так катаньем" Солнце уничтожит её. Легкие подвижные молекулы водорода и гелия под действием нагрева солнечными лучами будут постепенно улетучиваться в космос. Этот процесс называется "диссипацией"

**б) Этап второй - разогревание.**

Внутри планеты, в смеси с другими оказываются зажатыми, "запертыми" радиоактивные вещества. Они отличаются тем, что непрерывно выделяют тепло, чуть заметно нагреваются. Но в толще планеты этому теплу некуда выйти, нет вентиляции, нет омывающей влаги. Над ними - мощная "шуба" из вышележащих слоев. Тепло накапливается. От этого радиоактивного разогрева начинается размягчение всей толщи планеты. В размягченном виде вещества, в свое время хаотично, бессистемно слепившие её, начинают теперь распределятся по весу. Тяжелые постепенно опускаются, тонут к центру. Легкие выдавливаются ими, поднимаются выше, всплывают все ближе к поверхности. Постепенно планета приобретает строение, подобное теперешней нашей Земле, в центре, сжатой чудовищным весом навалившихся сверху слоев, тяжелое ядро. Оно окружено "мантией" - толстым слоем вещества полегче весом. И наконец, снаружи совсем тонкая, толщиной всего в несколько десятков километров, "кора", состоящая из наиболее легких горных пород. Радиоактивные вещества в основном содержатся в легких породах. Поэтому теперь они скопились в "коре", греют её. Основное тепло с поверхности планеты уходит в космос, от планеты "чуть повеяло теплом". А на глубине десятков километров тепло сохраняется, разогревая горные породы.

**в) Этап третий - вулканическая деятельность.**

В некоторых местах недра планеты накаляются докрасна. Потом даже больше. Камни плавятся, превращаются в раскаленную, светящуюся оранжево-белым светом огненную кашу - "магму". В толще коры ей тесно. В ней полно сжатых газов, которые готовы были бы взорвать, разбросать всю эту магму во все стороны огненными брызгами. Но сил для этого не хватает. Слишком крепка и тяжела окружающая и придавившая сверху кора планеты. И огненная магма, пытаясь хоть как-нибудь вырваться наверх, на свободу, нащупывает между сжимающими её глыбами слабые места, протискивается в щели, подплавляя их стенки своим жаром. И понемногу с годами, столетиями набирая силу, поднимается из глубин к поверхности планеты. И вот победа! "Канал" пробит! Сотрясая скалы, с грохотом вырывается из недр столб огня. Клубы дыма и пара вздымаются к небу. Летят вверх камни и пепел. Огненная магма, которая называется теперь "лава", выливается на поверхности планеты, растекается в стороны. Происходит извержение вулкана. Таких "пробитых изнутри дырок" на планете много. Они помогают молодой планете "бороться с перегревом". Через них она освобождается от накопившейся огненной магмы, "выдыхает" распирающие её горячие газы - в основном углекислый газ и водяной пар, а с ними - разные примеси, такие, как метан, аммиак. Постепенно в атмосфере почти исчезли водород и гелий, и она стала состоять в основном из вулканических газов. Кислорода в ней пока нет и в помине. Для жизни эта атмосфера совершенно непригодна. Очень важно, что вулканы выбрасывают на поверхность большое количество водяного пара. Он собирается в облака. Из них на поверхность планеты льются дожди. Вода стекает в низины, накапливается. И понемногу на планете образуются озера, моря, океаны, в которых может развиться жизнь.

Здесь надо оговориться. Из нескольких гипотез происхождения жизни наиболее распространенную, кажущуюся нам наиболее обоснованной, гипотезу самопроизвольного зарождения жизни предложил академик А. И. Опаркин.

**Часть 5: Почему именно Земля?**

А пока - о Земле, идеально подготовленной к тому, чтобы стать нашей колыбелью. Нам повезло. На земле совпало несколько благоприятных для жизни обстоятельств. Далеко не каждая звезда становится Солнцем, окруженным планетами. Стоило туманности медленнее вращаться, не возникла бы центробежная сила, не оторвались бы клочки от центрального сгустка, не возникли бы планеты. И плыла бы такая одинокая "бездетная" звезда в чёрной бездне, бесплодно расточая своё тепло и свет... Далеко не всякая звезда, породившая планеты, способна создать на них условия, пригодные для зарождения жизни. Для зарождения и развития жизни нужно очень много времени, миллиарды лет. Всё это время звезда должно гореть ровно, спокойно, одинаково. Тогда условия на планете будут постоянными - и жизнь сможет к ним приспособиться. А ведь звезды далеко не такие не все такие спокойные, как наше Солнце. Молодые звезды иногда вспыхивают. Волна испепеляющего жара обрушивается на окружающие планеты, сжигая, испаряя все, что способно гореть и кипеть. Жизнь на планете после такого огненного урагана, безусловно, погибнет, и на пустом голом шаре надо будет начинать все сначала. Для развития жизни нужна спокойная звезда. Наше Солнце - спокойная звезда. Но поставьте нашу Землю ближе к Солнцу, например, на место Меркурия или Венеры. От нестерпимой жары на Земле даже не смогут образоваться океаны. Вода сразу выкипит. Какая уж тут жизнь. Отодвиньте Землю дальше от Солнца, куда-нибудь в район Юпитера. Тоже жизнь не возникнет. Вода - основа жизни будет там всегда замерзшей. Нам повезло ещё в том, что орбита Земли круговая, а ведь могла быть эллиптическая. Вот представьте себе, что Земля то приближается к Солнцу так близко, что вода с её поверхности вся испаряется, то удаляется так далеко, что вода, выпав из атмосферы обратно на Землю, промерзает насквозь. Через "комфортное" место, где температуры "в самый раз", она проносится дважды в год с такой стремительностью, что "ничего не успеть сделать". Для зарождения и развития жизни просто нет времени. Подобный жар-холод может быть не только от эллиптичности орбиты. Бывают "двойные звезды". Тогда при любой орбите планета не может всегда быть на равном расстоянии от источника тепла. То одно солнце близко, то другое, то оба далеко. Нам повезло и в смысле размера нашей планеты. Будь она меньше, например, размером с Луну, не удержать ей на себе атмосферу. А значит, и воду, склонную испарятся, переходя в атмосферу. Сколько бы вулканы не подбрасывали все новые и новые порции газов и воды, всё это быстро улетучится в космос. На Луне поэтому и нет ни атмосферы, ни воды, ни жизни. Неудобна для жизни и Земля, размером, скажем с Юпитер. Неудобна из-за слишком сильного притяжения. Такая большая "Земля" будет держать на себе слой очень густой атмосферы, содержащей к тому же водород и гелий, неблагоприятные для возникновения жизни. Толстый слой очень плотных облаков создаст на такой планете вечный мрак. А без живительных солнечных лучей какая может быть жизнь? Одним словом, когда мы глядим на небо, усыпанное звездами, не надо забывать, что, во-первых, вероятно, далеко не все звезды имеют планеты, а во-вторых, далеко не все планеты пригодны для жизни. Но... звезд в нашей галактике примерно 100 миллиардов, и уж наверное, в ней достаточно планет, похожих на Землю.

**Глава 2: Зарождение жизни (гипотеза А. И. Опаркина)**

Задолго до того, как мы установим контакт с другими разумными существами, обитающими где-либо в галактике, мы должны понять не только то место, которое мы занимаем, но и пройденный нами долгий путь.

Джон Бернал

Часть 1:Начало

Итак, перед нами планета Земля. Она имеет океан. Представим его себе. Реки, впадающие в него, сначала текут по склонам гор, по пути кроша горные породы, и все, что могут, выносят с собой в океан. Атмосфера над океаном насыщена вулканическими газами, пылью, пеплом. Волны, разлетаясь брызгами, захватывают всё это в свои глубины. В результате вода в первозданном океане горько-соленая, мутная. Она - настоящий "бульон", столько здесь всего перемешано и растворено. Здесь можно встретить почти все элементы таблицы Менделеева. Особенно много тех, которые необходимы для создания живых существ. Теплая вода обеспечивает молекулам и атомам хорошую подвижность, перемешивание, контакты между собой в самых разных сочетаниях. Но для химических реакций этого мало. Для них часто бывает нужна "внешняя" сила. Толчок извне может помочь атомам и молекулам соединиться, может разбить молекулы на части. Химики для ускорения реакций часто применяют нагрев. Подобным же образом действует и природа. Для этого работают не только частички света - фотоны, но и "космические лучи" - осколки атомов, выброшенные далекими звёздами, которые круглые сутки проносятся сквозь атмосферу и вонзаются в толщу океана. Их удары особенно сильны и больше годятся для разбивания молекул.

**Часть 2: Сверкнула молния**

Небо заволокли черные тучи. В них и в воде накапливаются электрические разряды. Они рванулись навстречу друг другу. Ослепительная вспышка молнии озарила волны и прибрежные скалы. А в толще воды при этом резко метнулись молекулы, сшиблись друг с другом. Некоторые от ударов развалились. Зато другие, наоборот, соединились. Стихла гроза. Наступила ночь. Далеко от берега на дне океана пробудился дремавший вулкан. Горячие газы, вырвавшись из его жерла, растворились в воде, насытив её новыми порциями углекислоты, метана, аммиака, сернистого газа. Из недр планеты пошла в чёрную пучину огненная лава. Вспыхнула красным заревом, закипела вода. Тучи ослепительно сверкающих пузырей устремились вверх. Забурлили, засветились изнутри в мраке ночи черные волны. Густые облака пара накрыли их. "Бульон" над вулканом стал горячее и гуще. Целыми кучами поплыли новые, причудливые "комки" атомов - только что возникшие крупные молекулы...

