**Солнце и его влияние на землю**

СОДЕРЖАНИЕ

1) Введение

История наблюдений за Солнцем

Общая характеристика

Внутренне строение

Атмосфера Солнца

Солнечные пятна

Факелы

Хромосфера

Солнечная корона

Путь Солнца среди звезд

Суточный путь Солнца

Годичный путь Солнца

Солнечные затмения

Ультрафиолетовое излучение Солнца

Место Солнца в галактике

Циклы солнечной активности

Как Солнце влияет на Землю

Энергия солнечного света

Солнечный ветер и межпланетные магнитные поля

Бомбардировка энергичными частицами

Активность Солнца и здоровье людей

14) Список использованной литературы

ВВЕДЕНИЕ

Каждому наверняка известно, что на Солнце нельзя смотреть невооруженным глазом, а тем более в телескоп без специальных, очень темных светофильтров или других устройств, ослабляющих свет. Пренебрегая этим советом, наблюдатель рискует получить сильнейший ожог глаза. Самый простой способ рассматривать Солнце – спроецировать его изображение на белый экран. При помощи даже маленького любительского телескопа можно получить увеличенное изображение солнечного диска. Что же мы можем увидеть на этом изображении?

Прежде всего обращает на себя внимание резкость солнечного края. Солнце – газовый шар, не имеющий четкой границы, а плотность его убывает постепенно. Почему же в таком случае мы видим его резко очерченным? Дело все в том, что практически все видимое излучение Солнца исходит из очень тонкого слоя, который имеет специальное название – фотосфера (от греческого – "сфера света"). Его толщина не превышает 300 километров. Именно этот тонкий слой и создает у наблюдателя иллюзию того, что Солнце имеет "поверхность"

ИСОРИЯ НАБЛЮДЕНИЙ

История телескопических наблюдений Солнца начинается с наблюдений, выполненных Г. Галлилеем в 1611 году; были открыты солнечные пятна, определён период вращения Солнца вокруг своей оси. В 1843 году немецкий астроном Г. Швабе обнаружил цикличность солнечной активности. Развитие методов спектрального анализа позволило изучить физические условия на Солнце. В 1814 году Й. Фраунгофер обнаружил тёмные линии поглощения в спектре Солнца - это положило начало изучению химического состава Солнца. С 1836 года регулярно ведутся наблюдения затмений Солнца, что привело к обнаружению короны и хромосферы Солнца, а также солнечных протуберанцев. В 1913 году американский астроном Дж. Хейл наблюдал зеемановское расщепление фраунгоферовых линий спектра солнечных пятен и этим доказал существование на Солнце магнитных полей. К 1942 году шведский астроном Б. Эдлен и другие отождествили несколько линий спектра солнечной короны с линиями высокоионизированных элементов, доказав этим высокую температуру в солнечной короне. В 1931 году Б. Лио изобрёл солнечный коронограф, позволивший наблюдать корону и хромосферу вне затмений. В начале 40-х годов XX века было открыто радиоизлучение Солнца. Существенным толчком для развития физики Солнца во второй половине XX века послужило развитие магнитной гидродинамики и физики плазмы. После начала космической эры изучение ультрафиолетового и рентгеновского излучения Солнца ведётся методами внеатмосферной астрономии с помощью ракет, автоматических орбитальных обсерваторий на спутниках Земли, космических лабораторий с людьми на борту.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА

Солнце, центральное тело солнечной системы, представляет собой раскалённый плазменный шар; Солнце - ближайшая к Земле звезда. Масса Солнца 1,990•10530  кг (в 332958 раз больше массы Земли). В Солнце сосредоточено 99,866% массы Солнечной системы. Солнечный параллакс равен 8,794" (4,263•105 радиан). Расстояние от Земли до Солнца меняется от 1,4710•10511 м (в январе) до 1,5210•10511 (в июле), составляя в среднем 1,4960•10511 м. Это расстояние принято считать одной астрономической единицей. Средний угловой диаметр Солнца составляет 1919,26" (9,305•105-3 рад), чему соответствует линейный диаметр Солнца, равный 1,392•х1059 м (в 109 раз больше диаметра экватора Земли). Средняя плотность Солнца 1,41•1053 кг/м. Ускорение свободного падения на поверхности Солнца составляет 273,98 м/сек. Вторая космическая скорость на поверхности Солнца равна 6,18•1055 м/сек. Эффективная температура поверхности Солнца, определяемая согласно закону излучения Стефана-Больцмана, по полному излучению Солнца равна 5770 К.

Вращение Солнца вокруг оси происходит в том же направлении, что и вращение Земли, в плоскости, наклонённой на 7°15' к плоскости орбиты Земли (эклиптике). Скорость вращения определяется по видимому движению различных деталей в атмосфере Солнца и по сдвигу спектральных линий в спектре края диска Солнца вследствие эффекта Доплера. Таким образом было обнаружено, что период вращения Солнца неодинаков на разных широтах. Положение различных деталей на поверхности Солнца определяется с помощью гелиографических координат, отсчитываемых от солнечного экватора (гелиографическая широта) и от центрального меридиана видимого диска Солнца или от некоторого меридиана, выбранного в качестве начального (так называемого меридиана Каррингтона). При этом считают, что Солнце вращается как твёрдое тело. Один оборот относительно Земли точки с гелиографической широтой 17° совершают за 27,275 суток (синодический период). Время оборота на той же широте Солнца относительно звёзд (сидерический период) - 25,38 суток. Угловая скорость вращения  7f  0для сидерического вращения изменяется с гелиографической широтой  7w0 по закону: 7w 0=14,33°-3°sin 52 7f в сутки. Линейная скорость вращения на экваторе Солнца - около 2000 м/сек.

Солнце как звезда является типичным жёлтым карликом и располагается в средней части главной последовательности звёзд на диаграмме Герцшпрунга-Рессела. Видимая фотовизуальная звёздная величина Солнца равна -26,74, абсолютная визуальная звёздная величина M 4v равна +4,83. Показатель цвета Солнца составляет для случая синей (В) и визуальной (М) областей спектра M 4B 0-M 4V 0=0,65. Спектральный класс Солнца G2V. Скорость движения относительно совокупности ближайших звёзд 19,7•1053 м/сек. Солнце расположено внутри одной из спиральных ветвей нашей Галактики на расстоянии около 10 кпс от её центра. Период обращения Солнца вокруг центра Галактики около 200 миллионов лет. Возраст Солнца - около 5•1059 лет.

# ВНУТРЕННЕЕ СТРОЕНИЕ

Внутреннее строение Солнца определено в предположении, что оно является сферически симметричным телом и находится в равновесии. Уравнение переноса энергии, закон сохранения энергии, уравнение состояния идеального газа, закон Стефана-Больцмана и условия гидростатического, лучистого и конвекционного равновесия вместе с определяемыми из наблюдений значениями полной светимости, полной массы и радиуса Солнца и данным о его химическом составе дают возможность построить модель внутреннего строения Солнца. Полагают, что содержание водорода в Солнце по массе около 70%, гелия около 27%, содержание всех остальных элементов около 2,5%. На основании этих предположений вычислено, что температура в центре Солнца составляет 10-15•1056 К, плотность около 1,5•1055 кг/м, давление 3,4•10516 н/м (около 3•10511 атмосфер).Считается, что источником энергии, пополняющим потери на излучение и поддерживающим высокую температуру Солнца, являются ядерные реакции, происходящие в недрах Солнца. Среднее количество энергии, вырабатываемое внутри Солнца, составляет 1,92 эрг/г/сек. Выделение энергии определяется ядерными реакциями, при которых водород превращается в гелий. На Солнце возможны две группы термоядерных реакций: так называемый протон-протонный (водородный) цикл и углеродный цикл (цикл Бете). Наиболее вероятно, что на Солнце преобладает протон-протонный цикл, состоящий из трёх реакций, в первой из которых из ядер водорода образуются ядра дейтерия (тяжёлый изотоп водорода, атомная масса; во второй из ядер водорода образуются ядра изотопа гелия с атомной массой 3 и, наконец, в третьей из них образуются ядра устойчивого изотопа гелия с атомной массой 4.

