Основные характеристики Солнца. Солнце лишь одна из бесчисленного множества звёзд, существующих в природе. Благодаря близости Земли к Солнцу мы имеем возможность изучать происходящие на нём процессы и по ним судить об аналогичных процессах в звёздах, непосредственно не видимых из-за колоссального их удаления.

Шарообразное Солнце представляется нам светящимся диском.

Видимая поверхность Солнца называется фотосферой, её радиус считается радиусом Солнца.

На среднем расстоянии от Солнца до Земли (а0 = 1 а. е.) угол, под которым виден радиус фотосферы, 0 = 16', поэтому линейный радиус Солнца что в 109 раз превышает радиус Земли, который примерно равен.

Масса Солнца определяется по движению Земли вокруг Солнца и третьему обобщённому закону Кеплера, согласно которому (если пренебречь массой планеты по сравнению с массой Солнца).

В этой формуле а = а0, G = 6,67 • 10”11 м3/кг • с2 — гравитационная постоянная; Т = Т0 = 365,25 сут. — период обращения Земли вокруг Солнца. Так как 1 сут. = 1440 мин = 86 400 с, то Т0 = 365,25 • 86 400 = = 3,2 • 107 с.

Масса Земли для сравнения.

Ускорение свободного падения на поверхности Солнца в 28 раз больше, чем на поверхности Земли, и равно 274 м/с2.

На фотографических снимках Солнца часто видны тёмные пятна, возникающие в его фотосфере. Если в течение нескольких дней следить за пятнами, то можно заметить их перемещение, что указывает на вращение Солнца вокруг оси. Такие наблюдения показали, что Солнце вращается не как твёрдое тело. Период его обращения вокруг оси вблизи экватора составляет 25 сут., а вблизи полюса — 30 сут. Линейная скорость вращения точки на экваторе Солнца составляет 2 км/с.

Измерение освещённости, которую создаёт Солнце на Земле, показало, что на земную поверхность площадью 1 м2, расположенную перпендикулярно к солнечным лучам, ежесекундно поступает от Солнца определённая энергия, равная 1370 Дж.

Энергия, ежесекундно падающая от Солнца на земную поверхность площадью 1 м2, расположенную перпендикулярно к солнечным лучам, называется солнечной постоянной: Е0 = 1,37 кВт/м2.

Светимость Солнца LQ — это мощность солнечного излучения — энергия, излучаемая Солнцем за 1 с со всей его поверхности.

Для того чтобы определить светимость, достаточно умножить солнечную постоянную на площадь поверхности сферы, в центре которой находится Солнце и радиус которой равен расстоянию от Земли до Солнца: а0 = 1,5 1011 м. Так как площадь поверхности сферы радиусом а0 равна S = 4лао, где л = 3,14, то светимость Солнца.

На долю Земли приходится всего лишь одна двухсотмиллиардная доля энергии, излучаемой Солнцем, но и её достаточно для расцвета и многообразия жизни на нашей планете.

Судить о температуре Солнца (и звёзд) мы можем только по его (их) излучению. Солнце является источником излучения различных длин волн — от длинноволнового радиоизлучения до коротковолнового рентгеновского и гамма-излучений. На рисунке XIII цветной вклейки показан наблюдаемый спектр Солнца в видимом диапазоне длин волн, полученный с помощью спектрографа. На нём мы видим, что на фоне непрерывного спектра (цветная радуга) видны линии поглощения различных химических элементов.

По наличию спектральных линий астрономы определяют химический состав Солнца. Оказалось, что Солнце почти на 71 % состоит из водорода, 27 % составляет гелий, на остальные химические элементы приходится около 2 % массы.

Астрономы предполагают, что излучение Солнца близко по своим характеристикам к излучению абсолютно чёрного тела, законы излучения которого хорошо известны.

Длина волны А.тах, на которую приходится максимум излучения нагретого тела, связана с температурой Т формулой.

Максимум излучения Солнца приходится на длину волны А-max = 4,8 • 10-7 м, следовательно, температура Солнца должна быть.

Другой метод оценки температуры основан на законе Стефана—Больцмана.

Мощность излучения г с квадратного метра поверхности абсолютно чёрного тела пропорциональна четвёртой степени его абсолютной температуры Т, т. е.

Так как площадь солнечной поверхности S = 4nRQ, то светимость Солнца.

Отсюда следует, что температура солнечной фотосферы. Подставляя в эту формулу указанные выше значения, получаем, что TQ = 5800 К, что мало отличается от результата, полученного по закону Вина. Обычно среднюю температуру солнечной фотосферы считают близкой к 6000 К.