**Часть 3: Естественный отбор**

Океанские волны без конца перемешивают, переставляют атомы, по-разному комбинируют их. Молекулы создаются и распадаются. Снова и снова в каждой капле океана повторяются миллиарды раз уже испробованные и не оправдавшие себя сочетания. Неужели в таких условиях возможна хоть какая-то эволюция? Возможна. Сами собой, без всякого плана или системы, создаются разные, какие получатся, варианты молекул. А потом испытываются. Наверху, в небе, разыгралась гроза. И мы видим, как при вспышке молний, шарахнувшись, разваливаются, рассыпаются все слабо связанные молекулы. А те, что выдержали эту проверку на прочность, остаются. Уже на этом этапе химической эволюции вещества работает своеобразный "естественный отбор". Эволюция идёт в направлении создания всё более сложных и при этом прочных молекул, обладающих все новыми и новыми свойствами. А это приближает возможность нащупать в дальнейшем такие формы и свойства молекул, которые сделают вещество существом. В химической эволюции вещества главную роль играют атомы углерода. Это особый, незаменимый элемент. Его атомы обладают поистине неисчерпаемыми "потенциальными возможностями". Они четырехвалентны (т.е. очень высокая способность присоединять атомы и молекулы других химических элементов), что в атомном мире редкость. Цепляясь друг за друга, они могут образовывать молекулы в виде колец или цепочек, при этом прихватывая другие атомы или молекулы. И тогда кольца и цепочки обрастают "гроздьями", создаются грандиозные, сложнейшие молекулы в виде ветвящихся деревьев, насчитывающие в своем составе многие тысячи атомов самых различных элементов. Сегодня таких молекул в природе бесчисленное множество вариантов. Но пока они еще не создались. В первозданном океане идут эксперименты. Фронт работы широчайший - весь океан. Атомов - сколько угодно. Времени - сотни миллионов лет. И вот нет-нет, где-то получается что-то интересное. Возникает совершенно случайно какая-нибудь новая комбинация атомов, обладающих прогрессивными свойствами. И значит, крохотный шаг к появлению жизни сделан. Делая, может быть, всего по одному такому шагу за тысячи лет, природа за миллиард лет все же дошла до возникновения жизни. Попробуем мысленно представить себе главные из этих шагов. Пропустим несколько миллионов лет и снова вернемся в первозданный океан. Кроме исходных крохотных и примитивных молекул, вроде метана, аммиака и углекислого газа, с которых всё началось, перед нами теперь плавает в воде множество совершенно новых, незнакомых комбинаций атомов. Появились, например, полимеры - длинные цепочки из молекул. Иногда одинаковых, иногда разных. Появились катализаторы. Это молекулы-помощники, молекулы-посредники, облегчающие перестройку других молекул. Через много миллионов лет мы видим, что простенькие полимеры стали полипептидами. Плывут длинные, сложные, ветвистые нити, состоящие из аминокислот. Их тысячи вариантов. Но самое поразительное - появился процесс копирования молекул - репликация. Это форменная эволюция. Раньше случайно возникшая комбинация атомов, существуя в одном экземпляре, не влияла на ход химической эволюции в целом. К тому же она могла в любой момент быть разбита шальной космической частицей и "изобретение" безвозвратно терялось. Теперь, при тиражировании молекул, "опыт" распространяется, а гибель некоторых экземпляров не представляет опасности.

**Часть 4: Мутация**

Репликация не тормозит прогресс, как это может показаться, заполняя океан однотипными молекулами. Дело в том, что при копировании иногда происходит сбой. Исходную молекулу или её матрицу может что-либо повредить. Например, блеснувшая вблизи молния. Получится "мутация", и травма начинает печататься во всех следующих копиях, дав начало новой серии молекул. "Мутанты" вовсе не всегда являются браком. Случается, что среди них находят ценные находки, обладающие преимуществами перед оригиналами. Поэтому, говоря шутливо, внешние силы не калечат молекулы, а вносят в них небольшие изменения, как бы с целью посмотреть: что получится? Результаты этих стихийных экспериментов природы оценивает практика. Естественный отбор беспощадно перечеркивает все миллионы "глупых" вариантов, оставляя лишь единица "умных". В итоге мутации способствуют увеличению разнообразия молекул и этим помогают идти химической эволюции вещества.

Проходят ещё миллионы лет. Природа "нащупала" наилучшие последовательности аминокислот в цепочках полипептидов - появились белковые молекулы - будущие кирпичи живых организмов. Усложнилась и стала совершеннее репликация. Матрица теперь уже не механическая форма, а условная, химическая "запись" порядка аминокислот в белковой молекуле. Запись в виде портативной цепочки особых молекул - нуклеотидов. Эволюция вещества поднимается на новый уровень. Длинные, причудливо изогнутые нити разных белковых молекул цепляются друг за друга и понемногу собираются. Сначала в небольшие комочки, потом в более крупные комки, похожие на клубки или капли. У молекул, тесно соприкоснувшихся в комке, разные свойства. Иногда это приводит к возможности своеобразного их сотрудничества. Например, катализаторы, оказавшиеся в гуще молекул, могут способствовать реакциям, полезным для комка в целом. Иначе говоря, комки белковых молекул оказываются в ряде случаев "системами", способными к какой-то внутренней деятельности. Но система системе рознь. И конечно, начинается долгий путь поисков наиболее удачных сочетаний молекул в них. Удачнее, например, те, в которых снаружи расположились особо прочные молекулы. Они служат механической защитой остальным. Удачнее те, в которых включены молекулы, способные реагировать на опасные примеси в воде. Они служат химической защитой. Но наиболее интересны те варианты ,в которых оказался хороший набор катализаторов. Теперь, правда, их нужно называть ферментами. В этих комках начинается более или менее активный "обмен веществ" с окружающей средой. Идет захват материала, расщепление молекул, иногда даже с выделением энергии, выбрасывание отходов, восстановление поврежденных молекул. Даже репликация - синтез белковых цепочек. Обмен веществ - свойство очень прогрессивное. Такой комок оказывается очень устойчивым перед разными разрушающими внешними воздействиями, независимым, прочным, долговечным. При большой сложности он становится очень живучим - то, к чему стремится химическая эволюция. Вещество в нем, в сущности, приобрело некоторые свойства живого! Эволюция белковых молекул приводит к их специализации. В одних, например, лучше идут реакции с получением энергии, другие чётко реагируют на изменения температуры, в третьих хорошо налажена репликация. И если мы снова пропустим миллионы лет, то обнаружим в океане ещё более "гигантские" сооружения, в каждом из которых миллионы молекул. Разные типы комков вошли в них в виде отдельных деталей. Сейчас биологи называют эти детали органеллами. А всё сооружение в целом - одноклеточным организмом!

Вспомните предысторию жизни. Атомы - молекулы - полимеры - органеллы - одноклеточные существа. Всё идет в направлении от простого к сложному, к разнообразию структур, форм, свойств. В живых организмах добавилось важнейшее новое - могучее стремление к самосохранению, к долговечности. Нужны улучшенная защищенность, более хорошая вооруженность в борьбе за существование. Объединяясь, клетки этого достигают. Борьба за существование, в частности, способствует увеличению разнообразия форм в животном мире. Иногда куда выгоднее не вступать в бой с врагом, а просто уйти в другую "экологическую нишу", переменить образ жизни так, чтобы, даже оставаясь на том же участке земли, никогда и не в чём не соприкасаться с врагом. Перестать соперничать с ним. Не иметь с ним ничего общего. Противопоставить сопернику не силу, а какое-то совершенно особое качество, которое даёт новые возможности к существованию. Пройдет ещё очень много времени и на Земле появится человек. Появится, и изменит мир в котором живет. Он научится наблюдать за звёздами, за планетами Солнечной системы, строить космические аппараты и запускать их в космос. Многие из этих аппаратов садятся на поверхности планет и возвращаются обратно.

**Глава 3: Человечество и поиск**

Человечество достигло таких успехов в астрономии, технике, связи, кибернетике, которые создали реальные технические предпосылки для установления связи с разумной жизнью других миров.

Академик В.А. А м б а р ц у м я н

**Часть 1: Цивилизация и её влияние на космос**

Плоды нашей деятельности уже заметны из космоса. Это подтверждают космонавты, различающие с орбитальных станций даже шоссейные и железные дороги, мосты, корабли в море. Они видят это невооруженным глазом, а значит, с Луны то же самое можно увидеть в тысячекратный телескоп, какие стоят в наших обсерваториях. Марсиане, если бы они существовали, даже вооруженные техникой, равноценной нашей, без особого труда обнаружили бы наши города, дымы промышленности, космические аппараты, испытания атомных бомб. При более пристальном наблюдении они заметили бы искусственные моря и оросительные каналы. Ну а работу телевизионных станций можно обнаружить и с других планетных систем. Люди в мире звёзд. Цивилизация. Сообщество разумных существ, выросшее за миллиарды лет из комочков слизи, копошащихся в мутных лужах. Разумных существ, проникших в глубины атома и в дали Вселенной, познавших строение звёзд и тайну живой клетки, постигших законы своей эволюции!

**Часть 2: Новый век - новое решение**

В каждую эпоху люди в своих мечтах решали проблему контактов с инопланетянами, исходя из техники своего времени. Вплоть до XVIII века люди полагали, что для полёта к звёздам достаточно будет энергии мышц, своих и домашних животных. И поэтому, даже фантазируя, единственно что они могли предложить - это всего-навсего экипаж, запряженный... в стаю птиц. Что воздух кончится сразу, как "отлетишь от дома", наши далёкие предки не знали. Они не представляли себе и огромные расстояния, отделяющие нас от Луны и планет, не говоря уже о расстояниях до звезд. Потом, измерив эти расстояния и узнав, что небесные тела разделяет почти пустое, безвоздушное пространство, стали мечтать хотя бы о взаимной сигнализации.

В XIX веке, всего каких-нибудь сто лет тому назад все серьезно верили в существование марсиан. И тогда вполне серьезно ученые выдвигали предположения об оптической связи с ними. Математик Карл Гаусс предлагал прорубить в сибирских лесах многометровую просеку в виде треугольника и засеять её пшеницей. Марсиане увидят в свои телескопы на фоне тёмно-зеленых лесов аккуратненький светлый треугольник, и поймут, что слепая природа не могла это сделать. Значит на этой планете живут разумные существа. Многим идея Гаусса понравилась, но, чтобы показать марсианам, что земляне высокообразованны, предлагали на сторонах треугольника сделать квадраты, чтобы получился рисунок теоремы Пифагора. Этот проект обладал заметными недостатками. Ведь Сибирь часто покрыта облаками и снегом, и треугольник может долго оставаться незамеченным марсианами. А главное, даже в хорошую погоду его можно будет видеть только днем. Поэтому более правильным показался проект венского астронома Йозефа Иоганна фон Литрова. Он предлагал в пустыне Сахара, где всегда безоблачно, вырыть каналы в виде правильных геометрических фигур (возможно теорему Пифагора). Стороны многоугольника должны быть по крайней мере тридцать километров. А ночью поверх воды налить керосин и поджечь. Огненные полосы прочертят на ночной стороне планеты яркий чертеж. Уж марсиане не могут его не заметить. Но и этот проект был отвергнут как очень дорогой. Француз Шарль Кро подсказал гораздо более дешёвый способ связи. Он посоветовал своему правительству соорудить огромную батарею зеркал для отражения солнечных лучей в сторону Марса. Зайчик, конечно, был бы ослепительно ярок. Проект Шарля Кро имел очень большое преимущество по сравнению с остальными. Зеркала можно шевелить, и тогда при взгляде с Марса ослепительная яркая точка на Земле подмигивала бы. И главное, мигание можно было передать марсианам сообщение. Наивно! А ведь это всё было совсем недавно, при жизни наших предков. Тем временем создаётся целый ряд научно-фантастических произведений, посвященных перемещениям между планетами. Наиболее известны из них "Из пушки на Луну" Жюль Верна и "Война миров" Герберта Уэллса.

