



## Раздел VI

# Солнце — дневная звезда

### § 19. Солнце как звезда

**1. Общие сведения.** Солнце имеет исключительное значение в жизни человека. Оно обеспечивает нас светом, теплом, является источником всех видов энергии, используемых людьми. Солнце влияет на магнитное поле и верхние слои атмосферы Земли, вызывая магнитные бури, ионизацию и циркуляцию атмосферы. Солнечная «погода» влияет на климат, биосферу и земную жизнь в целом.

**Солнце** — центральное тело Солнечной системы, типичная звезда, представляющая собой раскаленный плазменный шар. Солнце — одна из 400 млрд звезд нашей Галактики. Детально изучая физическую природу Солнца, мы получаем важнейшие сведения о природе остальных звезд. Диск Солнца, видимый с Земли, — ослепительно желтый круг со средним угловым диаметром 32'. Свет от него доходит до Земли за 8 мин 20 с.

Диаметр Солнца равен 1 млн 392 тыс. км (109 диаметров Земли). Объем Солнца, таким образом, более чем в миллион раз превосходит объем Земли, а его масса составляет  $M_{\odot} = 1,99 \cdot 10^{30}$  кг, что примерно равно 330 000 земных масс.

Измерения за пределами земной атмосферы показали, что на площадку  $1 \text{ м}^2$ , расположенную перпендикулярно солнечным лучам, каждую секунду поступает энергия, практически не меняющаяся в течение длительного промежутка времени. Она получила название **солнечной постоянной**. Солнечная постоянная равна  $1,37 \text{ кВт/м}^2$ .

**Светимость Солнца**, или полное количество энергии, излучаемое Солнцем по всем направлениям в единицу времени, определим следующим образом: величину солнечной постоянной умножим на площадь сферы с радиусом  $r$  в одну астрономическую единицу ( $1 \text{ а. е.} = 149,6 \cdot 10^9 \text{ м}$ ). Она получится равной:

$$L_{\odot} = 4\pi r^2 \cdot 1370 \text{ Вт/м}^2 = 3,85 \cdot 10^{26} \text{ Вт.}$$

На Землю попадает ничтожная часть солнечной энергии, составляющая около половины миллиардной доли указанного выше значения.

**2. Спектр и химический состав.** Почти все наши знания о Солнце основаны на изучении его спектра. Химические элементы, которые присутствуют в атмосфере Солнца, поглощают из непрерывного спектра, излучаемого фотосферой, свет определенной частоты. В результате в непрерывном спектре появляются темные линии. Как мы уже отмечали, Й. Фраунгофер впервые изучил и зарисовал 576 темных линий солнечного спектра. Ученый правильно указал, что источник темных спектральных линий — солнечная атмосфера. По положению в спектре (т. е. длинам волн) и интенсивностям этих фраунгоферовых линий можно установить, какие химические элементы присутствуют в солнечной атмосфере (рис. 109).

В видимой области спектра уже отождествлено свыше 30 тыс. линий для 70 химических элементов, присутствующих в атмосфере Солнца. Фраунгоферовы линии по интенсивности и ширине чрезвычайно разнообразны. Анализ спектральных линий показал, что преобладающим элементом на Солнце является