Перенос энергии из внутренних слоёв Солнца в основном происходит путём поглощения электромагнитного излучения, приходящего снизу, и последующего переизлучения. В результате понижения температуры при удалении от Солнца постепенно увеличивается длина волны излучения, переносящего большую часть энергии в верхние слои. Перенос энергии движением горячего вещества из внутренних слоёв, а охлаждённого внутрь (конвекция) играет существенную роль в сравнительно более высоких слоях, образующих конвективную зону Солнца, которая начинается на глубине порядка 0,2 солнечных радиуса и имеет толщину около 1058 м. Скорость конвективных движений растёт с удалением от центра Солнца и во внешней части конвективной зоны достигает (2-2,5)х1053 м/сек. В ещё более высоких слоях (в атмосфере Солнца) перенос энергии опять осуществляется излучением. В верхних слоях атмосферы Солнца (в хромосфере и короне) часть энергии доставляется механическими и магнитогидродинамическими волнами, которые генерируются в конвективной зоне, но поглощаются только в этих слоях. Плотность в верхней атмосфере очень мала, и необходимый отвод энергии за счёт излучения и теплопроводности возможен только, если кинетическая энергия этих слоёв достаточно велика. Наконец, в верхней части солнечной короны большую часть энергии уносят потоки вещества, движущиеся от Солнца, так называемый солнечный ветер. Температура в каждом слое устанавливается на таком уровне, что автоматически осуществляется баланс энергии: количество приносимой энергии за счёт поглощения всех видов излучения, теплопроводностью или движением вещества равно сумме всех энергетических потерь слоя.

Полное излучение Солнца определяется по освещённости, создаваемой им на поверхности Земли, – около 100 тыс. лк, когда Солнце находится в зените. Вне атмосферы на среднем расстоянии Земли от Солнца освещённость равна 127 тысяч лк. Сила света Солнца составляет 2,84•10527 свечей. Количество энергии, приходящее в одну минуту на площадку в 1 см, поставленную перпендикулярно солнечным лучам за пределами атмосферы на среднем расстоянии Земли от Солнца, называют солнечной постоянной. Мощность общего излучения Солнца - 3,83•10526 ватт, из которых на Землю попадает около 2•10517 ватт, средняя яркость поверхности Солнца (при наблюдении вне атмосферы Земли) составляет 1,98•1059 нт, яркость центра диска Солнца - 2,48•1059 нт. Яркость диска Солнца уменьшается от центра к краю, причём это уменьшение зависит от длины волны, так что яркость на краю диска Солнца для света с длиной волна 3600А составляет 0,2 яркости его центра, а для 5000А - около 0,3 яркости центра диска Солнца. На самом краю диска Солнца яркость падает в 100 раз на протяжении менее одной секунды дуги, поэтому граница диска Солнца выглядит очень резкой.

Спектральный состав света, излучаемого Солнцем, то есть распределение энергии в центре Солнца (после учёта влияния поглощения в земной атмосфере и влияния фраунгоферовых линий), в общих чертах соответствует распределению энергии в излучении абсолютно чёрного тела с температурой около 6000 К. Однако в отдельных участках спектра имеются заметные отклонения. Максимум энергии в спектре Солнца соответствует длине волны 4600 А. Спектр Солнца – это непрерывный спектр, ни который наложено более 20 тысяч линий поглощения (фраунгоферовых линий). Более 60% из них отождествлено со спектральными линиями известных химических элементов путём сравнения длин волн и относительной интенсивности линии поглощения в солнечном спектре с лабораторными спектрами. Изучение фраунгоферовых линий даёт сведения не только о химическом составе атмосферы Солнца, но и о физических условиях в тех слоях, в которых образуются те или иные поглощения. Преобладающим элементом на Солнце является водород. Количество атомов гелия в 4-5 раз меньше, чем водорода. Число атомов всех других элементов вместе взятых, по крайней мере, в 1000 раз меньше числа атомов водорода. Среди них наиболее обильны кислород, углерод, азот, магний, железо и другие. В спектре Солнца можно отождествить также линии, принадлежащие некоторым молекулам и свободным радикалам: OH, NH, CH, CO и другим.

Магнитные поля на Солнце измеряются главным образом по зеемановскому расщеплению линий поглощения в спектре Солнца. Различают несколько типов магнитных полей на Солнце. Общее магнитное поле Солнца невелико и достигает напряжённости в 1 этой или иной полярности и меняется со временем. Это поле тесно связано с межпланетным магнитным полем и его секторной структурой. Магнитные поля, связанные с солнечной активностью, могут достигать в солнечных пятнах напряжённости в несколько тысяч. Структура магнитных полей в активных областях очень запутана, чередуются магнитные полюсы различной полярности. Встречаются также локальные магнитные области с напряжённостью поля в сотни вне солнечных пятен. Магнитные поля проникают и в хромосферу, и в солнечную корону.

Большую роль на Солнце играют магнитогазодинамические и плазменные процессы. При температуре 5000 - 10000 К газ достаточно ионизирован, проводимость его велика и благодаря огромным масштабам солнечных явлений значение электромеханических и магнитомеханических взаимодействий весьма велико.

**АТМОСФЕРА СОЛНЦА**

Атмосферу Солнца образуют внешние, доступные наблюдениям слои. Почти всё излучение Солнца исходит из нижней части его атмосферы, называемой фотосферой. На основании уравнений лучистого переноса энергии, лучистого и локального термодинамического равновесия и наблюдаемого потока излучения можно теоретически построить модель распределения температуры и плотности с глубиной в фотосфере. Толщина фотосферы около трёхсот километров, её средняя плотность 3•104-5 кг/м. Температура в фотосфере падает по мере перехода к более внешним слоям, среднее её значение порядка 6000 К, на границе фотосферы около 4200 К. Давление меняется от 2•1054  до 1052 н/м. Существование конвекции в подфотосферной зоне Солнца проявляется в неравномерной яркости фотосферы, видимой её зернистости - так называемой грануляционной структуре. Гранулы представляют собой яркие пятнышки более или менее круглой формы. Размер гранул 150 - 1000 км, время жизни 5 - 10 минут, отдельные гранулы удаётся наблюдать в течении 20 минут. Иногда гранулы образуют скопления размером до 30 тысяч километров. Гранулы ярче межгранульных промежутков на 20 - 30%, что соответствует разнице в температуре в среднем на 300 К. В отличие от других образований, на поверхности Солнца грануляция одинакова на всех гелиографических широтах и не зависит от солнечной активности. Скорости хаотических движений (турбулентные скорости) в фотосфере составляют по различным определениям 1-3 км/сек. В фотосфере обнаружены квазипериодические колебательные движения в радиальном направлении. Они происходят на площадках размерами 2-3 тысячи километров с периодом около пяти минут и амплитудой скорости порядка 500 м/сек. После нескольких периодов колебания в данном месте затухают, затем могут возникнуть снова. Наблюдения показали также существование ячеек, в которых движение происходит в горизонтальном направлении от центра ячейки к её границам. Скорости таких движений около 500 м/сек. Размеры ячеек - супергранул составляют 30 - 40 тысяч километров. По положению супергранулы совпадают с ячейками хромосферной сетки. На границах супергранул магнитное поле усилено. Предполагают, что супергранулы отражают на глубине нескольких тысяч километров под поверхностью конвективных ячеек такого же размера. Первоначально предполагалось, что фотосфера даёт только непрерывное излучение, а линии поглощения образуются в расположенном над ней обращающем слое. Позже было установлено, что в фотосфере образуются и спектральные линии, и непрерывный спектр. Однако для упрощения математических выкладок при расчете спектральных линий понятие обращающего слоя иногда применяется.

Часто в фотосфере наблюдаются солнечные пятна и факелы.

*Солнечные пятна*

Солнечный пятна – это тёмные образования, состоящие, как правило, из более тёмного дра (тени) и окружающей его полутени. Диаметры пятен достигают двухсот тысяч километров. Иногда пятно бывает окружено светлой каёмкой. Совсем аленькие пятна называют порами. Время жизни пятен от нескольких часов до нескольких месяцев. В спектре пятен ещё больше линий и полос поглощения, чем в спектре фотосферы, он напоминает спектр звезды спектрального класса КО. Смещения линий в спектре пятен из-за эффекта Доплера указывает на движение вещества в пятнах - вытекание на более низких уровнях и втекание на более высоких, скорости движения достигают 3 тысячи м/сек. Из сравнений интенсивности линий и непрерывного спектра пятен и фотосферы следует, что пятна холоднее фотосферы на 1-2 тысячи градусов (4500 К и ниже). Вследствие этого на фоне фотосферы пятна кажутся тёмными, яркость ядра составляет 0,2 - 0,5 яркости фотосферы, яркость полутени около 80% фотосферной. Все солнечные пятна обладают сильным магнитным полем, достигающим для крупных пятен напряжённости 5 тысяч эстердов. Обычно пятна образуют группы, которые по своему магнитному полю могут быть униполярными, биполярными и мультиполярными, то есть содержащими много пятен различной полярности, часто объединённых общей полутенью. Группы пятен всегда окружены факелами и флоккулами, протуберанцами, вблизи них иногда происходят солнечные вспышки, и в солнечной короне над ними наблюдаются образования в виде лучей шлемов, опахал - всё это вместе образует активную область на Солнце. Среднегодовое число наблюдаемых пятен и активных областей, а также средняя площадь, занимаемая ими, меняется с периодом около 11 лет. Это - средняя величина, продолжительность же отдельных циклов солнечной активности колеблется от 7,5 до 16 лет. Наибольшее число пятен, одновременно видимых на поверхности Солнца, меняется для различных циклов более чем в два раза. В основном пятна встречаются в так называемых королевских зонах, простирающихся от 5 до 30° гелиографической широты по обе сторона солнечного экватора. В начале цикла солнечной активности широта места расположения пятен выше, а в конце цикла - ниже, а на более высоких широтах появляются пятна нового цикла. Чаще наблюдаются биполярные группы пятен, состоящие из двух крупных пятен - головного и последующего, имеющих противоположную магнитную полярность, и несколько более мелких. Головные пятна имеют одну и ту же полярность в течение всего цикла солнечной активности, эти полярности противоположны в северной и южной полусферах Солнца. По-видимому, пятна представляют собой углубления в фотосфере, а плотность вещества в них меньше плотности вещества в фотосфере на том же уровне.