С развитием ракетной техники в послевоенные годы, а главное, запуск первого искусственного спутника Земли в 1957 году дали мощный толчок старым мечтам человечества о межпланетных перелётах. Хлынула целая лавина самых разнообразных научно-фантастических произведений. Полетав к Венере и Марсу, герои книг стали запросто летать к звездам, бороздя уже на огромных межзвездных кораблях бескрайние просторы Галактики, сражаясь с самой различной космической нечистью и злодеями. Но и тут снова, уже в который раз, строгий анализ охладил мечтателей. Современные ракеты, работающие на химическом топливе, изготавливаются из самых прочных и легких материалов, из двигателей "выжато" уже почти всё, но всё это делает пределом наших мечтаний полёт к Марсу или Венере. И всё же полёты в пределах Солнечной системы реальны. Но у нас нет надежды встретить здесь разумные существа. Есть шансы найти их в других планетных системах, около других звезд. Но о полёте к звёздам на современных ракетах говорить бессмысленно: полёт до ближайшей звезды (кроме Солнца) - Альфа Центавра будет длиться 80 тысяч лет при скорости 17 километров в секунду.

**Глава 4: Солнечная система: состав и особенности**

Мы рады той таинственности, которая находится за пределами нашей досягаемости...

Харлоу Шепли

В Солнечную систему входит Солнце, 9 больших планет вместе с их 34 спутниками, более 100 тысяч малых планет (астероидов), порядка 10 в 11 степени комет, а также бесчисленное количество мелких, так называемых метеорных тел (поперечником от 100 метров до ничтожно малых пылинок). Центральное положение в Солнечной системе занимает Солнце. Его масса приблизительно в 750 раз превосходит массу всех остальных тел, входящих в систему. Гравитационное притяжение солнца является главной силой, определяющей движение всех обращающихся вокруг него тел Солнечной системы. Среднее расстояние от Солнца до самой далекой от него планеты - Плутон 39,5 а.е., т.е. 6 миллиардов километров, что очень мало по сравнению с расстояниями до ближайших звёзд. Только некоторые кометы удаляются от Солнца на 100 тысяч а.е. и подвергаются воздействию притяжения звезд. Двигаясь в Галактике, Солнечная система время от времени пролетает сквозь межзвездные газопылевые облака. Вследствие крайней разряженности вещества этих облаков погружение Солнечной системы в облако может проявится только при небольшом поглощении и рассеянии солнечных лучей. Проявления этого эффекта в прошлой истории Земли пока не установлены. Все большие планеты - Меркурий, Венера, Земля, Марс, Юпитер, Сатурн, Уран, Нептун и Плутон - обращаются вокруг солнца в одном направлении (в направлении своего вращения самого Солнца), по почти круговым орбитам, мало наклоненным друг к другу (и к солнечному экватору). Плоскость земной орбиты - эклиптика принимается за основную плоскость при отсчёте наклонений орбит планет и других тел, обращающихся вокруг Солнца. Расстояния от планет до Солнца образуют закономерную последовательность - промежутки между соседними орбитами возрастают с удалением от Солнца. Эти закономерности движения планет в сочетании с делением их на две группы по физическим свойствам указывают на то, что Солнечная система не является случайным собранием космических тел, а возникла в едином процессе. Благодаря почти круговой форме планетных орбит и большим промежуткам между ними исключена возможность тесных сближений между планетами, при которых они могли бы существенно изменять своё движение в результате взаимных притяжений. Это обеспечивает длительное существование планетной системы. Планеты вращаются так же вокруг своей оси, причём почти у всех планет, кроме Венеры и Урана, вращение происходит в том же направлении, что и их обращение вокруг Солнца. Чрезвычайно медленное вращение Венеры происходит в обратном направлении, а Уран вращается как бы лежа на боку. Большинство спутников обращаются вокруг своих планет в том же направлении, в котором происходит осевое вращение планеты. Орбиты таких спутников обычно круговые и лежат вблизи плоскости экватора планеты, образуя уменьшенное подобие планетной системы. Таковы, например, система спутников Урана и система галилеевских спутников Юпитера. Обратными движениями обладают спутники, расположенные далеко от планеты. Сатурн, Юпитер и Уран кроме отдельных спутников заметных размеров имеют множество мелких спутников, как бы сливающихся в сплошные кольца. Эти спутники движутся по орбитам, настолько близко расположенным к планете, что её приливная сила не позволяет им объединиться в единое тело. Подавляющее большинство орбит ныне известных малых планет располагается в промежутке между орбитами Марса и Юпитера. Все малые планеты обращаются вокруг Солнца в том же направлении, что и большие планеты, но их орбиты, как правило, вытянуты и наклонены к плоскости эклиптики. Кометы движутся в основном по орбитам, близким к параболическим. Некоторые кометы обладают вытянутыми орбитами сравнительно небольших размеров - в десятки и сотни а.е. У этих комет, называемых периодическими, преобладают прямые движения, т.е. движения в направлении обращения планет. Будучи вращающейся системой тел, Солнечная система обладает моментом количества движения (МКД). Главная часть его связана с орбитальным движение планет вокруг Солнца, причём массивные Юпитер и Сатурн дают около 90%. Осевое вращение Солнца заключает в себе лишь 2% общего МКД всей Солнечной системы, хотя масса самого Солнца составляет более 99,8% общей массы. Такое распределение МКД между Солнцем и планетами связано с медленным вращением Солнца и огромными размерами планетной системы - её поперечник в несколько тысяч раз больше поперечника Солнца. МКД планеты приобрели в процессе своего образования: он перешел к ним из того вещества, из которого они образовались. Планеты делятся на две группы, отличающиеся по массе, химическому составу (это проявляется в различиях их плотности), скорости вращения и количеству спутников. Четыре планеты, ближайшие к Солнцу, планеты Земной группы, невелики, состоят из плотного каменистого вещества и металлов. Планеты-гиганты - Юпитер, Сатурн, Уран и Нептун - гораздо массивнее, состоят в основном из лёгких веществ и поэтому, несмотря на огромное давление в их недрах, имеют малую плотность. У Юпитера и Сатурна главную долю их массы составляют водород и гелий. В них содержится так же до 20% каменистых веществ и легких соединений кислорода, углерода и азота, способных при низких температурах концентрироваться в льды. Недра планет и некоторых спутников находятся в раскалённом состоянии. У планет земной группы и спутников вследствие малой теплопроводности наружных слоёв внутреннее тепло очень медленно просачивается наружу и не оказывает заметного влияния на температуру поверхности. У планет-гигантов конвекция в их недрах приводит к заметному потоку тепла из недр, превосходящему поток, получаемый им от Солнца. Венера, Земля и Марс обладают атмосферами, состоящими из газов, выделившихся из их недр. У планет-гигантов атмосферы представляют собой непосредственное продолжение их недр: эти планеты не имеют твердой или жидкой поверхности. При погружении внутрь атмосферные газы посте пенно переходят в конденсированное состояние. Девятую планету - Плутон, по- видимому, нельзя отнести ни к одной из двух групп. По химическому составу он близок к группе планет-гигантов, а по размерам к земной группе. Ядра комет по своему химическому составу родственны планетам - гигантам: они состоят из водяного льда и льдов различных газов с примесью каменистых веществ. Почти все малые планеты по своему современному составу относятся к каменистым планетам земной группы. Сравнительно недавно открытый Хирон, движущийся в основном между орбитами Сатурна и Урана, вероятно, подобен ледяным ядрам комет и небольшим спутникам далёких от Солнца планет. Обломки малых планет, образующиеся при их столкновении друг с другом, иногда выпадают на Землю в виде метеоритов. У малых планет, именно вследствие их малых размеров, недра подогревались значительно меньше, чем у планет земной группы, и поэтому их вещество зачастую претерпело лишь небольшие изменения со времени их образования. Измерения возраста метеоритов (по содержанию радиоактивных элементов и продуктов их распада) показали, что они, а следовательно вся Солнечная система существует около 5 миллиардов лет. Этот возраст Солнечной системы находится в согласии с измерениями древнейших земных и лунных образцов.

**Часть 1: Солнце**

Солнце - центральное тело Солнечной системы - представляет собой раскалённый плазменный шар. Солнце - ближайшая к Земле звезда. Свет от него до нас доходит за 8,3 мин. Солнце решающим образом повлияло на образование всех тел Солнечной системы и создало те условия, которые привели к возникновению и развитию жизни на Земле. Его масса в 333 000 раз больше массы Земли и в 750 раз больше массы всех других планет, вместе взятых. За 5 миллиардов лет существования Солнца уже около половины водорода в его центральной части превратилось в гелий. В результате этого процесса выделяется то количество энергии, которое Солнце излучает в мировое пространство. Мощность излучения Солнца очень велика: около 3,8 \* 10 20 степени МВт. На Землю попадает ничтожная часть Солнечной энергии, составляющая около половины миллиардной доли. Она поддерживает в газообразном состоянии земную атмосферу, постоянно нагревает сушу и водоёмы, даёт энергию ветрам и водопадам, обеспечивает жизнедеятельность животных и растений. Часть солнечной энергии запасена в недрах Земли в виде каменного угля, нефти и других полезных ископаемых. Видимый с Земли диаметр Солнца незначительно меняется из-за эллиптичности орбиты и составляет, в среднем, 1 392 000 км (что в 109 раз превышает диаметр Земли). Расстояние до Солнца в 107 раз превышает его диаметр. Солнце представляет собой сферически симметричное тело, находящиеся в равновесии. Всюду на одинаковых расстояниях от центра этого шара физические условия одинаковы, но они заметно меняются по мере приближения к центру. Плотность и давление быстро нарастают вглубь, где газ сильнее сжат давлением вышележащих слоёв. Следовательно, температура также растёт по мере приближения к центру. В зависимости от изменения физических условий Солнце можно разделить на несколько концентрических слоёв, постепенно переходящих друг в друга. В центре Солнца температура составляет 15 миллионов градусов, а давление превышает сотни миллиардов атмосфер. Газ сжат здесь до плотности около 150 000 кг/м3. Почти вся энергия Солнца генерируется в центральной области с радиусом примерно 1/3 солнечного. Через слои, окружающие центральную часть, эта энергия передаётся наружу. На протяжении последней трети радиуса находится конвективная зона. Причина возникновения перемешивания (конвекции) в наружных слоях Солнца та же, что и в кипящем чайнике: количество энергии, поступающее от нагревателя, гораздо больше того, которое отводится теплопроводностью. Поэтому вещество вынужденно приходит в движение и начинает само переносить тепло. Ядро и конвективная зона фактически не наблюдаемы. Об их существовании известно либо из теоретических расчётов, либо на основании косвенных данных. Над конвективной зоной располагаются непосредственно наблюдаемые слои Солнца, называемые его Атмосферой. Они лучше изучены, т.к. об их свойствах можно судить из наблюдений.