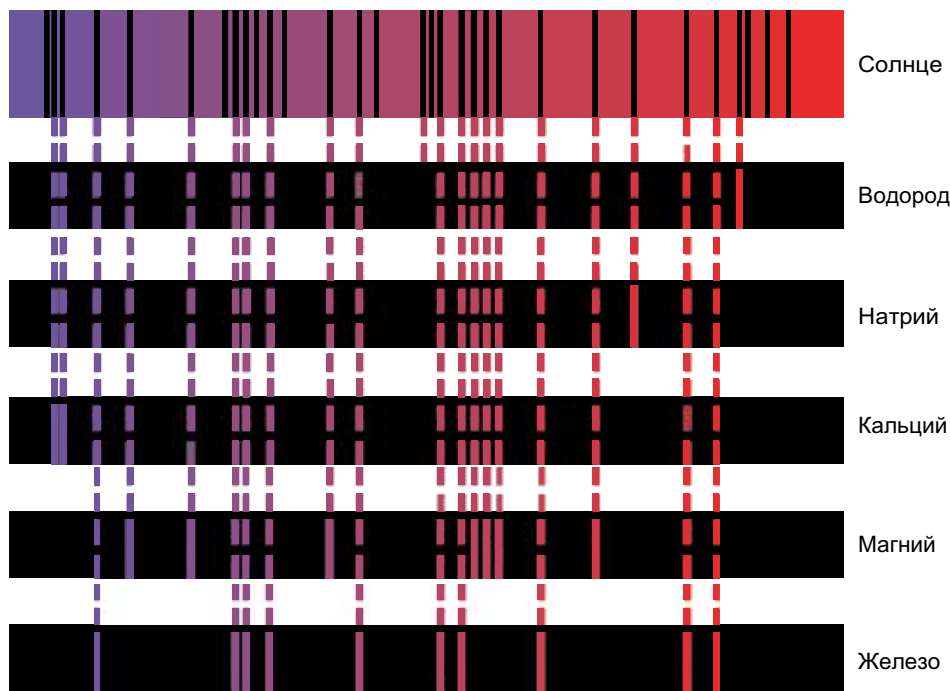


Рис. 109. Соответствие между положением фраунгоферовых линий солнечного спектра и линий химических элементов

водород — на его долю приходится примерно 74 % массы Солнца, около 24 % приходится на гелий и около 2 % на другие элементы.

**3. Внутреннее строение.** Основываясь на данных о радиусе, массе, светимости Солнца, на физических законах (которые в силу своей универсальности применимы и в условиях других небесных тел), можно получить данные о давлении, плотности, температуре и химическом составе на разных расстояниях от центра Солнца. При приближении к центру Солнца растут, достигая максимальных значений, температура, давление и плотность. Химический состав Солнца тоже различается: процентное содержание водорода меньше всего в центре.

Высокое давление внутри Солнца обусловлено действием вышележащих слоев. Силы тяготения стремятся сжать Солнце. Им противодействуют упругость горячего газа и давление излучения, идущие из недр. Эти силы стремятся расширить Солнце. Тяготение, с одной стороны, а упругость газов и давление излучения, с другой стороны, уравнивают друг друга. Равновесие имеет место во всех слоях от поверхности до центра Солнца. Такое состояние Солнца и звезд называется **гидростатическим равновесием**. Эта простая идея была выдвинута в 1924 г. английским астрофизиком Артуром Эддингтоном. Она позволила составить уравнения, по которым рассчитывают модели внутреннего строения Солнца, а также других звезд. Такие модели представляют собой совокупность параметров звездного вещества (температура, давление, плотность и т. д.) на разных глубинах. В таблице 13 приведена так называемая модель внутреннего строения Солнца, т. е. зависимость его физических свойств от глубины.

Таблица 13. Модель внутреннего строения Солнца

Расстояние от центра $R/R_{\odot}$	Температура $T, \text{ К}$	Давление $p, \text{ Па}$	Плотность $\rho, \times 10^3 \text{ кг/м}^3$
0	$1,5 \cdot 10^7$	$2,2 \cdot 10^{16}$	150
0,2	$1,0 \cdot 10^7$	$4,6 \cdot 10^{15}$	36
0,5	$3,4 \cdot 10^6$	$6,1 \cdot 10^{13}$	1,3
0,8	$1,3 \cdot 10^6$	$6,2 \cdot 10^{11}$	0,035
0,98	$1,0 \cdot 10^6$	$1,0 \cdot 10^9$	0,001

Как видно из таблицы, температура в центре Солнца ( $R/R_{\odot} = 0$ ) достигает 15 млн градусов. Именно в этой области — **зоне ядерных реакций** — генерируется энергия Солнца.

Мы уже знаем, что солнечное вещество в основном состоит из водорода. При огромных давлениях и температурах протоны (ядра водорода) движутся со скоростями в сотни километров в секунду. Внутри Солнца (на расстояниях до 0,3 радиуса от центра) создаются условия, благоприятные для протекания термоядерных реакций превращения атомов легких химических элементов

в более тяжелые атомы (рис. 110). Из ядер водорода образуется гелий. Для образования одного ядра гелия требуется 4 ядра водорода. На промежуточных стадиях образуются ядра тяжелого водорода  ${}^2\text{H}$  (дейтерия) и ядра изотопа  ${}^3\text{He}$ . Эта реакция называется **протон-протонной** (рис. 111). При реакции небольшое количество массы реагирующих ядер водорода теряется, преобразуясь в огромное количество энергии. Выделившаяся энергия поддерживает излучение Солнца. Через слои, окружающие центральную часть звезды, эта энергия передается наружу.

В области от 0,3 до 0,7 радиуса от центра Солнца находится **зона лучистого переноса энергии**, где энергия распространяется через поглощение и излучение гамма-квантов.