*Факелы*

В активных областях Солнца наблюдаются факелы - яркие фотосферные образования, видимые в белом свете преимущественно вблизи края диска Солнца. Обычно факелы появляются раньше пятен и существуют некоторое время после их исчезновения. Площадь факельных площадок в несколько раз превышает площадь соответствующей группы пятен. Количество факелов на диске Солнца зависит от фазы цикла солнечной активности. Максимальный контраст (18%) факелы имеют вблизи края диска Солнца, но не на самом краю. В центре диска Солнца факелы практически не видны, контраст их очень мал. Факелы имеют сложную волокнистую структуру, контраст их зависит от длины волны, на которой проводятся наблюдения. Температура факелов на несколько сот градусов превышает температуру фотосферы, общее излучение с одного квадратного сантиметра превышает фотосферное на 3 - 5%. По-видимому, факелы несколько возвышаются над фотосферой. Средняя продолжительность их существования - 15 суток, но может достигать почти трёх месяцев.

**ХРОМОСФЕРА**

Выше фотосферы расположен слой атмосферы Солнца, называемый хромосферой. Без специальных телескопов хромосфера видна только во время полных солнечных затмений как розовое кольцо, окружающее тёмный диск в те минуты, когда Луна полностью закрывает фотосферу. Тогда можно наблюдать и спектр хромосферы. На краю диска Солнца хромосфера представляется наблюдателю как неровная полоска, из которой выступают отдельные зубчики - хромосферные спикулы. Диаметр спикул 200-2000 километров, высота порядка 10000 километров, скорость подъёма плазмы в спикулах до 30 км/сек. Одновременно на Солнце существует до 250 тысяч спикул. При наблюдении в монохроматическом свете на диске Солнца видна яркая хромосферная сетка, состоящая из отдельных узелков - мелких диаметром до 1000 км и крупных диаметром от 2000 до 8000 км. Крупные узелки представляют собой скопления мелких. Размеры ячеек сетки 30 - 40 тысяч километров. Полагают, что спикулы образуются на границах ячеек хромосферной сетки. Плотность в хромосфере падает с увеличением расстояния от центра Солнца. Число атомов в одном куб. сантиметре изменяется от 10515  0вблизи фотосферы до 1059 в верхней части хромосферы. Исследование спектров хромосферы привело к выводу, что в слое, где происходит переход от фотосферы к хромосфере, температура переходит через минимум и по мере увеличения высоты над основанием хромосферы становится равной 8 -10 тысяч Кельвинов, а на высоте в несколько тысяч километров достигает 15 - 20 тысяч Кельвинов.

Установлено, что в хромосфере имеет место хаотическое движение газовых масс со скоростями до 15•1053 м/сек. В хромосфере факелы в активных областях видны как светлые образования, называемые обычно флоккулами. В красной линии спектра водорода хорошо видны тёмные образования, называемые волокнами. На краю диска Солнца волокна выступают за диск и наблюдаются на фоне неба как яркие протуберанцы. Наиболее часто волокна и протуберанцы встречаются в четырёх расположенных симметрично относительно солнечного экватора зонах: полярных зонах севернее +40° и южнее -40° гелиографической широты и низкоширотных зонах около √(30°) в начале цикла солнечной активности и √(17°) в конце цикла. Волокна и протуберанцы низкоширотных зон показывают хорошо выраженный 11-летний цикл, их максимум совпадает с максимумом пятен. У высокоширотных протуберанцев зависимость от фаз цикла солнечной активности выражена меньше, максимум наступает через два года после максимума пятен. Волокна, являющиеся спокойными протуберанцами, могут достигать длины солнечного радиуса и существовать в течении нескольких оборотов Солнца. Средняя высота протуберанцев над поверхностью Солнца составляет 30 - 50 тысяч километров, средняя длина - 200 тысяч километров, ширина – 5 тысяч километров. Согласно исследованиям А. Б. Северного, все протуберанцы по характеру движения можно разбить на 3 группы: электромагнитные, в которых движения происходят по упорядоченным искривлённым траекториям - силовым линиям магнитного поля; хаотические, в которых преобладают неупорядоченные турбулентные движения (скорости порядка 10 км/сек); эруптивные, в которых вещество первоначального спокойного протуберанца с хаотическими движениями внезапно выбрасывается с возрастающей скоростью (достигающей 700 км/сек) прочь от Солнца. Температура в протуберанцах (волокнах) 5 - 10 тысяч Кельвинов, плотность близка к средней плотности хромосферы. Волокна, представляющие собой активные, быстро меняющиеся протуберанцы, обычно сильно изменяются за несколько часов или даже минут. Форма и характер движений в протуберанцах тесно связаны с магнитным полем в хромосфере и солнечной короне.

# солнечная корона

Солнечная корона – самая внешняя и наиболее разрежённая часть солнечной атмосферы, простирающаяся на несколько (более 10) солнечных радиусов. До 1931 года корону можно было наблюдать только во время полных солнечных затмений в виде серебристо-жемчужного сияния вокруг закрытого Луной диска Солнца. В короне хорошо выделяются детали её структуры: шлемы, опахала, корональные лучи и полярные щёточки. После изобретения коронографа солнечную корону стали наблюдать и вне затмений. Общая форма короны меняется с фазой цикла солнечной активности: в годы минимума корона сильно вытянута вдоль экватора, в годы максимума она почти сферична. В белом свете поверхностная яркость солнечной короны в миллион раз меньше яркости центра диска Солнца. Ее свечение образуется в основном в результате рассеяния фотосферного излучения свободными электронами. Практически все атомы в короне ионизированы. Концентрация ионов и свободных электронов у основания короны составляет 1059 частиц в 1 см. Нагрев короны осуществляется аналогично нагреву хромосферы. Наибольшее выделение энергии происходит в нижней части короны, но благодаря высокой теплопроводности корона почти изотермична - температура понижается наружу очень медленно. Отток энергии в короне происходит несколькими путями.

В нижней части короны основную роль играет перенос энергии вниз благодаря теплопроводности. К потере энергии приводит уход из короны наиболее быстрых частиц. Во внешних частях короны большую часть энергии уносит солнечный ветер – поток коронального газа, скорость которого растёт с удалением от Солнца от нескольких км/сек у его поверхности до 450 км/сек на расстоянии Земли. Температура в короне превышает 1056 К. В активных слоях короны температура выше - до 1057 К. Над активными областями могут образовываться так называемые корональные конденсации, в которых концентрация частиц возрастает в десятки раз. Часть излучения внутри короны - это линии излучения многократно ионизированных атомов железа, кальция, магния, углерода, кислорода, серы и других химических элементов. Они наблюдаются и в видимой части спектра и в ультрафиолетовой области. В солнечной короне генерируется радиоизлучение Солнца в метровом диапазоне и рентгеновское излучение, усиливающееся во много раз в активных областях. Как показали рассчёты, солнечная корона не находится в равновесии с межпланетной средой. Из короны в межпланетное пространство распространяются потоки частиц, образующие солнечный ветер. Между хромосферой и короной имеется сравнительно тонкий переходной слой, в котором происходит резкий рост температуры до значений, характерных для короны. Условия в нём определяются потоком энергии из короны в результате теплопроводности. Переходный слой является источником большей части ультрафиалетового излучения Солнца. Хромосфера, переходной слой и корона дают всё наблюдаемое радиоизлучение Солнца. В активных областях структура хромосферы, короны и переходного слоя меняется. Это изменение, однако, ещё недостаточно изучено.