1а).Солнечная атмосфера также состоит из нескольких различных слоёв. Самый глубокий и тонкий из них - фотосфера, непосредственно наблюдаемая в видимом непрерывном спектре. Толщина фотосферы приблизительно около 300 км. Чем глубже слои фотосферы, тем они горячее. Во внешних более холодных слоях фотосферы на фоне непрерывного спектра образуются Фраунгоферовы линии поглощения. Во время наибольшего спокойствия земной атмосферы можно наблюдать характерную зернистую структуру фотосферы. Чередование маленьких светлых пятнышек - гранул - размером около 1000 км, окруженных тёмными промежутками, создаёт впечатление ячеистой структуры - грануляции. Возникновение грануляции связано с происходящей под фотосферой конвекцией. Отдельные гранулы на несколько сотен градусов горячее окружающего их газа, и в течение нескольких минут их распределение по диску Солнца меняется. Спектральные измерения свидетельствуют о движении газа в гранулах, похожих на конвективные: в гранулах газ поднимается, а между ними - опускается. Это движение газов порождают в солнечной атмосфере акустические волны, подобные звуковым волнам в воздухе. Распространяясь в верхние слои атмосферы , волны, возникшие в конвективной зоне и в фотосфере, передают им часть механической энергии конвективных движений и производят нагревание газов последующих слоёв атмосферы - хромосферы и короны. В результате верхние слои атмосферы с температурой около 4500 К оказываются самыми "холодными" на Солнце. Как вглубь, так и вверх от них температура газов быстро растёт. Расположенный над фотосферой слой называют хромосферой, во время полных солнечных затмений в те минуты, когда Луна полностью закрывает фотосферу, виден как розовое кольцо, окружающее тёмный диск. На краю хромосферы наблюдаются выступающие язычки пламени - хромосферные спикулы, представляющие собой вытянутые столбики из уплотнённого газа. Тогда же можно наблюдать и спектр хромосферы, так называемый спектр вспышки. Он состоит из ярких эмиссионных линий водорода, гелия, ионизированного кальция и других элементов, которые внезапно вспыхивают во время полной фазы затемнения. Выделяя излучение Солнца в этих линиях, можно получить его изображение. Хромосфера отличается от фотосферы значительно более неправильной неоднородной структурой. Заметно два типа неоднородностей - яркие и тёмные. По своим размерам они превышают фотосферные гранулы. В целом распределение неоднородностей образует так называемую хромосферную сетку, особенно хорошо заметную в линии ионизированного кальция. Как и грануляция, она является следствием движения газов в подфотосферной конвективной зоне, только происходящих в более крупных масштабах. Температура в хромосфере быстро растёт, достигая в верхних её слоях десятков тысяч градусов. Самая верхняя и самая разряжённая часть солнечной атмосферы - корона, прослеживающаяся от солнечного лимба до расстояний в десятки солнечных радиусов и имеющая температуру около миллиона градусов. Корону можно видеть только во время полного солнечного затмения либо с помощью коронографа.

Вся солнечная атмосфера постоянно колеблется. В ней распространяются как вертикальные, так и горизонтальные волны с длинами в несколько тысяч километров. Колебания носят резонансный характер и происходят с периодом около 5 мин. В возникновении явлений происходящих на Солнце большую роль играют магнитные поля. Вещество на Солнце всюду представляет собой намагниченную плазму. Иногда в отдельных областях напряженность магнитного поля быстро и сильно возрастает. Этот процесс сопровождается возникновением целого комплекса явлений солнечной активности в различных слоях солнечной атмосферы. К ним относятся факелы и пятна в фотосфере, флоккулы в хромосфере, протуберанцы в короне. Наиболее замечательным явлением, охватывающим все слои солнечной атмосферы и за - зарождающимся в хромосфере, являются солнечные вспышки.

**1б).Излучения Солнца.**

Радиоизлучение Солнца имеет две составляющие - постоянную и переменную. Во время сильных солнечных вспышек радиоизлучение Солнца возрастает в тысячи и даже миллионы раз по сравнению с радиоизлучение спокойного Солнца. Рентгеновские лучи исходят в основном от верхних слоёв атмосферы и короны. Особенно сильным излучение бывает в годы максимума солнечной активности. Солнце излучает не только свет, тепло и все другие виды электромагнитного излучения. Оно также является источником постоянного потока частиц - корпускул. Нейтрино, электроны, протоны, альфа-частицы, а также более тяжелые атомные ядра составляют корпускулярное излучение Солнца. Значительная часть этого излучения представляет собой более или менее непрерывное истечение плазмы - солнечный ветер, являющийся продолжением внешних слоёв Солнечной атмосферы - солнечной короны. На фоне этого постоянно дующего плазменного ветра отдельные области на Солнце являются источниками более направленных, усиленных, так называемых корпускулярных потоков. Скорее всего они связаны с особыми областями Солнечной короны - коронными дырами, а также, возможно, с долгоживущими активными областями на Солнце. Наконец, с солнечными вспышками связаны наиболее мощные кратковременные потоки частиц, главным образом электронов и протонов. В результате наиболее мощных вспышек частицы могут приобретать скорости, составляющие заметную долю скорости света. Частица с такими большими энергиями называются солнечными космическими лучами. Солнечное корпускулярное излучение оказывает сильное влияние на Землю, и прежде всего на верхние слои её атмосферы и магнитное поле, вызывая множество интересных геофизических явлений.

1в).Солнечная активность - совокупность явлений, периодически возникающих в солнечной атмосфере. Проявления солнечной активности тесно связаны с магнитными свойствами солнечной плазмы. Возникновение активной области начинается с постепенного увеличения магнитного потока в некоторой области фотосферы. В соответствующих местах хромосферы после этого наблюдается увеличение яркости в линиях водорода и кальция. Такие области называют флоккулами. Примерно в тех же участках на Солнце в фотосфере (т.е. несколько глубже) при этом также наблюдается увеличение яркости в белом (видимом) свете - факелы. Увеличение энергии, выделяющейся в области факела и флоккула, является следствием увеличившихся до нескольких десятков экстред напряженности магнитного поля. Затем в солнечной активности наблюдаются солнечные пятна, возникающие через 1-2 дня после появления флоккула в виде маленьких чёрных точек - пор. Многие из них вскоре исчезают, и лишь отдельные поры за 2-3 дня превращаются в крупные тёмные образования. Типичное солнечное пятно имеет размеры в несколько десятков тысяч километров и состоит из тёмной центральной части - тени и волокнистой полутени. Важнейшая особенность пятен - наличие в них сильных магнитных полей, достигающих в области тени наибольшей напряжённости в несколько тысяч экстред. В целом пятно представляет собой выходящую в фотосферу трубку силовых линий магнитного поля, целиком заполняющих одну или несколько ячеек хромосферной сетки. Верхняя часть трубки расширяется, и силовые линии в ней расходятся, как колосья в снопе. Поэтому вокруг тени магнитные силовые линии принимают направление, близкое к горизонтальному. Полное, суммарное давление в пятне включает в себя давление магнитного поля и уравновешивается давлением окружающей фотосферы, поэтому газовое давление в пятне оказывается меньшим, чем в фотосфере Магнитное поле как бы расширяет пятно изнутри. Кроме того, магнитное поле подавляет конвективные движения газа, переносящие энергию из глубины вверх. Вследствие этого в области пятна температура оказывается меньше примерно на 1000 К. Пятно как бы охлаждённая и скованная магнитным полем яма в солнечной фотосфере. Большей частью пятна возникают целыми группами, в которых, однако, выделяются два больших пятна. Одно, наибольшее, - на западе, а другое, чуть поменьше, - на востоке. Вокруг и между ними часто бывает множество мелких пятен. Такая группа пятен называется биполярной, потому что у обоих больших пятен всегда противоположная полярность магнитного поля. Они как бы связаны с одной и той же трубкой силовых линий магнитного поля, которая в виде гигантской петли вынырнула из-под фотосферы, оставив концы где-то в ненаблюдаемых, глубоких слоях. То пятно, которое соответствует выходу магнитного поля из фотосферы, имеет северную полярность, а то, в области которого силовые линии входят обратно под фотосферу, - южную.

Самое мощное проявление фотосферы - это вспышки. Они происходят в сравнительно небольших областях хромосферы и короны, расположенных над группами солнечных пятен. По своей сути вспышка - это взрыв, вызванный внезапным сжатием солнечной плазмы. Сжатие происходит под давлением магнитного поля и приводит к образованию длинного плазменного жгута или ленты. Длина такого образования составляет десятки и даже сотни тысяч километров. Продолжается вспышка обычно около часа. Хотя детально физические процессы, приводящие к возникновению вспышек, ещё не изучены, ясно, что они имеют электромагнитную природу.

Наиболее грандиозными образованиями в солнечной атмосфере являются протуберанцы - сравнительно плотные облака газов, возникающие в солнечной короне или выбрасываемые в неё из хромосферы. Типичный протуберанец имеет вид гигантской светящейся арки, опирающейся на хромосферу и образованной струями и потоками более плотного и холодного, чем окружающая корона, вещества. Иногда это вещество удерживается прогнувшимся под его тяжестью силовыми линиями магнитного поля, а иногда медленно стекает вдоль магнитных силовых линий. Имеется множество различных типов протуберанцев. Некоторые из них связаны со взрывоподобными выбросами вещества из хромосферы в корону.