Рождающиеся в центре Солнца гамма-кванты имеют энергию в миллионы раз большую, чем энергия квантов видимого света. Длина волны гамма-квантов очень мала. В процессе поглощения квантов атомами и дальнейшего их переизлучения происходит постепенное уменьшение их энергии и увеличение длины волны. Количество квантов во время этого процесса возрастает. Мощные гамма-кванты постепенно дробятся на обладающие меньшей энергией: возникают рентгеновские, ультрафиолетовые и, наконец, видимые и инфракрасные лучи.



Рис. 110. Строение Солнца

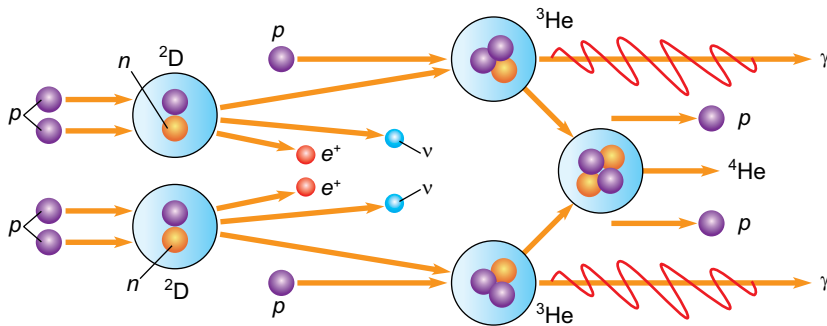


Рис. 111. Схема протон-протонной реакции:  $p$  — протон;  $n$  — нейтрон;  ${}^2\text{D}$  — ядро дейтерия;  ${}^3\text{He}$ ,  ${}^4\text{He}$  — ядра изотопов гелия;  $e^+$  — позитрон;  $\nu$  — нейтрино;  $\gamma$  — гамма-квант

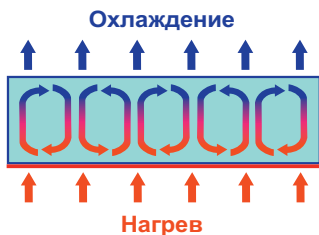


Рис. 112. Энергия передается излучением от ядра Солнца. Главным переносчиком энергии у поверхности становится конвекция

В области последней трети радиуса Солнца находится **конвективная зона**. Здесь энергия передается не излучением, а посредством конвекции (перемешивания) (рис. 112). Причина возникновения конвекции в наружных слоях Солнца та же, что и в сосуде с кипящей водой: количество энергии, поступающее от нагревателя, гораздо больше того, которое отводится теплопроводностью. Поэтому вещество приходит в движение и само начинает переносить тепло. Конвективная зона простирается практически до самой видимой поверхности Солнца (фотосферы).

**4. Источники энергии.** Анализ химического состава земных, лунных пород и метеоритов указывает на то, что Солнечная система образовалась около 4,7 млрд лет назад. Солнце, по современным данным, существует около 5 млрд лет. За последние 3 млрд лет его светимость почти не изменилась. Полная энергия Солнца, выделенная за это время, равна  $E_{\odot} \approx L_{\odot} t = 3,5 \cdot 10^{43}$  Дж. Разделив эту величину на полную массу Солнца, получим, что каждый килограмм солнечного вещества выделил около  $1,8 \cdot 10^{13}$  Дж энергии. Реально эта величина еще больше, так как мы не учли первые 2 млрд лет. Ни одно химическое горючее не может обеспечить такую величину внутренней энергии, которую может выделить 1 кг солнечного вещества.

В среднем Солнце теряет примерно 4 млн тонн водорода в секунду. На первый взгляд эта величина может показаться огромной. Однако она ничтожна по сравнению с полной массой Солнца. Расчеты показывают, что водорода в недрах достаточно для поддержания свечения Солнца на современном уровне еще на протяжении 5 млрд лет.



### Главные выводы

1. Солнце — единственная звезда в Солнечной системе, представляющая собой горячий плазменный шар, диаметр которой больше диаметра Земли в 109 раз и масса которой в 330 тыс. раз больше массы Земли.
2. Количество лучистой энергии, ежесекундно поступающей от Солнца на единицу площади земной поверхности, — солнечная постоянная — практически не меняется на протяжении миллиардов лет.
3. Преобладающие химические элементы на Солнце — водород и гелий.
4. Источником энергии Солнца являются реакции термоядерного синтеза, протекающие в его недрах.