В активных областях хромосферы наблюдаются внезапные и сравнительно кратковременные увеличения яркости, видимые сразу во многих спектральных линиях. Эти яркие образования существуют от нескольких минут до нескольких часов. Они называются солнечными вспышками (прежнее название - хромосферные вспышки). Вспышки лучше всего видны в свете водородной линии, но наиболее яркие видны иногда и в белом свете. В спектре солнечной вспышки насчитывается несколько сотен эмиссионных линий различных элементов, нейтральных и ионизированных. Температура тех слоёв солнечной атмосферы, которые дают свечение в хромосферных линиях (1-2)х1054 К, в более высоких слоях - до 1057 К. Плотность частиц во вспышке достигает 10513 -10514  в одном кубическом сантиметре. Площадь солнечных вспышек может достигать 10515 м. Обычно солнечные вспышки происходят вблизи быстро развивающихся групп солнечных пятен с магнитным полем сложной конфигурации. Они сопровождаются активизацией волокон и флоккулов, а также выбросами вещества. При вспышке выделяется большое количество энергии (до 10521 - 10525 джоулей). Предполагается, что энергия солнечной вспышки первоначально запасается в магнитном поле, а затем быстро высвобождается, что приводит к локальному нагреву и ускорению протонов и электронов, вызывающих дальнейший разогрев газа, его свечение в различных участках спектра электромагнитного излучения, образование ударной волны. Солнечные вспышки дают значительное увеличение ультрафиалетового излучения Солнца, сопровождаются всплесками рентгеновского излучения (иногда весьма мощными), всплесками радиоизлучения, выбросом карпускул высоких энергий вплоть до 10510 эв. Иногда наблюдаются всплески рентгеновского излучения и без усиления свечения в хромосфере. Некоторые вспышки (они называются протонными) сопровождаются особенно сильными потоками энергичных частиц - космическими лучами солнечного происхождения. Протонные вспышки создают опасность для находящихся в полёте космонавтов, так как энергичные частицы, сталкиваясь с атомами оболочки корабля порождают рентгеновское и гамма-излучение, причём иногда в опасных дозах.

Уровень солнечной активности (число активных областей и солнечных пятен, количество и мощность солнечных вспышек и т.д.) изменяется с периодом около 11 лет. Существуют также слабые колебания величины максимумов 11-летнего цикла с периодом около 90 лет. На Земле 11-летний цикл прослеживается на целом ряде явлений органической и неорганической природы (возмущения магнитного поля, полярные сияния, возмущения ионосферы, изменение скорости роста деревьев с периодом около 11 лет, установленным по чередованиям толщины годовых колец, и т.д.). На земные процессы оказывают также воздействие отдельные активные области на Солнце и происходящие в них кратковременные, но иногда очень мощные вспышки. Время существования отдельной магнитной области на Солнце может достигать одного года. Вызываемые этой областью возмущения в магнитосфере и верхней атмосфере Земли повторяются через 27 суток (с наблюдаемым с Земли периодом вращения Солнца). Наиболее мощные проявления солнечной активности - солнечные (хромосферные) вспышки происходят нерегулярно (чаще вблизи периодов максимальной активности), длительность их составляет 5-40 минут, редко несколько часов. Энергия хромосферной вспышки может достигать 10525 джоулей, из выделяющейся при вспышке энергии лишь 1-10% приходится на электромагнитное излучение в оптическом диапазоне. По сравнению с полным излучением Солнца в оптическом диапазоне энергия вспышки не велика, но коротковолновое излучение вспышки и генерируемые при вспышек электроны, а иногда солнечные космические лучи могут дать заметный вклад в рентгеновское и карпускулярное излучение Солнца. В периоды повышения солнечной активности его рентгеновское излучение увеличивается в диапазоне 30 -10 нм в два раза, в диапазоне 10 -1 нм в 3-5 раз, в диапазоне 1-0,2 нм более чем в сто раз. По мере уменьшения длины волны излучения вклад активных областей в полное излучение Солнца увеличивается, и в последнем из указанных диапазонов практически всё излучение обусловлено активными областями. Жёсткое рентгеновское излучение с длиной волны меньше 0,2 нм появляется в спектре Солнца всего лишь на короткое время после вспышек.

В ультрафиолетовом диапазоне (длина волны 180-350 нм) излучение Солнца за 11-летний цикл меняется всего на 1-10%, а в диапазоне 290-2400 нм остаётся практически постоянным и составляет 3,6•10526 ватт.

Постоянство энергии, получаемой Землёй от Солнца, обеспечивает стационарность теплового баланса Земли. Солнечная активность существенно не сказывается не энергетике Земли как планеты, но отдельные компоненты излучения хромосферных вспышек могут оказывать значительное влияние на многие физические, биофизические и биохимические процессы на Земле.

Активные области являются мощным источником корпускулярного излучения. Частицы с энергиями около 1 кэв (в основном протоны), распространяющиеся вдоль силовых линий межпланетного магнитного поля из активных областей усиливают солнечный ветер. Эти усиления (порывы) солнечного ветра повторяются через 27 дней и называются рекуррентными. Аналогичные потоки, но ещё большей энергии и плотности, возникают при вспышках. Они вызывают так называемые спорадические возмущения солнечного ветра и достигают Земли за интервалы времени от 8 часов до двух суток. Протоны высокой энергии (от 100 Мэв до 1 Гэв) от очень сильных "протонных" вспышек и электроны с энергией 10-500 кэв, входящие в состав солнечных космических лучей, приходят к Земле через десятки минут после вспышек; несколько позже приходят те из них, которые попали в "ловушки" межпланетного магнитного поля и двигались вместе с солнечным ветром. Коротковолновое излучение и солнечные космические лучи (в высоких широтах) ионизируют земную атмосферу, что приводит к колебаниям её прозрачности в ультрафиолетовом и инфракрасном диапазонах, а также к изменениям условий распространения коротких радиоволн (в ряде случаев наблюдаются нарушения коротковолновой радиосвязи).

Усиление солнечного ветра, вызванное вспышкой, приводит к сжатию магнитосферы Земли с солнечной стороны, усилению токов на её внешней границе, частичному проникновению частиц солнечного ветра в глубь магнитосферы, пополнению частицами высоких энергий радиационных поясов Земли и т.д. Эти процессы сопровождаются колебаниями напряжённости геомагнитного поля (магнитной бурей), полярными сияниями и другими геофизическими явлениями, отражающими общее возмущение магнитного поля Земли. Воздействие активных процессов на Солнце (солнечных бурь) на геофизические явления осуществляется как коротковолновой радиацией, так и через посредство магнитного поля Земли. По-видимому, эти факторы являются главными и для физико-химических и биологических процессов. Проследить всю цепь связей, приводящих к 11-летней периодичности многих процессов на Земле пока не удаётся, но накопленный обширный фактический материал не оставляет сомнений в существовании таких связей. Так, была установлена корреляция между 11-летним циклом солнечной активности и землетрясениями, урожаями сельхозкультур, числом сердечно-сосудистых заболеваний и т.д. Эти данные указывают на постоянное действие солнечно-земных связей.

Наблюдения Солнца ведутся с помощью рефракторов небольшого или среднего размера и больших зеркальных телескопов, у которых большая часть оптики неподвижна, а солнечные лучи направляются внутрь горизонтальной или башенной установки телескопа при помощи одного или двух движущихся зеркал. Создан специальный тип солнечного телескопа - внезатменный коронограф. Внутри коронографа осуществляется затемнение Солнца специальным непрозрачным экраном. В коронографе во много раз уменьшается количество рассеянного света, поэтому можно наблюдать вне затмения самые внешние слои атмосферы Солнца. Солнечные телескопы часто снабжаются узкополосными светофильтрами, позволяющими вести наблюдения в свете одной спектральной линии. Созданы также нейтральные светофильтры с переменной прозрачностью по радиусу, позволяющие наблюдать солнечную корону на расстоянии нескольких радиусов Солнца. Обычно крупные солнечные телескопы снабжаются мощными спектрографами с фотографической или фотоэлектрической фиксацией спектров. Спектрограф может иметь также магнитограф - прибор для исследования зеемановского расщепления и поляризации спектральных линий и определения величины и направления магнитного поля на Солнце. Необходимость устранить замывающее действие земной атмосферы, а также исследования излучения Солнца в ультрафиолетовой, инфракрасной и некоторых других областях спектра, которые поглощаются в атмосфере Земли, привели к созданию орбитальных обсерваторий за пределами атмосферы, позволяющих получать спектры Солнца и отдельных образований на его поверхности вне земной атмосферы.

# ПУТЬ СОЛНЦА СРЕДИ ЗВЕЗД

## Суточный путь Солнца

Каждый день, поднимаясь из-за горизонта в восточной стороне неба, Солнце проходит по небу и вновь скрывается на западе. Для жителей Северного полушария это движение происходит слева направо, для южан ­– справа налево. В полдень Солнце достигает наибольшей высоты, или, как говорят астрономы, *кульминирует*. Полдень – это верхняя кульминация, а бывает еще и нижняя – в полночь. В наших средних широтах нижняя кульминация Солнца не видна, так как она происходит под горизонтом. А вот за Полярным кругом, где Солнце летом иногда не заходит, можно наблюдать и верхнюю, и нижнюю кульминации.