Общая активность Солнца, характеризуемая количеством и силой проявления центров солнечной активности, периодически изменяется. Существует множество различных удобных способов оценивать уровень солнечной активности. Обычно пользуются наиболее простым и введённым раньше всех способом - числами Вольфа. Числа Вольфа пропорциональны сумме полного числа пятен, наблюдаемых в данный момент на Солнце, и удесятерённого числа групп, которые они образуют. Период времени, когда количество центров активности наибольшее называют максимумом солнечной активности, а когда их совсем нет или почти совсем нет - минимумом. Максимумы и минимумы чередуются в среднем с периодом 11 лет. Это составляет так называемый 11-и летний цикл солнечной активности.

1г).Солнечная корона - самые внешние, очень разряженные слои атмосферы Солнца. Во время полной фазы солнечного затмения вокруг диска Луны, который закрывает от наблюдателя яркую фотосферу, внезапно как бы вспыхивает жемчужное сияние. Это на несколько десятков секунд становится видимой солнечная корона. Важной особенностью короны является её лучистая структура. Лучи бывают разной длины, вплоть до десятка и более солнечных радиусов. Общая форма короны меняется с фазами цикла солнечной активности: в годы максимума корона почти сферична, в годы минимума она сильно вытянута вдоль экватора. Корона представляет собой сильно разряжённую высоко ионизированную плазму с температурой 1-2 миллиона градусов. Причина столь большого нагрева солнечной короны связана с волновыми движениями, возникающими в конвективной зоне Солнца. Цвет короны почти совпадает со светом излучения всего Солнца. Это связано с тем, что свободные электроны, находящиеся в короне, и возникающие в результате сильной ионизации газов, рассеивают излучение, приходящее от фотосферы. Из-за огромной температуры частицы движутся так быстро, что при столкновениях от атомов отлетают электроны, которые начинают двигаться как свободные частицы. В результате этого лёгкие элементы полностью теряют все свои электроны, так что в короне практически нет атомов водорода или гелия, а есть только протоны и альфа-частицы. Тяжелые элементы теряют до 10-15 внешних электронов. По этой причине в солнечной короне наблюдаются необычные спектральные линии, которые долгое время не удавалось отождествить с известными химическими элементами. Горячая плазма сильно излучает и поглощает радиоволны. Поэтому наблюдаемое солнечное радиоизлучение на метровых и дециметровых волнах возникает в солнечной короне. Иногда в солнечной короне наблюдаются области пониженного свечения. Их называют корональными дырами. Особенно хорошо эти дыры заметны по снимкам в рентгеновских лучах.

**1д).Диаметр Солнца.**

Точные измерения показывают, что диаметр Солнца не постоянная величина. Около пятнадцати лет назад астрономы обнаружили, что Солнце худеет и полнеет на несколько километров каждые 2 часа 40 минут, причем этот период сохраняется строго постоянным. С периодом 2 часа 40 минут на доли процента меняется и светимость Солнца, то есть излучаемая им энергия. Указания на то, что диаметр Солнца испытывает еще и очень медленные колебания со значительным размахом, были получены путём анализа результатов астрономических наблюдений многолетней давности. Точные измерения продолжительности солнечных затмений, а также прохождения Меркурия и Венеры по диску Солнца показали, что в XVII веке диаметр Солнца превышал нынешний примерно на 2000 км, то есть на 0,1%. И вот что интересно: именно в эту эпоху на Солнце длительное время не

**Часть 2: Планеты земной группы**

Планеты земной группы - Меркурий, Венера, Земля и Марс отличаются от планет-гигантов меньшими размерами, меньшей массой. Они движутся внутри пояса малых планет. В пределах одной группы планеты близки по таким физическим характеристикам, как плотность, размеры химический состав, но одна группа резко отличается при этом от другой. Каждая планета имеет свои неповторимые особенности.

Меркурий - самая близкая к Солнцу планета Солнечной системы. Расположена на расстоянии 58 млн. км от Солнца. Полный оборот на небе завершает за 88 сут. Из-за близости к Солнцу и малых видимых размеров Меркурий долго оставался малоизученной планетой. Только в 1965г. благодаря применению радиолокации был измерен период вращения Меркурия вокруг своей оси, оказавшийся равным 58,65 сут, т.е. 2/3 его обращения вокруг Солнца. Такое вращение является динамически устойчивым. Солнечные сутки на Меркурии продолжаются 176 дней. Ось вращения Меркурия почти перпендикулярна плоскости его орбиты. Как подсказали радионаблюдения температура на поверхности Меркурия в пункте, где Солнце находится в зените достигает 620 К. Температура ночного полушария около 110 К. С помощью радионаблюдений удалось определить тепловые свойства наружного покроя планеты, которые оказались близкими к свойствам тонко раздробленных пород лунного реголита. Причиной такого состояния пород, по всей видимости, являются непрерывные удары метеоритов, почти не ослабляемые разряжённой атмосферой Меркурия. Фотографирование поверхности Меркурия американским космическим аппаратом "Маринер-10" в 1974-1975 гг. показало, что по виду планета напоминает Луну. Поверхность усеяна кратерами разных размеров, причём их распределение по величине диаметра аналогично распределению кратеров Луны. Это говорит о том, что они образовались в результате интенсивной метеоритной бомбардировки миллиарды лет назад на первых этапах эволюции планеты. Встречаются кратеры со светлыми лучами, с центральными горками и без них, с тёмным и светлым дном, с резкими очертаниями валов (молодые) и полуразрушенные (древние). Обнаружены долины, напоминающие известную Долину Альп не Луне, гладкие круглые равнины, получившие название бассейнов. Наибольший из них - Калорис - имеет диаметр 1300 км. Наличие тёмного вещества в бассейнах и заполненных лавой кратерах свидетельствует о том, что в начальный период своего существования планета испытала сильное разогревание, за которым последовала одна или несколько эпох интенсивного вулканизма. Атмосфера Меркурия очень сильно разряжена по сравнению с земной атмосферой. По данным, полученным с "Маринера-10", её плотность не превосходит плотности земной атмосферы на высоте 620 км. В составе атмосферы обнаружено небольшое количество водорода, гелия и кислорода, присутствуют и некоторые инертные газы, например, аргон и неон. Такие газы могли выделится в результате распада радиоактивных веществ, входящих в состав грунта планеты. Обнаружено слабое магнитное поле, напряженность которого меньше, чем у Земли, и больше, чем у Марса. Межпланетное магнитное поле, взаимодействуя с ядром Меркурия, может создавать в нём электрические токи. Эти токи, а также перемещения зарядов в ионосфере, которая у Меркурия слабее по сравнению с земной, могут поддерживать магнитное поле планеты. Взаимодействуя с солнечным ветром, оно создаёт магнитосферу. Средняя плотность Меркурия значительно выше лунной и почти равна средней плотности Земли. Высказывается гипотеза о том, что Меркурий имеет мощную силикатную оболочку (500 - 600 км.), а оставшиеся 50% объема занимает железистое ядро. Жизнь на Меркурии из-за очень высокой дневной температуры и отсутствия жидкой воды не может существовать. Спутников Меркурий не имеет.

Венера - вторая по расстоянию от Солнца и ближайшая к Земле планета Солнечной системы. Среднее расстояние от Солнца - 108 млн. км. Период обращения вокруг него - 225 сут. Во время нижних соединений может приближаться к Земле до 40 млн. км, т.е. ближе любой другой большой планеты Солнечной системы. Синодический период (от одного нижнего соединения до другого) равен 584 сут. Венера - самое яркое светило на небе после Солнца и Луны. Известна людям с глубокой древности. Диаметр Венеры - 12 100 км.(95% диаметра Земли), масса - 81,5% массы Земли или 1:408 400 массы Солнца, средняя плотность 5,2 г/см3, ускорение силы тяжести на поверхности - 8,6 м/с2 (90% земного). Период вращения Венеры долго не удавалось установить из-за плотной атмосферы и облачного слоя, окутывающих эту планету. Только с помощью радиолокации установили, что он равен 243,2 сут, причём Венера вращается в обратную сторону по сравнению с Землёй и другими планетами. Наклон оси вращения Венеры к плоскости её орбиты равен почти 90 0. Существование атмосферы Венеры было обнаружено в 1761 г. М. В. Ломоносовым при наблюдениях прохождения её по диску Солнца. В XX веке с помощью спектральных исследований в атмосфере Венеры найден углекислый газ, который оказался основным газом её атмосферы. По данным советских межпланетных станций серии "Венера", не долю углекислого газа приходится 97% всего состава атмосферы Венеры. В неё входят так же около 2% азота и инертных газов, не более 0,1% кислорода и небольшие количества окиси углерода, хромоводорода и фтороводорода. Кроме того, в её атмосфере содержится около 0,1% водяного пара. Углекислый газ и водяной пар создают в атмосфере Венеры парниковый эффект, приводящий к сильному разогреванию планеты. Причина этого состоит в том, что оба газа интенсивно поглощают инфракрасные (тепловые) лучи, испускаемые нагретой поверхностью Венеры. Температура её достигает около 500 0 С. Облачный слой Венеры, скрывающий от нас её поверхность, как установлено станциями серии "Венера", расположен на высоте 49-68 км. над поверхностью, по плотности напоминает легкий туман. Но большая протяжённость облачного слоя делает его совершенно непрозрачным для земного наблюдателя. Предполагается, что облака состоят из капель водородного раствора серной кислоты. Освещённость на поверхности в дневное время подобна земной в пасмурный день. Из космоса облака Венеры выглядят как система полос, располагающихся обычно параллельно экватору планеты, однако порой они образуют детали, которые были замечены ещё с Земли, что и позволило установить примерно 4-х суточный период вращения облачного слоя. Это четырехсуточное вращение было подтверждено космическими аппаратами и объясняется наличием на уровне облаков постоянных ветров, дующих в сторону вращения планеты со скоростью около 100 м/с. Атмосферное давление у поверхности Венеры составляет около 9МПа, а плотность в 35 раз превышает плотность земной атмосферы. Количество углекислого газа в атмосфере Венеры в 400 тыс. раз больше, чем в земной атмосфере. Причиной этого, вероятно, является интенсивная вулканическая деятельность, а кроме того, отсутствие на планете двух основных поглотителей углекислого газа - океана с его планктоном и растительности. Самые верхние слои атмосферы Венеры состоят целиком из водорода. Водородная атмосфера простирается до высоты 5500 км. Радиолокация позволила изучить невидимый из-за облаков рельеф Венеры. В приэкваториальной зоне обнаружено более 10 кольцевых структур, подобных кратерам Луны и Меркурия, диаметром от 35 до 150 км., но сильно сглаженных и плоских. Обнаружен разлом в коре планеты длиной 1500 км., шириной 150 км. и глубиной около 2 км., горные массивы, вулкан с диаметром основания 300-400 км и высотой около 1 км, огромная котловина протяжённостью 1500 км с севера на юг и 1000 км с запада на восток. Межпланетные станции "Венера-9" и "Венера-10" позволили изучить с орбит искусственных спутников Венеры рельеф 55 районов планеты; при этом были обнаружены гористые участки местности с перепадом высот 2-3 км, а так же относительно ровные участки. Поверхность Венеры относительно более гладкая, чем поверхность Луны. Анализ природы и поверхности Венеры может иметь большое значение для построения теории эволюции всех планет Солнечной системы, в том числе и нашей Земли. Спутников Венера не имеет.