Строение солнечной атмосферы. Все виды излучений, которые мы воспринимаем от Солнца, образуются в его самых верхних слоях, в атмосфере. Самый глубокий и плотный слой атмосферы — фотосфера — имеет толщину около 200 км, плотность вещества в ней составляет 10~4 кг/м3, что значительно меньше плотности земной атмосферы. Несмотря на малое значение толщины и плотности, фотосфера непрозрачна для всех видов излучений, образующихся в более глубоких слоях Солнца, поэтому мы не можем заглянуть в его подфотосферные слои.

Зернистая структура, которая видна в фотосфере, получила название грануляции (см. рис. VI на цветной вклейке).

Характерные угловые размеры гранул, напоминающих по виду рисовые зёрна, составляют 1—2', но линейные их размеры достигают тысяч километров и более. Наблюдения показывают, что грануляция находится в непрерывном движении и изменении. Гранулы живут от 5 до 10 мин, а потом на их месте появляются новые. В центре более яркой и горячей части гранулы происходит подъём из-под фотосферы более горячего вещества и опускание под фотосферу более тёмного и холодного вещества, окаймляющего гранулу. Скорость подъёма и опускания газа составляет около 1 км/с, а разница между температурой горячего и холодного вещества близка к 300 К. Таким образом, грануляция на Солнце указывает на то, что энергия в фотосферу поступает из более глубоких и горячих слоёв Солнца путём конвекции.

На ярком фоне фотосферы наблюдаются тёмные пятна. На рисунке VI цветной вклейки показан участок фотосферы с пятном. Размеры солнечных пятен могут превышать 10 ООО км! Такие крупные пятна хорошо видны даже невооружённым глазом (конечно, только сквозь тёмный светофильтр).

На фоне ослепительно яркой фотосферы пятно кажется нам чёрным. Однако измерения показали, что яркость пятен в 5—10 раз меньше яркости окружающей фотосферы, а их реальный цвет — красноватый. Таким образом, температура пятен около 4000 К.

Наблюдения показали наличие сильного магнитного поля в пятнах. В некоторых пятнах магнитная индукция достигает 0,5 Тл, в то время как в среднем в фотосфере она составляет 10 4—10\_о Тл.

На рисунке IX цветной вклейки показана фотография Солнца, полученная во время полного солнечного затмения. На снимке хорошо видна внешняя часть солнечной атмосферы — корона, имеющая вид лучистого жемчужного сияния, яркость которого в миллион раз меньше яркости фотосферы. Корона прослеживается до расстояний в десять радиусов Солнца и более.

Солнечная корона нагрета до температуры около 2 • 106 К. При такой температуре вещество короны представляет собой полностью ионизованную плазму, излучающую в рентгеновском диапазоне. И действительно, при наблюдениях в рентгеновские телескопы, которые установлены на космических астрономических обсерваториях за пределами земной атмосферы, солнечная корона представляется в полной красе, в то время как поверхность Солнца (фотосфера) практически не видна.

Во время полных солнечных затмений на краю Солнца, во внутренних слоях солнечной короны, наблюдаются протуберанцы.

Протуберанцы — это струи горячего вещества Солнца, имеющие вид выступов и фонтанов.

Некоторые из них — спокойные протуберанцы — в течение многих часов висят над солнечной поверхностью, другие — эруптивные (взрывные) — внезапно с огромной скоростью взлетают над поверхностью, быстро поднимаются до высоты в десятки и даже сотни тысяч километров и так же быстро падают вниз.

Из короны в межпланетное пространство истекает непрерывный поток частиц (протонов, ядер гелия, ионов, электронов), называемый солнечным ветром. Частицы солнечного ветра покидают солнечную корону со скоростью около 800 км/с, поэтому солнечное притяжение не может их удержать. Вблизи Земли скорость солнечного ветра достигает 500 км/с.

Солнечная активность. На рисунке 15.1 показано наблюдаемое изменение числа пятен на Солнце с начала XVII в. Когда наблюдается максимальное число пятен, то говорят о максимуме солнечной активности. В годы максимума солнечной активности значительно возрастает число мощных протуберанцев, в такт с солнечной активностью меняется и форма солнечной короны.

Цикл солнечной активности длится около 11 лет.

Одним из самых значительных проявлений солнечной активности являются солнечные вспышки, во время которых выделяется колоссальная энергия — в течение десятка минут выделяется энергия до 102° Дж. В результате наблюдений со спутников было установлено, что во время солнечных вспышек происходит резкое усиление ультрафиолетового излучения, появляются мощные рентгеновское и гамма-излучения. Датчики быстрых заряженных частиц, установленные на искусственных спутниках, показали, что при мощных солнечных вспышках в межпланетное пространство выбрасываются с огромными скоростями, иногда доходящими до 100 000 км/с, мириады частиц, обладающих большой кинетической энергией и получивших название солнечных космических лучей. Их основной состав — ядра атомов водорода, гелия, а также электроны.

Вспышки и другие проявления солнечной активности оказывают значительное влияние на физические условия в земной атмосфере и околоземном космическом пространстве и, как следствие, на биологические явления.