На географическом полюсе суточный путь Солнца практически параллелен горизонту. Появившись в день весеннего равноденствия, Солнце четверть года поднимается все выше и выше, описывая круги над горизонтом. В день летнего солнцестояния оно достигает максимальной высоты (23,5˚). Следующие четверть года, до осеннего равноденствия, Солнце спускается. Это полярный день. Затем на полгода наступает полярная ночь.

В средних широтах на протяжении года видимый суточный путь Солнца то сокращается, то увеличивается. Наименьшим он оказывается в день зимнего солнцестояния, наибольшим – в день летнего солнцестояния. В дни равноденствий Солнце находится на небесном экваторе. В это же время оно восходит в точке востока и заходит в точке запада.

В период от весеннего равноденствия до летнего солнцестояния место восхода Солнца немного смещается от точки восхода влево, к северу. А место захода удаляется от точки запада вправо, хотя тоже к северу. В день летнего солнцестояния Солнце появляется на северо-востоке, а в полдень оно кульминирует на максимальной за год высоте. Заходит Солнце на северо-западе.

Затем места восхода и захода смещаются обратно к югу. В день зимнего солнцестояния Солнце восходит на юго-востоке, пересекает небесный меридиан на минимальной высоте и заходит на юго-западе.

Следует учитывать, что вследствие рефракции (то есть преломления световых лучей в земной атмосфере) видимая высота светила всегда больше истинной. Поэтому восход Солнца происходит раньше, а заход – позже, чем это было бы при отсутствии атмосферы.

Итак, суточный путь Солнца представляет собой малый круг небесной сферы, параллельный небесному экватору. В то же время в течении года Солнце перемещается относительно небесного экватора то к северу, то к югу. Дневная и ночная части его пути неодинаковы. Они равны только в дни равноденствий, когда Солнце находится на небесном экваторе.

### Годичный путь Солнца

Выражение "путь Солнца среди звезд" кому-то покажется странным. Ведь днем звезд не видно. Поэтому нелегко заметить, что Солнце медленно, примерно на 1˚ за сутки, перемещается среди звезд справа налево. Зато можно проследить, как в течение года меняется вид звездного неба. Все это – следствие обращения Земли вокруг Солнца.

Путь видимого годичного перемещения Солнца на фоне звезд именуется *эклиптикой* (от греческого "эклипсис" – "затмение"), а период оборота по эклиптике – *звездным годом*. Он равен 265 суткам 6 часам 9 минутам 10 секундам, или 365, 2564 средних солнечных суток.

Эклиптика и небесный экватор пересекаются под углом 23˚26' в точках весеннего и осеннего равноденствия. В первой из этих точек Солнце обычно бывает 21 марта, когда оно переходит из южного полушария неба в северное. Во второй – 23 сентября, при переходе их северного полушария в южное. В наиболее удаленной к северу точке эклиптике Солнце бывает 22 июня (летнее солнцестояние), а к югу – 22 декабря (зимнее солнцестояние). В високосный год эти даты сдвинуты на один день.

Из четырех точек эклиптики главной является точка весеннего равноденствия. Именно от нее отсчитывается одна из небесных координат – прямое восхождение. Она же служит для отсчета звездного времени и *тропического года* – промежутка времени между двумя последовательными прохождениями центра Солнца через точку весеннего равноденствия. Тропический год определяет смену времен года на нашей планете.

Так как точка весеннего равноденствия медленно перемещается среди звезд вследствие прецессии земной оси, продолжительность тропического года меньше продолжительности звездного. Она составляет 365,2422 средних солнечных суток.

Около 2 тысяч лет назад, когда Гиппарх составил свой звездный каталог (первый дошедший до нас целиком), точка весеннего равноденствия находилась в созвездии Овна. К нашему времени она переместилась почти на 30˚, в созвездие Рыб, а точка осеннего равноденствия – из созвездия Весов в созвездие Девы. Но по традиции точки равноденствий обозначаются прежними знаками прежних "равноденственных" созвездий – Овна и Весов. То же случилось и с точками солнцестояния: летнее в созвездии Тельца отмечается знаком Рака, а зимнее в созвездие Стрельца – знаком Козерога.

И наконец, последнее, что связано с видимым годичным движением Солнца. Половину эклиптики от весеннего равноденствия до осеннего (с 21 марта по 23 сентября) Солнце проходит за 186 суток. Вторую половину, от осеннего равноденствия да весеннего, – за 179 суток (180 в високосный год). Но ведь половинки эклиптики равны: каждая по 180˚. Следовательно, Солнце движется по эклиптике неравномерно. Эта неравномерность объясняется изменением скорости движения Земли по эллиптической орбите вокруг Солнца.

Неравномерность движения Солнца по эклиптике приводит к разной длительности времен года. Для жителей северного полушария, например, весна и лето на шесть суток продолжительнее осени и зимы. Земля 2-4 июня расположена от Солнца на 5 миллионов километров дольше, чем 2-3 января, и движется по своей орбите медленнее в соответствии со вторым законом Кеплера. Летом Земля получает от Солнца меньше тепла, но зато лето в Северном полушарии продолжительнее зимы. Поэтому в Северном полушарии Земли теплее, чем в Южном.

#### СОЛНЕЧНЫЕ ЗАТМЕНИЯ

В момент лунного новолуния может произойти солнечное затмение – ведь именно в новолуние Луна проходит между Солнцем и Землей. Астрономы заранее знают, когда и где будет наблюдаться солнечное затмение, и сообщают об этом в астрономических календарях.

Земле достался один-единственный спутник, но зато какой! Луна в 400 раз меньше Солнца и как раз в 400 раз ближе его к Земле, поэтому на небе Солнце и Луна кажутся дисками одинаковых размеров. Так что при полном солнечном затмении Луна целиком заслоняет яркую поверхность Солнца, оставляя при этом открытой всю солнечную атмосферу.

Точно в назначенный час и минуту сквозь темное стекло видно, как на яркий диск Солнца наползает с правого края что-то черное, как появляется на нем черная лунка. Она постепенно разрастается, пока наконец солнечный круг не примет вид узкого серпа. При этом быстро ослабевает дневной свет. Вот Солнце полностью прячется за темной заслонкой, гаснет последний дневной луч, и тьма, кажущаяся тем глубже, чем она внезапнее, расстилается вокруг, повергая человека и всю природу в безмолвное удивление.

О затмении Солнца 8 июля 1842 года в городе Павии (Италия) рассказывает английский астроном Фрэнсис Бейли: "Когда наступило полное затмение и солнечный свет мгновенно потух, вокруг темного тела Луны внезапно возникло какое-то яркое сияние, похожее на корону ил на ореол вокруг головы святого. Ни в каких отчетах о прошлых затмения не было написано о чем-то подобном, и я вовсе не ожидал увидеть великолепие, находившееся теперь у меня перед глазами. Ширина короны, считая от окружности диска Луна, была равна примерно половине лунного диаметра. Она казалась составленной из ярких лучей. Ее свет был плотнее около самого края Луны, а по мере удаления лучи короны становились все слабее, тоньше. Ослабление света шло совершенно плавно вместе с увеличение расстояния. Корона представлялась в виде пучков прямых слабых лучей; их внешние концы расходились веером; лучи были неравной длины. Корона была не красноватая, не жемчужная, она была совершенно белого цвета. Ее лучи переливались или мерцали, как газовое пламя. Как не блестяще было это явление, какие бы восторги оно не вызывало у зрителей, но все же в этом странном, дивном зрелище было точно что-то зловещее, и я вполне понимаю, насколько могли быть потрясены и испуганы люди во времена, когда эти явления происходили совершенно неожиданно.

Наиболее удивительной подробностью всей картины было появление трех больших выступов (протуберанцев), которые высились над краем Луны, но составляли, очевидно, часть короны. Они походили на горы громадной высоты, на снеговые вершины Альп, когда те освещены красными лучами заходящего Солнца. Их красный цвет впадал в лиловый или пурпуровый; быть может, лучше всего подошел бы сюда оттенок цветов персика. Свет выступов, в противоположность остальным частям короны, был совершенно спокоен, "горы" не искрились и не переливались. Все три выступа, несколько разные по величине, были видны до последнего момента полной фазы затмения. Но как только прорвался первый луч Солнца, протуберанцы вместе с короной пропали бесследно, и сразу восстановился яркий свет дня". Это явление, так тонко и красочно описанное Бейли, длилось чуть более двух минут.

Помните тургеневских мальчиков на Бежинском лугу? Павлуша рассказывал о том, как Солнца не стало видать, о человеке со жбаном на голове, которого приняли за антихриста Тришку. Так это был рассказ о том же затмении 8 июля 1842 года!