Земля - одна из планет Солнечной системы. Подобно другим планетам она движется вокруг Солнца по эллиптической орбите. Расстояние от Земли до Солнца в разных точках орбиты неодинаковое. Среднее же расстояние около 149,6 млн. км. В процессе движения нашей планеты вокруг Солнца плоскость земного экватора (наклоненная к плоскости орбиты под углом 23 0 27') перемещается параллельно самой себе таким образом, что в одних участках орбиты земной шар наклонен к Солнцу своим северным полушарием, а в других - южным. Большую часть поверхности Земли (до 71%) занимает Мировой океан. Средняя глубина Мирового океана - 3900 м. Существование осадочных пород, возраст которых превосходит 3,5 млрд. лет, служит доказательством существования на Земле обширных водоёмов уже в ту далёкую пору. На современных континентах более распространены равнины, главным образом низменные, а горы - в особенности высокие - занимают незначительную часть поверхности планеты, так же как и глубоководные впадины на дне океанов. Форма Земли, как известно близкая к шарообразной, при более детальных измерениях оказывается очень сложной, даже если обрисовать её ровной поверхностью океана (не искаженной приливами, ветрами, течениями) и условным продолжением этой поверхности под континенты. Неровности поддерживаются неравномерным распределением массы в недрах Земли. Такая поверхность называется геоидом. Геоид (с точностью порядка сотен метров) совпадает с эллипсоидом вращения, экваториальный радиус которого 6378 км, а полярный радиус на 21,38 км меньше экваториального. Разница этих радиусов возникла за счёт центробежной силы, создаваемой суточным вращением Земли. Суточное вращение земного шара происходит с практически постоянной угловой скоростью с периодом 23 ч 56 мин 4,1с т.е. за одни звёздные сутки, количество которых в году ровно на одни сутки больше, чем солнечных. Ось вращения Земли направлена своим северным концом приблизительно на звезду альфа Малой Медведица, которая поэтому называется Полярной звездой. Одна из особенностей Земли - её магнитное поле, благодаря которому мы можем пользоваться компасом. Магнитный полюс Земли, к которому притягивается северный конец стрелки компаса, не совпадает с Северным географическим полюсом. Под действием солнечного ветра магнитное поле Земли искажается и приобретает "шлейф" в направлении от Солнца, который простирается на сотни тысяч километров. Наша планета окружена обширной атмосферой. Основными газами, входящими в состав нижних слоёв атмосферы являются азот (примерно 78%), кислород (около 21%) и аргон (около 1%). Других газов в атмосфере Земли очень мало, например углекислого газа около 0,03%. Атмосферное давление на уровне поверхности океана составляет при нормальных условиях приблизительно 0,1МПа. Полагают, что земная атмосфера сильно изменилась в процессе эволюции: обогатилась кислородом и приобрела современный состав в результате длительного взаимодействия с горными породами и при участии биосферы, т.е. растительных и животных организмов. Доказательством того, что такие изменения действительно произошли, служат, например, залежи каменного угля и мощные пласты отложений карбонатов в осадочных породах. Они содержат громадное количество углерода, который раньше входил в состав земной атмосферы в виде углекислого газа и окиси углерода. Учёные считают, что древняя атмосфера произошла из газообразных продуктов вулканических извержений; о её составе судят по химическому анализу образцов газа, "замурованных" в полостях древних горных пород. В исследованных образцах, возраст которых приблизительно 3,5 млрд. лет содержится приблизительно 60% углекислого газа, а остальные 40% - соединения серы, аммиак, хлористый и фтористый водород. А небольшом количестве найдены азот и инертные газы. Весь кислород был химически связанным. Одной из важнейших задач современной науки о Земле является изучение эволюции атмосферы, поверхности и наружных слоёв Земли, а так же внутреннее строение её недр. О внутреннем строении Земли прежде всего судят по особенностям прохождения сквозь различные слои Земли механических колебаний, возникающих при землетрясениях или взрывах. Ценные сведения дают также измерения величины теплового потока, выходящего из недр, результаты определений общей массы, момента инерции и полярного сжатия нашей планеты. Масса Земли найдена из экспериментальных измерений физической постоянной тяготения и ускорения силы тяжести. Для массы Земли получено значение 5,976\*10 24 кг. Поток тепла из недр, различных в разных участках поверхности Земли, в среднем близок к 1,6\*10-6 кал\*см-2.сек-1, что соответствует суммарному выходу энергии 20 28 эрг в год. Поскольку тепло может передаваться только от более нагретого к менее нагретому веществу, температура вещества в недрах Земли должна быть выше, чем температура на её поверхности. Действительно, согласно измерениям, проведённым в шахтах и буровых скважинах температура повышается приблизительно на 20 0 на каждый километр глубины. На основе всего комплекса современных научных данных построена модель внутреннего строения Земли.

Твёрдую оболочку Земли называют литосфера. Её можно сравнить со скорлупой, охватывающей всю поверхность Земли. Но эта "скорлупа" как бы растрескалась на части состоит из нескольких крупных литосферных плит, медленно перемещающихся одна относительно другой. По их границам концентрируется подавляющее число землетрясений. Верхний слой литосферы - это земная кора, минералы которой состоят преимущественно из оксидов кремния и алюминия, оксидов железа и щелочных металлов. Земная кора имеет неравномерную толщину: 35-65 км на континентах и 6-8 км подо дном океана. Верхний слой земной коры состоит из осадочных пород, нижний из базальтов. Между ними находится слой гранитов, характерный только для континентальной коры. Под корой расположена так называемая мантия, имеющая иной химический состав и большую плотность. Граница между корой и мантией называется поверхностью Мохоровичича. В ней скачкообразно увеличивается скорость распространения сейсмических волн. На глубине 120-250 км под материками и 60-400 км под океанами залегает слой мантии, называемый астеносферой. Здесь вещество находится в близком к плавлению состоянии, вязкость его сильно понижена. Все литосферные плиты как бы плавают в полужидкой астеносфере, как льдины в воде. Более толстые участки земной коры, а так же участки, состоящие из менее плотных пород, поднимаются по отношению к другим участкам коры. В то же время дополнительная нагрузка на участок коры, например, вследствие накопления толстого слоя материковых льдов, как это происходит в Антарктиде, приводит к постепенному погружению участка. Такое явление называется изостатическим выравнивание. Ниже астеносферы, начиная с глубины около 410 км "упаковка" атомов в кристаллах минералов уплотнена под влиянием большого давления. Резкий переход обнаружен сейсмическими методами исследований на глубине около 2920 км. Здесь начинается земное ядро, или, точнее говоря, внешнее ядро, так как в его центре находится ещё одно - внутреннее ядро, радиус которого 1250 км. Внешнее ядро, очевидно, находится в жидком состоянии, поскольку поперечные волны, не распространяющиеся в жидкости, через него не проходят. С существованием жидкого внешнего ядра связывают происхождение магнитного поля Земли. Внутреннее ядро, по-видимому, твёрдое. У нижней границы мантии давление достигает 130ГПа, температура там не выше 5000 К. В центре Земли температура, возможно поднимается выше 10 000 К.

Земля имеет единственный естественный спутник - Луну.

Марс - четвёртая по расстоянию от Солнца планета Солнечной системы. На звёздном небе она выглядит как немигающая точа красного цвета, которая время от времени значительно превосходит по блеску звезды первой величины. Марс периодически подходит к Земле на расстояние до 5 7 млн. км, значительно ближе, чем любая планета, кроме Венеры. По основным физическим характеристикам Марс относится к планетам земной группы. По диаметру он почти вдвое меньше Земли и Венеры. Планета окутана газовой оболочкой - атмосферой, которая имеет меньшую плотность, чем земная. Даже в глубоких впадинах Марса, где давление атмосферы наибольшее, оно приблизительно в 100 раз меньше, чем у поверхности Земли, а на уровне марсианских горных вершин - в 500-1000 раз меньше. Тем не менее в атмосфере Марса наблюдаются облака и постоянно присутствует более или менее плотная дымка из мелких частиц пыли и кристалликов льда. Как показали снимки с американских посадочных станций "Викинг-1" и "Викинг-2" марсианское небо в ясную погоду имеет розоватый цвет, что объясняется рассеянием солнечного света на пылинках и подсветкой дымки оранжевой поверхностью планеты. По химическому составу марсианская атмосфера отличается от земной и содержит 95,3% углекислого газа с примесью 2,7% азота, 1,6% аргона, 00,7% окиси углерода, 0,13% кислорода и приблизительно 0,03% водяного пара, содержание которого изменяется, а также примеси неона, криптона, ксенона. При отсутствии облаков газовая оболочка Марса значительно прозрачнее, чем земная, в том числе и для ультрафиолетовых лучей, опасных для живых организмов. Солнечные сутки на Марсе длятся 24ч 39 мин 35с. Значительный наклон экватора к плоскости орбиты (25,2500) приводит к тому, что на одних участках орбиты освещаются и обогреваются Солнцем преимущественно северные широты Марса, на других - южные, т.е. происходит смена сезонов. Марсианский год длится около 686,9 дней. Эллиптичность марсианской орбиты приводит к значительным различиям климата северного и южного полушарий: в средних широтах зима холоднее, а лето теплее, чем в южных, но короче, чем в северных. Температурные условия на Марсе суровы с точки зрения жителя Земли. Наиболее высокая температура поверхности 290К достигается в так называемой подсолнечной точке. Наиболее низка температура поверхности в полярных районах, где в зимний сезон она держится на отметке около 150К. Полученные из наблюдений сведения о температуре явились ключом к объяснению природы полярных шапок, которые при наблюдениях в телескоп видны как светлые, почти белые пятно возле полюсов планеты. Когда в северном полушарии Марса наступает лето, северная полярная шапка быстро уменьшается, но в это время растёт другая - возле южного полюса, где наступает зима. В конце XIX - начале XX века считали, что полярные шапки Марса - это ледники и снега. По современным данным, обе полярные шапки Марса - северная и южная - состоят из твёрдой двуокиси углерода, т.е. сухого льда, который образуется при замерзании углекислого газа, входящего в состав марсианской атмосферы, и из водяного льда с примесью минеральной пыли.