Но не было на Руси затмения более того, о котором повествуют "Слово о полку Игореве" и древние летописи. Весной 1185 года новгород-северский князь Игорь Святославич с братом Всеволодом, исполнившись ратного духа, пошли на половцев стяжать себе славы, а дружине добычи. 1 мая, ближе к вечеру, как только вступили полки "Даждь-божьих внуков" (потомков Солнца) на чужую землю, затемнело раньше положенного, птицы смолкли, кони ржали ине шли, тени всадников были неясны и странны, степь дохнула холодом. Оглянулся Игорь и увидел, что провожает их "солнце, стоящее яко месяц". И сказал Игорь боярам своим и дружине своей: "Видите ли? Что значит сияние сие??". Они же посмотрели, и увидели, и понурили головы. И сказали мужи: "Князь наш! Не сулит нам добра сияние это!" Игорь же отвечал: "Братья и дружина! Тайна Божья никому неведома. А что нам дарует Бог – на благо нам или на горе, – это мы увидим". В десятый день мая дружина Игоря полегла в половецкой степи, а раненый князь был взят в плен.

В "Слове" реальное затмение превращается в поэтический образ. Действуя "тьмою" против русичей, Солнце предостерегает их от необдуманного похода в степь.

Игоря с дружиной застало в степи частное затмнеие, когда не все дневное светило, а около ¾ его диска были закрыты Луной. А полное затмение в это время прошло через Новгородскую и Суздальскую земли.

Посмотрим на Землю и на Луну со стороны, чтобы понять, где и как5 протекает солнечное затмение. Проходя между Солнцем и Землей маленькая Луна не может полностью затемнить Землю. Короткая лунная тень притемняет лишь небольшой кружок. Только здесь в этот момент можно наблюдать полное солнечное затмение. Но Луна вращается по орбите, и Земля вращается под тенью. Поэтому тень как бы прочерчивает на Земле полосу полного затмения шириной около 100 километров. Если теневая дорожка пройдет от нас на расстоянии 3-4 тысячи километров, то мы не увидим никакого затмения. А если мы окажемся вблизи полосы полного затмения, в области полутени, для нас только часть Солнца окажется заслоненной Луной, и будет наблюдаться частное затмение.

В некоторые новолуния острие лунной тени проходит мимо земного шара, а на Землю падает только полутень. Тогда календари объявляют о частном затмении Солнца.

Если в день затмения Луна, перемещаясь по своей вытянутой орбите, будет находиться на значительном удалении от Земли, то видимый диск ее окажется мал и не сможет полностью покрыть Солнце. Поэтому в середине затмения края Солнца будут выглядывать из-за Луны, мешая видеть и фотографировать корону. Это – кольцеобразное затмение.

Древние астрономы предсказывали солнечные затмения так же, как и лунные – по саросу. По их теории, за 18 лет 11 дней и 8 часов происходит кроме 28 лунных еще и 43 солнечных затмения, из них 15 частных, 15 кольцеобразных и 13 полных. Но предсказывать солнечные затмения оказалось намного сложнее, чем лунные. Ведь полоса затмения покрывает только небольшую часть поверхности земли, а в саросе не целое число суток. Пройдет 6585 суток, вроде бы затмение должно повториться, но планета доворачивается еще на треть оборота, так что теневая дорожка пробежит совсем другими областями Земли. Тогда мудрецы придумали тройной сарос – 3х6585,3 суток. Однако и здесь у древних астрономов случались промахи в предсказаниях. Иногда это даже имело печальные последствия. Осенью 2137 года до нашей эры были казнены китайские придворные астрономы Хи и Хо, не предупредившие императора о предстоящем затмении.Указ гласил, что виновные просчитались с затмением "предавшись пьянству", но, может быть, несчастные звездочеты перед каждым очередным затмением со страхом размышляли, доносить или не доносить, не зная точно, пройдет оно через Китай или нет.

В наше время затмения с большой точностью вычислены на тысячи лет назад и сотни лет вперед. Затмения, рассчитанные для далекого прошлого, позволяют историкам совершенно точно датировать события, произошедшие в день и год затмения.

Хотя в целом на Земле Солнечные затмения случаются чаще, чем лунные, в какой-то определенной местности полные затмения Солнца наблюдаются крайне редко: в среднем один раз за 300 лет. Например, за всю историю Москвы, ее "посетили" четыре полных солнечных затмения: в 1140, 1450, 1476 и 1887 годах. Следующие полное затмение москвичи увидят 16 октября 2126 года. Астрономические календари публикуют карты полосы полного затмения и прилегающих зон частного затмения. Так что специалисты и астрономы-любители могут "не ждать милости от природы", а заранее выбрать удобное место для экспедиции.

Полное затмение – лучшее время для изучения солнечной атмосферы: серебристой короны и более низкого слоя – красной хромосферы, над которой вздымаются огненные фонтаны протуберанцев. Правда, астрономы ухитряются все это видеть и в обычный солнечный день, устраивая заслонку солнечному диску прямо в трубе телескопа.

Для фотографирования солнечного затмения полезно иметь два фотоаппарата. Один – для съемки частных фаз затмения, когда надо запечатлеть ослепительный солнечный серп. А другой – для внутренней и внешней корон Солнца.

##### УЛЬТРАФИОЛЕТОВОЕ ИЗЛУЧЕНИЕ СОЛНЦА

В излучении Солнца должно быть довольно много ультрафиолетовых лучей, значительно больше, чем это наблюдается с Земли, поскольку их поглощает земная атмосфера. Запуски беспилотных шаров-зондов, поднимавших на высоту 30 и более километров измерительные приборы и радиопередатчики, показали, что выше 25 – 28 километров температура воздуха растет, достигая максимума на уровне 30 – 35 километров. Еще выше температура снова падает, а интенсивность УФ-лучей увеличивается. Ученые сделали вывод, что на высоте 30 – 35 километров происходит интенсивное поглощение солнечного ультрафиолетового излучения с образованием озона – вещества, молекула которого состоит из трех (а не двух, как обычно) атомов кислорода. Озон очень сильно поглощает лучи с длинами волн короче 0,3 мкм, спасая нас от их опасного воздействия на кожу и органы зрения. Вот почему тревогу вызывает существование озоновых дыр – через эти разрывы в озоновом слое солнечные УФ-лучи достигают земную поверхность. Одной из причин разрушения озонового "щита" служат выбросы в атмосферу фторуглеродных соединений, широко используемых в холодильниках.

Но не только на образование озона расходуется энергия солнечных УФ-лучей.

Радиоволны, как и все электромагнитные волны, должны распространяться прямолинейно. Значит, поскольку Земля – шар, радиосвязь между Европой и Америкой невозможна? Итальянский радиотехник Гульельмо Маркони осуществил в 1901 году прямую радиосвязь между Англией и США, раз и навсегда доказав, что радио волны могут огибать земной шар. Для этого им надо отразиться от какого-то "зеркала", висящего над земной поверхностью на высоте 150 – 300 километров. Таким "зеркалом" служит ионизованные слои атмосферы, а источником ионизации – ультрафиолетовое излучение Солнца. Словом, УФ-лучи властно вторгаются в земные дела.

Теперь оставалось немногое: непосредственно измерить интенсивность УФ-излучения Солнца. Создание баллистических ракет позволило исследователям вынести аппаратуру за пределы земной атмосферы, на высоту более 100 километров. И первые же запуски увенчались успехом: УФ-излучение Солнца было обнаружено и измерено. Излучение с длинами волн короче 0,15 мкм связано уже не с видимой поверхностью Солнца, а с более высокими и горячими атмосферными слоями.

С развитием спутниковой астрономии исследования ультрафиолетового излучения Солнца стало ее обязательным компонентом. Причина ясна: УФ-излучение контролирует состояние ионизованных слоев атмосферы, а следовательно, и условия радиосвязи на Земле, особенно в полярных районах. Эта не слишком приятная зависимость от капризов Солнца стало ослабевать лишь в последние десятилетия, с развитием спутниковой связи.

##### МЕСТО СОЛНЦА В ГАЛАКТИКЕ

В окрестностях Солнца удается проследить участи двух спиральных ветвей, удаленных от нас примерно на 3 тысячи световых лет. По созвездиям, где обнаруживаются эти участки, их называют рукавом Стрельца и рукавом Персея. Солнце находится почти посередине между этими спиральными ветвями. Правда, сравнительно близко (по галактическим меркам) от нас, в созвездии Ориона, проходит еще одно, не столь явно выраженная ветвь, считающаяся ответвлением одного из основных спиральных рукавов Галактики.

Расстояние от Солнца до центра Галактики составляет 23 – 28 тысяч световых лет, что составляет примерно 7 – 9 тысяч парсек. Это говорит о том, что Солнце располагается между центром и краем диска Галактики.

Вместе со всеми близкими звездами Солнце вращается вокруг центра Галактики со скоростью 200 – 220 километров в секунду, совершая один оборот примерно за 200 миллионов лет. Значит, за все время своего существования Земля облетела вокруг центра Галактики не более 30 раз.