В 1975 году на основе материалов телевизионной съёмки всей поверхности планеты с космических аппаратов была составлена карта деталей марсианского рельефа, многие из которых уже получили названия, и на карте Марса появились имена: кратер Ломоносов, Королёв, Фесенков и др. Нанесённые на карты Марса ещё в XIX веке тёмные области в основном сохраняют свои очертания, но в научной литературе указаны примеры местных изменений отражательных свойств отдельных районов Марса. В течение многих лет популярны были гипотезы, в основе которых лежит изменение оптических свойств некоторых веществ под влиянием изменений на Марсе биосферы, т.е. живых организмов. Задача поиска жизни на Марсе была одной из основных программ американского "Викинга". Однако обнаружить какие-то следы жизни не удалось. Не оказалось в образцах грунта и органических соединений. Были проведены элементные исследования состава образцов марсианского грунта. Найдено близкое сходство химического состава образцов в двух взаимоудалённых местах посадки. В исследованных образцах обнаружено большое содержание окислов кремния и железа. Содержание серы (в виде сульфатов) в десятки раз больше, чем в земной коре. На снимках Марса найдены следы как ударно-метеоритной, так и вулканической активности, а так же следы движений, поднятий и растрескиваний марсианской коры и следы многих процессов разрушения и сглаживания рельефа поверхности, перемещения и отложения наносов. Перепад высоты между высочайшими вершинами и наиболее глубокими впадинами на Марсе составляет около 20 км. Для марсианских гор характерны многовершинные, в основном сглаженные формы. Кроме того, обнаружены типичные вулканические конусы с кратерами на вершине. На снимках поверхности Марса космическими аппаратами отчётливо видны детали, имеющие большое сходство с руслами рек на Земле. Поскольку весь комплекс информации противоречит возможности существования там рек, можно предположить, что марсианские русла возникли в результате растапливания подповерхностного водяного льда в зонах повышенного выделения тепла планеты. Некоторые дополнительные сведения о Марсе удаётся получить косвенными методами на основе исследований его природных спутников - Фобоса и Демоса.

Оба спутника Марса движутся почти точно в плоскости его экватора. С помощью космических аппаратов установлено, что Фобос и Демос имеют неправильную форму и в своём орбитальном положении остаются повёрнутыми к планете всегда одной и той же стороной. Размеры Фобоса составляют около 27 км, а Демоса - около 15 км. Поверхность спутников Марса состоит из очень тёмных минералов и покрыта многочисленными кратерами. Один из них - на Фобосе имеет поперечник около 5,3 км. Кратеры, вероятно, рождены метеоритной бомбардировкой, происхождение системы параллельных борозд неизвестно. Угловая скорость орбитального движения Фобоса настолько велика, что он, обгоняя осевое вращение планеты, восходит, в отличие от других светил, на западе, а заходит на востоке.

**Часть 3: Планеты-гиганты**

Юпитер - пятая по расстоянию от Солнца и самая большая планета Солнечной системы - отстоит от Солнца в 5,2 раза дальше, чем Земля, и затрачивает на одни оборот по орбите почти 12 лет. Экваториальный диаметр Юпитера 142 600 км (в 11 раз больше диаметра Земли). Период вращения Юпитера - самый короткий из всех планет - 9ч 50 мин 30с на экваторе и 9ч 55мин 40с в средних широтах. Таким образом, Юпитер, подобно солнцу, вращается не как твёрдое тело - скорость вращения неодинакова в разных широтах. Из-за быстрого вращения эта планета имеет сильное сжатие у полюсов. Масса Юпитера равна 318 массам Земли. Средняя плотность 1,33 г/см3, что близко к плотности Солнца. Ось вращения Юпитера почти перпендикулярна к плоскости его орбиты (наклон 87о). Даже в небольшой телескоп видно полярное сжатие Юпитера и полосы на его поверхности, параллельные экватору планеты. Видимая поверхность Юпитера представляет собой верхний уровень облаков, окружающих планету. Благодаря этому все детали на поверхности Юпитера постоянно меняют свой вид. Из устойчивых деталей известно Большое Красное пятно, наблюдающееся уже более 300 лет. Это - громадное овальное образование, размерами около 35 000 км по долготе и 14 000 по широте между Южной тропической и Южной умеренной полосами. Цвет его красноватый, но подвержен изменениям.

Спектральные исследования Юпитера показали, что атмосфера его состоит из молекулярного водорода и его соединений: метана и аммиака. В небольших количествах присутствуют также этан, ацетилен, фосфен и водяной пар. Облака Юпитера состоят из кристалликов и капелек аммиака. В декабре 1973 г. с помощью американского космического аппарата "Пионер-10" удалось обнаружить наличие гелия в атмосфере Юпитера и измерить его содержание. Можно считать, что атмосфера Юпитера на 74% состоит из водорода и на 26% из гелия. На долю метана приходится не более 0,1% состава атмосферы планеты (по массе). Атмосферный слой имеет толщину около 1000 км. Ниже чисто газового слоя в атмосфере лежит слой облаков, которые мы и видим в телескоп. Слой жидкого молекулярного водорода имеет толщину 24 000 км. На этой глубине давление достигает 300 ГПа, а температура 11 000 К, здесь водород переходит в жидкое металлическое состояние, т.е. становится подобным жидкому металлу. Слой жидкого металлического водорода имеет толщину около 42 000 км. Внутри него располагается небольшое железноселикатное твёрдое ядро радиусом 4 000 км. На границе ядра температура достигает 30 000 К. В 1956 г. было обнаружено радиоизлучение Юпитера на волне 3 см., соответствующее тепловому излучению с температурой 145 К. По измерениям в инфракрасном диапазоне температура самых наружных облаков Юпитера 130 К. Полёты американских космических аппаратов "Пионер-10" и "Пионер-11" позволили уточнить строение магнитосферы Юпитера, а изменение температуры облачного слоя в основном подтвердило известный из наземных наблюдений результат: количество тепла, которое Юпитер испускает, более чем в двое превышает тепловую энергию, которую планета получает от Солнца. Возможно, что идущее из недр планеты тепло выделяется в процессе медленного сжатия гигантской планеты (1мм.в год).

Магнитное поле планеты оказалось сложным и состоит как бы из двух полей: дипольного (как поле Земли), которое простирается до 1,5 млн. км от Юпитера, и недипольного, занимающего остальную часть магнитосферы. Напряженность магнитного поля у поверхности в 20 раз больше, чем на Земле. Кроме теплового и дециметрового радиоизлучения Юпитер является источником радиовсплесков (резких усилений мощности излучения) на волнах длиной от 4 до 85 м, продолжительностью от долей секунды до нескольких минут или даже часов. Однако длительные возмущения - это не отдельные всплески, а серии всплесков - своеобразные шумовые бури и грозы. Согласно современным гипотезам, эти всплески объясняются плазменными колебаниями в ионосфере планеты.

Юпитер имеет 13 спутников. Первые 4 спутника открыты ещё Галилеем (Ио, Европа, Ганимед, Каллисто). Они, а также внутренний, самый близкий спутник Амальтея движутся почти в плоскости экватора планеты. Ио и Европа почти сравнимы с Луной, а Ганимед и Каллисто даже больше Меркурия, хотя по массе значительно уступают ему. По сравнению с другими спутниками галилеевские исследованы более детально. Внешние спутники обращаются вокруг планеты по сильно вытянутым орбитам с большими углами наклона к экватору (до 30о). Это маленькие тела - от 10 до 120 км, по-видимому, неправильной формы. Самые внешние 4 спутника Юпитера обращаются вокруг планеты в обратном направлении. По данным, полученным с американских космических аппаратов "Вояжер", Юпитер окружен в экваториальной области системой колец. Кольцо расположено на расстоянии 50 000 км от поверхности планеты, его ширина около 1 000 км. Существование кольца Юпитера было предсказано в 1960 г. астрономом С. К. Всехсвятским на основании наблюдений. В 1975 году был обнаружен объект, который, по-видимому, является 14-м спутником Юпитера. Орбита его неизвестна.

Сатурн - вторая по величине среди планет Солнечной системы. Его экваториальный диаметр лишь немного меньше, чем у Юпитера, но по массе Сатурн уступает Юпитеру более чем втрое и имеет очень низкую среднюю плотность - около 0,7 г/см3. Низкая плотность объясняется тем, что планеты-гиганты состоят главным образом из водорода и гелия. При этом в недрах Сатурна давление не достигает столь высоких значений, как на Юпитере, поэтому плотность вещества там меньше. Спектроскопические исследования обнаружили в атмосфере Сатурна некоторые молекулы. Температура поверхности облаков на Сатурне близка к температуре плавления метана (-184оС), из твёрдых частичек которого скорее всего и состоит облачный слой планеты. В телескоп видны вытянутые вдоль экватора тёмные полосы, называемые также поясами, и светлые зоны, но эти детали менее контрастны, чем на Юпитере, и отдельные пятна в них наблюдаются гораздо реже. Сатурн окружен кольцами, которые хорошо видны в телескоп в виде "ушек" по обе стороны диска планеты. Они были замечены ещё Галилеем в 1610 году. Кольца Сатурна - одно из самых удивительных и интересных образований в Солнечной системе. Плоская система колец опоясывает планету вокруг экватора и нигде не соприкасается с поверхностью. В кольцах разделяются три основные концентрические зоны, разграниченные узкими щелями: внешнее кольцо А, среднее В (наиболее яркое), внутреннее кольцо С, довольно прозрачное, "креповое", внутренний край его не резкий. Наиболее близкие к планете слаборазличимые части внутреннего кольца обозначаются символом D. Обнаружено также существование практически прозрачного самого внешнего кольца D'.