Скорость вращения Солнца вокруг центра Галактики практически совпадает с той скоростью, с которой в данном районе движется волна уплотнения, формирующая спиральный рукав. Такая ситуация в общем неординарна для Галактики: спиральные ветви вращаются с постоянной угловой скоростью, как спицы колеса, а движение звезд подчиняется совершенно иной закономерности. Поэтому почти все звездное население диска то попадает внутрь спиральных ветвей, то выходит из них. Единственное место, где скорости звезд и рукавов совпадают, – это так называемая коротационная окружность. Именно вблизи нее и располагается Солнце.

Для Земли это обстоятельство крайне благоприятно. Ведь в спиральных ветвях происходят бурные процессы, порождающие мощное излучение, губительное для всего живого. И никакая атмосфера не могла бы от него защитить. Но наша планета существует в относительно спокойном месте Галактики и в течении сотен миллионов и миллиардов лет не испытывала катастрофического влияния космических катаклизмов. Может быть, именно поэтому на Земле могла сохраниться жизнь.

Долгое время положение Солнца среди звезд считалось самым заурядным. Сегодня мы знаем, что это не так: в известном смысле оно привилегированное. И это нужно учитывать, рассуждая о возможности существования жизни в других частях нашей Галактики.

**Циклы солнечной активности**

Число пятен на Солнце не является постоянным, оно меняется как день ото дня, так и в течение более длительных промежутков времени. Немецкий астроном-любитель Генрих Швабе, который 17 лет вел систематические наблюдения солнечных пятен, заметил: их количество убывает от максимума к минимуму, а затем увеличивается до максимального значения за период около 10 дет. При этом в максимуме на солнечном диске можно наблюдать 100 и более пятен, тогда как в минимуме – всего несколько, а иногда в течении целых недель не наблюдается ни одного. Сообщение о своем открытии Швабе опубликовал в 1843 году.

Швейцарский астроном Рудольф Вольф уточнил, что средний период изменения числа пятен составляет не 10, а 11 лет. Он же предложил для количественной оценки активности Солнца использовать условную величину, называемую с тех пор числом Вольфа. Оно определяется как сумма общего числа пятен на Солнце (f) и удесятеренного числа групп пятен (g), причем одно изолированное пятно тоже считается группой: **W = f + 10g** .

Цикл солнечной активности называют 11-летним во всех учебниках и популярных книгах по астрономии. Однако Солнце любит поступать по-своему. Так, за последние 50 лет промежуток между максимумами составлял в среднем 10,4 года. Вообще же за время регулярных наблюдений за Солнцем указанный период менялся от 7 до 17 лет. И это еще не все. Проанализировав наблюдения пятен с начала телескопических исследований, английский астроном Уолтер Маундер в 1893 году пришел к выводу, что с 1645 по 1715 годы на Солнце вообще не было пятен! Это заключение подтвердилось в более поздних работах; мало того, выяснилось, что подобные "отпуска" Солнце брало и в более далеком прошлом. Кстати, именно на "маундеровский минимум" пришелся период самых холодных зим в Европе за последнее тысячелетие.

Но и на этом сюрпризы солнечных циклов не кончаются. Ведущее пятно в группе (первое по направлению движения Солнца) обычно имеет одну полярность (например, северную),а замыкающее – противоположную (южную), и это правило выполняется для всех групп пятен в одном полушарии Солнца. В другом полушарии картина обратная: ведущие пятна в группах будут иметь южную полярность, а замыкающие – северную. Но, оказывается, при появлении пятен нового поколения(следующего цикла) полярность ведущих пятен меняется на противоположную! Лишь в цикле через один ведущие пятна обретают прежнюю полярность. Так что "истинный" солнечный цикл с возвращением прежней магнитной полярности ведущих пятен в действительности охватывает не 11, а 22 года (в среднем, конечно).

**КАК СОЛНЦЕ ВЛИЯЕТ НА ЗЕМЛЮ**

Солнце освещает и согревает нашу планету, без этого была бы возможна жизнь на ней не только человека, но даже микроорганизмов. Солнце – главный (хотя и не единственный) двигатель происходящих на Земле процессов. Но не только тепло и свет получает Земля от Солнца. Различный виды солнечного излучения и потоки частиц постоянно оказывают влияние на жизнь нашей планеты.

Солнце посылает на Землю электромагнитные волны всех областей спектра – от многокилометровых радиоволн до гамма-лучей. Окрестностей Земли достигают также заряженные частицы разных энергий – как высоких (солнечные космические лучи), так и низких и средних (потоки солнечного ветра, выбросы от вспышек). Наконец, Солнце испускает мощный поток элементарных частиц – нейтрино. Однако воздействие последних на земные процессы пренебрежимо мало: для этих частиц земной шар прозрачен, и они свободно пролетают сквозь него.

Только очень малая часть заряженных частиц из межпланетного пространства попадает в атмосферу Земли – остальные отклоняет иди задерживает геомагнитное поле. Но и их энергии достаточно для того, чтобы вызвать полярные сияния и возмущения магнитного поля нашей планеты.

*Энергия солнечного света*

Электромагнитное излучение подвергается строгому отбору в земной атмосфере. Она прозрачна только для видимого света и ближних ультрафиолетового и инфракрасного излучений, а также для радиоволн в сравнительно узком диапазоне (от сантиметровых до метровых). Все остальное излучение либо отражается, либо поглощается атмосферой, нагревая и ионизуя ее верхние слои.

Поглощение рентгеновских и жестких ультрафиолетовых лучей начинается на высотах 300 – 350 километров; на этих же высотах отражаются наиболее длинные радиоволны, приходящие из космоса. При сильных всплесках солнечного рентгеновского излучения от хромосферных вспышек рентгеновские кванты проникают до высот 80 – 100 километров, ионизуют атмосферу и вызывают нарушение связи на коротких волнах.

Мягкое (длинноволновое) ультрафиолетовое излучение способно проникать еще глубже, оно поглощается на высоте 30 – 35 километров. Здесь ультрафиолетовые кванты разбиваются на атомы (диссоциируют) молекулы кислорода (О2) с последующим образование озона (03). Тем самым создается не прозрачный для ультрафиолета "озонный экран", предохраняющий жизнь на Земле для гибельных лучей. Не поглотившаяся часть наиболее длинноволнового ультрафиолетового излучения доходит до земной поверхности. Именно эти лучи и вызывают у людей загар и даже ожоги кожи при длительном пребывании на солнце.

Излучение в видимом диапазоне поглощается слабо. Однако оно рассеивается атмосферой даже в отсутствие облаков, и часть его возвращается в межпланетное пространство. Облака, состоящие из капелек воды и твердых частиц, значительно усиливают отражение солнечного излучения. В результате до поверхности планеты доходит в среднем около половины падающего на границу земной атмосферы света.

Количество солнечной энергии, приходящейся на поверхность площадью 1 м2, развернутую перпендикулярно солнечным лучам на границе земной атмосферы, называется солнечной постоянной. Измерять ее с Земли очень трудно, и потому значения, найденные для начала космических исследований, были весьма приблизительными. Небольшие колебания (если они реально существовали) заведомо "тонули" в неточности измерений. Лишь выполнение специальной космической программы по определению солнечной постоянной позволило найти ее надежное значение. По последним данным, оно составляет 1370 Вт/м2 с точностью до 0,5%. Колебании, превышающих 0,2% за время измерений не выявлено.

На Земле излучение поглощается сушей и океаном. Нагретая Земля поверхность в свою очередь излучает в длинноволновой инфракрасной области. Для такого излучения азот и кислород атмосферы прозрачны. Зато оно жадно поглощается водяным паром и углекислым газом. Благодаря этим малым составляющим воздушная оболочка удерживает тепло. В этом и заключается парниковый эффект атмосферы. Между приходом солнечной энергии на Землю и ее потерями на планете в общем существует равновесие: сколько поступает, столько и расходуется. В противном случае температура земной поверхности вместе с атмосферой либо постоянно повышалась бы, либо падала.

*Солнечный ветер и межпланетные магнитные поля*

В конце 50-х годов ХХ века американский астрофизик Юджин Паркер пришел к выводу, что, поскольку газ в солнечной короне имеет высокую температуру, которая сохраняется с удалением от Солнца, он должен непрерывно расширяться, заполняя Солнечную систему. Результаты, полученные с помощью советских и американских космических аппаратов подтвердили правильность теории Паркера.

В межпланетном пространстве действительно мчится направленный от Солнца поток вещества, получивший название солнечный ветер. Он представляет собой продолжение расширяющейся солнечной короны; составляет его в основном ядра атомов водорода (протоны) и гелия (альфа-частицы), а также электроны. Частицы солнечного ветра летят со скоростями, составляющие несколько сот километров в секунду, удаляясь от Солнца на многие десятки астрономических единиц – туда, где межпланетная среда Солнечной системы переходит в разреженный межзвездный газ. А вместе с ветром в межпланетное пространство переносятся и солнечные магнитные поля.