Сквозь все кольца Сатурна просвечивают звёзды. Кольца вращаются вокруг Сатурна, причём скорость движения внутренних частей больше, чем наружных. Кольца Сатурна не сплошные, а представляют собой плоскую систему из бесконечного количества мелких спутников планеты. Плоскость колец практически совпадает с плоскостью экватора Сатурна и имеет постоянный наклон к плоскости орбиты, равный приблизительно 27о. В зависимости от положений планеты на орбите мы видим кольца то с одной, то с другой стороны. Полный цикл изменения их вида завершается в течение 29,5 лет - таков период обращения Сатурна вокруг Солнца. Время от времени кольца на короткий срок перестают быть видимыми в телескопы средних размеров. Это происходит когда плоскость колец проходит точно через Солнце и боковая поверхность оказывается лишенной яркого освещения, либо когда кольца бывают обращены к наблюдателю "ребром" и выглядят как чрезвычайно тонкая полоска, видимая только в крупнейшие телескопы. Толщина колец, по современным данным, около 3,5 км. Она очень мала по сравнению с их диаметром, который по наружному краю кольца А составляет 275 тыс. км. Размеры частиц не определены окончательно. Радиоастронометрические наблюдения свидетельствуют о наличии в кольцах множества частиц размером не менее нескольких сантиметров. Не исключена возможность присутствия в кольцах Сатурна ещё более крупных частиц, так же как и пыли.

Инфракрасные спектры колец Сатурна напоминают спектры водяного инея. Однако в других частях спектра позднее была обнаружена особенность, не характерная для чистого льда. Кроме колец, у Сатурна известно 10 спутников. Это Мимас, Энцелад, Тефия, Диона, Рея, Титан, Гиперион, Япет, Феба, Янус. Последний - самый близкий к Сатурну, движется настолько близко к поверхности планеты, что обнаружить его удалось только при затмений колец Сатурна, создающих вместе с планетой яркий ореол в поле зрения телескопа. Самый большой спутник Сатурна - Титан - один из величайших спутников в Солнечной системе по размеру и массе. Его диаметр приблизительно такой же, как диаметр Ганимеда. Титан окружен атмосферой, состоящей из метана и водорода. В ней движутся непрозрачные облака. Все спутники Сатурна, кроме Фебы, обращаются в прямом направлении. Феба движется по орбите с довольно большим эксцентриситетом в обратном направлении.

Уран - седьмая по порядку от Солнца планета Солнечной системы. По диаметру он почти вчетверо больше Земли. Очень далёк от Солнца и освещён сравнительно слабо. Уран был открыт английским учёным В. Гершелем в 1781 г. Какие-либо детали на поверхности Урана различить не удаётся из-за малых угловых размеров планеты в поле зрения телескопа. Это затрудняет его исследования, в том числе и изучение закономерностей вращения. По-видимому, Уран (в отличие от всех других планет) вращается вокруг своей оси как бы лёжа на боку. Такой наклон экватора создаёт необычные условия освещения: на полюсах в определённый сезон солнечные лучи падают почти отвесно, а полярный день и полярная ночь охватывают (попеременно) всю поверхность планеты, кроме узкой полосы вдоль экватора. Так как Уран обращается по орбите вокруг Солнца за 84 года, то полярный день на полюсах продолжается 42 года, затем сменяется полярной ночью такой же продолжительности. Лишь в экваториальном поясе Урана Солнце регулярно восходит и заходит с периодичностью равномерного осевого вращения планеты. Даже в тех участках, где Солнце расположено в зените, температура на Уране (точнее на видимой поверхности облаков) составляет около -215оС. В таких условиях некоторые газы замерзают. В составе атмосферы Урана по спектроскопическим наблюдениям найдены водород и небольшая примесь метана. В относительно большом количестве есть, по косвенным признакам, гелий. Как и другие планеты-гиганты, Уран имеет такой состав, вероятно, почти до самого центра. Однако средняя плотность Урана (1,58г/см3) несколько больше, чем плотность Сатурна и Юпитера, хотя вещество в недрах этих гигантов сжато гораздо сильнее, чем на Уране. Такую плотность Урана можно объяснит предположением о повышенном содержании гелия или существованием в недрах Урана ядра из тяжелых элементов.

Одной необычной особенностью Урана является открытая в 1977г. система опоясывающих колец. Они состоят из множества отдельных непрозрачных и, по-видимому, очень тёмных частиц. В отличие от колец Сатурна кольца Урана - узкие, как бы "ниточные" образования. Они не видны в отраженном свете и обнаруживаются только по сильному ослаблению блеска звёзд, оказавшихся для земного наблюдателя позади колец при орбитальном движении планеты. Удалённость колец от центра Урана составляет от 1,6 до 1,85 радиуса планеты.

Спутники Урана - Миранда, Ариэль, Умбриэль, Титания и Оберлон вращаются по орбитам, плоскости которых практически совпадают между собой. Вся система в целом отличается необычайным наклоном - её плоскость почти перпендикулярна к средней плоскости всех планетных орбит.

Нептун - восьмая по счёту планета Солнечной системы. Нептун был открыт необычным образом. Было замечено, что Уран движется не совсем так, как ему полагается двигаться под действием притяжения Солнца и известных в то время планет. Тогда заподозрили существование ещё одной массивной планеты и попытались предвычислить её положение на небе. Эту чрезвычайно сложную задачу независимо друг от друга успешно решили английский астроном Дж. Адамс и француз У. Леверье. Получив данные Леверье, ассистент Берлинской обсерватории И. Галле 23 сентября 1846 г. обнаружил планету. Открытие Нептуна имело величайшее значение прежде всего потому ,что оно послужило блестящим подтверждение закона всемирного тяготения, положенного в основу расчётов. Средняя удалённость Нептуна от Солнца 30,1 а.е., период вращения по орбите - 164 года и 288 дней. Таким образом, с момента открытия Нептун даже не совершил полного оборота по своей орбите. Видимый угловой диаметр Нептуна составляет около 2". При измерении столь малого диаметра угломерными приспособлениями с поверхности Земли относительная ошибка очень велика. Уточнить диаметр Нептуна удалось 7 апреля 1967 г., когда планета в своём движении на фоне звёздного неба заслонила одну из далёких звёзд. По результатам наблюдений с нескольких астрономических обсерваторий экваториальный диаметр Нептуна составляет 50 200 км. Новые сведения о диаметре позволили уточнить величину средней плотности Нептуна: она оказалась равной 2,30 г/см3. Такие характеристики типичны для планет-гигантов, состоящих главным образом из водорода и гелия с примесью соединений других химических элементов. В центре Нептуна, согласно расчётам, имеется тяжёлое ядро из силикатов, металлов и других элементов, входящих в состав земной группы. Изучение характера ослабления блеска звезды при её затмении атмосферой Нептуна дало много дополнительной информации. В частности, был найден средний молекулярный вес надоблачных слоёв атмосферы Нептуна. Он соответствует молекулярному водороду с небольшой примесью метана. Детали на поверхности Нептуна различить очень трудно. Поэтому параметры суточного вращения - положение оси, направление и период вращения - определить из наземных наблюдений очень сложно.

.У Нептуна всего два спутника. Первый Тритон, открытый в 1846 г., через две недели после открытия самого Нептуна. По размерам и массе он больше Луны. Имеет обратное направление орбитального движения. Второй спутник - Нереида - очень небольшой, обладает сильно вытянутой орбитой. Расстояние от спутника до планеты меняется в пределах от 1,5 до 9,6 млн. км. Направление орбитального движения - прямое.

**Часть 4: Плутон**

Плутон был открыт Клайдосом Томбо (США) в 1930 г. Из 9 известных больших планет Солнечной системы Плутон наиболее удалён от Солнца. Среднее расстояние планеты до Солнца составляет 39,5 а.е. Плутон выглядит как точечный объект 15-ой звёздной величины, т.е. примерно в 4 тыс. раз слабее тех звёзд, которые находятся на пределе видимости невооружённым глазом. Плутон очень медленно, за 247,7 года, совершает оборот по орбите, которая имеет необычно большой наклон (17о) к плоскости эклиптики, и вытянута настолько, что в перигелии Плутон подходит к Солнцу на более короткое расстояние, чем Нептун. Из-за огромной удалённости от Солнца и слабой освещённости изучать Плутон очень сложно. Непосредственные измерения углового диаметра Плутона на 5-метровом телескопе дали результат 0,23". Астрономы пытались измерить диаметр Плутона более точными методами - по затмению им звезды, как это было сделано для Нептуна. Однако Плутон, проходя мимо звезды на расстоянии 0,1", не заслонил её, и затмения не произошло. Из этого был сделан вывод, что угловой диаметр Плутона не менее 0,2". Таким образом, в пересчёте на единицы длины диаметр Плутона не менее 6 800 км. Если же диаметр Плутона вычислить по его абсолютному блеску, то получается приблизительно 3 тыс. км. Поверхность Плутона, нагреваемая Солнцем до минус 220оС, даже в наименее холодных полуденных участках, покрыта, по-видимому, снегом из замёрзшего метана. Атмосфера планеты разряженная и состоит из газообразного метана с возможной примесью инертных газов. Блеск Плутона меняется с периодом вращения 6 сут 9ч. В 1978 г. выяснилось, что эта периодичность соответствует орбитальному движению спутника Плутона, обнаруженного американскими астрономами. Спутник Плутона относительно яркий, но расположен настолько близко к планете, что его изображение на фотоснимках сливается с изображением Плутона, лишь слегка выступая то с одной, то с другой стороны. Из периода обращения и расстояния между центрами вычислили массу системы "Плутон-спутник". Масса оказалась неожиданно малой: 1,7% массы Земли. Почти вся она сосредоточена в Плутоне, т.к. диаметр спутника, судя по блеску, мал по сравнению с диаметром планеты. В таком случае средняя плотность Плутона составляет приблизительно 0,7 г/см3, если принять его диаметр равным 3 тыс. км. Такая малая плотность означает, что Плутон состоит преимущественно из летучих химических элементов и соединений, т.е. примерно такой же состав, как планеты-гиганты и их спутники.

У планеты Плутон также удалось обнаружить в 1978 г. спутник. Это открытие имеет очень большое значение, во-первых, потому что даёт возможность более точно вычислить массу планеты по данным о периоде обращения спутника и, во-вторых, в связи с дискуссией о том, не является ли сам Плутон "потерявшимся" спутником Нептуна.

**Список литературы**

Энциклопедический словарь юного астронома, М., Педагогика, 1980

Астрономия, Учеб. для 11 кл. сред. шк., М., Просвещение, 1990

Клушанцев П. В. "Одиноки ли мы во вселенной?", Дет. лит., 1981

Эврика-89, М., Мол. гвардия, 1991

Поиски жизни в Солнечной системе, Пер. с англ. М., Мир, 1988