Общее магнитное поле Солнца по форме линий магнитной индукции немного напоминает земную. Но силовые линии земного поля близ экватора замкнуты и не пропускают направленные к Земле заряженные частицы. Силовые линии солнечного поля, напротив, в экваториальной области разомкнуты и вытягиваются в межпланетное пространство, искривляясь подобно спиралям. Объяснятся это тем, что силовые линии остаются связанными с Солнцем, которое вращается вокруг своей оси. Солнечный ветер вместе с "вмороженным" в него магнитным полем формирует газовые хвосты комет, направляя их в стороны от Солнца. Встречая на своем пути Землю, солнечный ветер сильно деформирует ее магнитосферу, в результате чего наша планета обладает длинным магнитным "хвостом", также направленным от Солнца. Магнитное поле Земли чутко отзывается на обдувающие ее потоки солнечного вещества.

*Бомбардировка энергичными частицами*

Помимо непрерывно "дующего" солнечного ветра наше светило служит источником энергических заряженных частиц (в основном протонов, ядер атомов гелия и электронов) с энергией 106 – 109 электронвольт (эВ). Их называют солнечными космическими лучами. Расстояние от Солнца до Земли – 150 миллионов километров – наиболее энергичные из этих частиц покрывают всего за 10 – 15 минут. Основным источником солнечных космических лучей являются хромосферные вспышки.

По современным представлениям вспышка – это внезапное выделение энергии, накопленной в магнитном поле активной зоны. На определенной высоте над поверхностью Солнца возникает область, где магнитное поле на небольшом протяжении резко меняется по величине и направлению. В какой-то момент силовые линии поля внезапно "пересоединяются", конфигурация его резко меняется, что сопровождается ускорением заряженных частиц до высокой энергии, нагревом вещества и появлением жесткого электромагнитного излучения. При этом происходит выброс частиц высокой энергии в межпланетное пространство и наблюдается мощное излучение в радиодиапазоне.

Хотя "принцип действия" вспышки ученые, по-видимому, поняли правильно, детальной теории вспышек пока нет.

Вспышки – самые мощные взрывоподобные процессы, наблюдаемые на Солнце, точнее в его хромосфере. Они могут продолжаться всего несколько минут, но за это время выделяется энергия, которая иногда достигает 1025 джоулей. Примерно такое же количество тепла проходит от Солнца на всю поверхность нашей планеты за целый год.

Потоки жесткого рентгеновского излучения и солнечных космических лучей, рождающиеся при вспышках, оказывают сильное влияние на физические процессы в верхней атмосфере Земли и околоземном пространстве. Если не принять специальных мер, могут выйти из строя сложные космические приборы и солнечные батареи. Появляется даже серьезная опасность облучения космонавтов, находящихся на орбите. Поэтому в разных странах проводятся работы по научному предсказанию солнечных вспышек на основании измерения солнечных магнитных полей.

Как и рентгеновские излучение, солнечные космические лучи не доходят до поверхности Земли, но могут ионизовать верхние слои ее атмосферы, что сказывается на устойчивости радиосвязи между отдаленными пунктами. Но действие частиц этим не ограничивается. Быстрые частицы вызывают сильные токи в земной токи в земной атмосфере, приводят в возмущению магнитного поля нашей планеты и даже влияют на циркуляцию воздуха в атмосфере.

Наиболее ярким и впечатляющим проявлением бомбардировки атмосферы солнечными частицами является полярное сияние. Это свечение в верхних слоях атмосферы, имеющее либо размытые (диффузные) формы, либо вид корон или занавесей (драпри), состоящих из многочисленных отдельных лучей. Сияние обычно бывают красного или зеленого цвета: именно так светятся основные составляющие атмосферы – кислород и азот – при облучении их энергичными частицами. Зрелище бесшумно возникающих красных и зеленых полос и лучей, беззвучная игра цветов, медленная или почти мгновенное угасание колеблющихся "занавесей" оставляют незабываемое впечатление. Подобные явления лучше всего видны вдоль овала полярных сияний, расположенного между 10° и 20° широты от магнитных полюсов. В период максимумов солнечной активности Северного полушария овал смещается к югу, и сияние можно наблюдать в более низких широтах.

Частота и интенсивность полярных сияний достаточно четко следуют солнечному циклу: в максимуме солнечной активности редкий день обходится без сияний, а в минимуме они могут отсутствовать месяцами. Наличие или отсутствие полярных сияний, таким образом, служит неплохим показателем активности Солнца. И это позволяет проследить солнечные циклы в прошлом, за пределами того исторического периода, когда проводились систематические наблюдения солнечных пятен.

*Активность Солнца и здоровье людей*

Александр Леонидович Чижевский внес большой вклад в изучение влияние Солнца на возникновение эпидемических заболеваний. Результаты этих исследований имеют особую ценность: ведь он работал с материалом тех эпох, когда медицина еще не умела бороться ни с чумой, ни с холерой, ни с тифом. Стихийный характер возникновения и распространения эпидемий давал надежду выявить их взаимосвязь с солнечной активностью "в чистом виде" На обширном материале ученый показал, что самые сильные и смертоносные эпидемии всегда совпадали с максимумами солнечной активности. Такая же закономерность была обнаружена для заболеваний дифтерией, менингитом, полиомиелитом, дизентерией и скарлатиной.

А в начале 60-х годов появились научные публикации о связи сердечно-сосудистых заболеваний с солнечной активностью. В них было показано, что наиболее подвержены солнечному воздействию люди, уже перенесшие один инфаркт. При этом выяснилось, что их организм реагирует не на абсолютное значение уровня активности, а на скорость его изменения.

В ряду многообразных проявлений солнечной активности особое место занимают хромосферные вспышки. Эти мощные взрывные процессы существенно влияют на магнитосферу, атмосферу и биосферу Земли. Магнитное поле Земли начинает беспорядочно меняться, и это является причиной магнитных бурь.

В 30-х годах ХХ столетия в городе Ницце (Франция) случайно было замечено, что число инфарктов миокарда и инсультов у пожилых людей резко возрастает в те дни, когда на местной телефонной станции наблюдались сильные нарушения связи вплоть до полного ее прекращения. Как впоследствии выяснилось, нарушения телефонной связи были вызваны магнитными бурями.

Сведения о влиянии магнитного поля на организм человека имелись и в глубокой древности. Лечебные свойства магнита описывали Аристотель и Плиний Старший, Парацельс и Вильям Гилберт. Сейчас установлено, что магнитное поле прежде всего влияет на регуляторные системы организма (нервную, эндокринную и кровеносную). Его воздействие затормаживает условные и безусловные рефлексы, меняет состав крови. Такая реакция на магнитное поле объясняется в первую очередь изменением свойств водных растворов в организме человека.

В 1934 году английские ученые Джон Бернал и Ральф Фаулер высказали гипотезу, что вода может проявлять свойства, присущие твердым кристаллам. Впоследствии эта гипотеза была экспериментально доказана, а в наше время жидкие кристаллы широко распространены в быту: они применяются в электронных часах, калькуляторах пейджерах и других устройств (недавно появились жидкокристаллические мониторы). В обычных условиях кристаллическая структура воды крайне неустойчива и слабо себя проявляет. Но если воду пропустить через постоянное магнитное поле, эта структура становится заметной, а сама вода приобретает ряд необычных свойств. Так, "намагниченная" вода дает гораздо меньше накипи, изменяется ее диэлектрическая проницаемость, она иначе поглощает свет, а прорастание семян и рост растений, обработанных такой водой, происходит гораздо быстрее.

В любом живом организме более 70% воды, которая составляет неотъемлемую часть клеток и тканей. Если предположить, что для "намагничивания" воды внутри организма достаточно даже относительно слабого поля Земли, то в периоды магнитных бурь следует ожидать резкого изменения процессов жизнедеятельности. Поскольку эти процессы протекают на клеточном уровне, магнитная буря будет вызывать изменения в поведении всего живого, начиная с человека и кончая микробом. Вот почему в годы активного излучения Солнца могут проходить столь несхожие события, как Варфоломеевская ночь или опустошительные набеги саранчи.

Список использованной литературы:

1. Энциклопедия для детей. Астрономия. – М.: Аванта+, 1997 год.
2. Г.А. Гуреев. Земля и небо. – М.:Сашко, 1993 год.
3. Л. Алексеева. Небесные сполохи и земные заботы. – М.: Мир, 1995 год.
4. Н.П. Русин, Л.Л. Флит. Солнце на земле. – М.: Тригон, 1994 год.
5. Ф.Л. Уилл. Семья Солнца – Сп-Б.:Художественная литература, 1995 год.
6. Е.П. Левитан. Учебник астрономии для 11-х классов. – М.: Просвещение, 1994 год.