### Контрольные вопросы и задания

1. Что такое солнечная постоянная? Как ее определили?
2. Что понимают под светимостью Солнца? Чему она равна?
3. Какие химические элементы являются преобладающими для Солнца?
4. Опишите внутреннее строение Солнца.
5. На какие зоны условно подразделяются недра Солнца? Какие процессы происходят в каждой из этих зон?
6. Что является источником солнечной энергии?
7. Зная солнечную постоянную для Земли, вычислите величину солнечной постоянной для Марса, если расстояние от Солнца до Марса до Марса 1,524 а. е.
8. В спектре Солнца бóльшая интенсивность излучения приходится на длину волны  $\lambda = 550$  нм. Определите соответствующую температуру поверхности Солнца.

## § 20. Строение солнечной атмосферы

**1. Фотосфера.** Диск Солнца кажется резко очерченным. Это происходит потому, что практически все видимое излучение Солнца исходит из очень тонкого слоя — **фотосферы**. Слабое излучение более высоких слоев Солнца можно наблюдать во время полного солнечного затмения, когда диск Луны полностью закрывает фотосферу и становятся видны хромосфера и корона. Таким образом, атмосферой Солнца называются три внешних слоя Солнца, расположенные выше конвективной зоны: фотосфера, хромосфера и корона (рис. 113).

Толщина фотосферы не превышает 300 км. В телескоп видно, что вся поверхность Солнца покрыта гранулами, каждая диаметром около 700 км. Это огромные пузыри плазмы. Рисунок, который образуют гранулы, постоянно изменяется (буквально за 5—10 мин они успевают появиться и исчезнуть). Плазма в гранулах поднимается вверх и, остывая, в межгранульных пространствах опускается вниз. Поэтому разность температур гранул и темных промежутков достигает 600 К. Процесс постоянного возникновения и исчезновения гранул в фотосфере называется **грануляцией**. Самые приметные объекты на Солнце — это

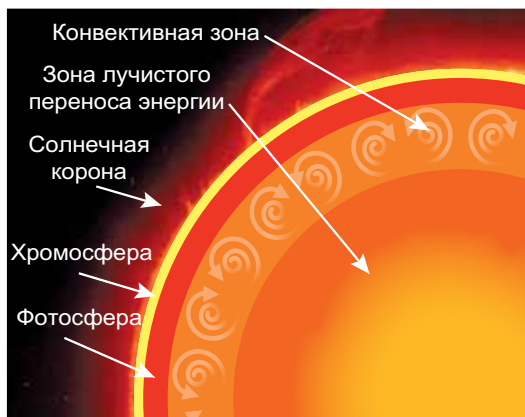


Рис. 113. Строение солнечной атмосферы

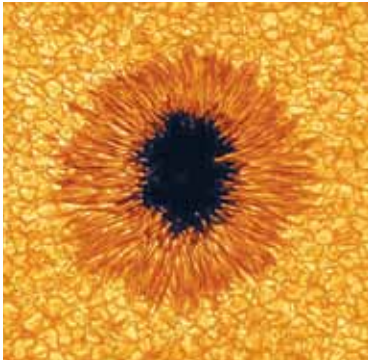


Рис. 114. Солнечное пятно и фотосферная грануляция

темные пятна (рис. 114, 115). Диаметры пятен иногда достигают 200 тыс. км. Совсем маленькие пятна называют порами.

Картина солнечных пятен, хотя и несколько медленнее, также постоянно меняется: пятна появляются, растут и распадаются (см. рис. 115). Время жизни групп пятен составляет два или три оборота Солнца вокруг своей оси. Пятна холоднее окружающей фотосферы на 2—2,5 тыс. градусов, поэтому на общем фоне солнечного диска они выглядят темнее. Солнечные пятна обычно появляются группами в пределах небольшой области, вытянутой параллельно экватору. По раз-

мерам в группе выделяются два пятна: головное (западное) пятно, идущее впереди по вращению Солнца, и хвостовое.

Систематические наблюдения солнечных пятен показывают, что Солнце вращается в направлении движения планет и плоскость солнечного экватора наклонена к плоскости эклиптики под углом  $7^{\circ}15'$ . Также обнаружено, что угловая скорость вращения Солнца убывает от экватора к полюсам. Период вращения Солнца изменяется от 25 суток на экваторе до 30 суток у полюсов.

Многолетние наблюдения образования пятен на Солнце показали, что имеются циклические колебания числа пятен. Иногда их не бывает совсем, а иногда одновременно возникают десятки крупных пятен. Средняя продолжительность такого цикла составляет примерно 11 лет.

Кроме пятен, в фотосфере наблюдаются **факелы** — яркие области, в зоне которых часто и развиваются темные пятна. Факелы имеют сложную волокнистую структуру, их температура на несколько сотен градусов превышает температуру фотосферы.

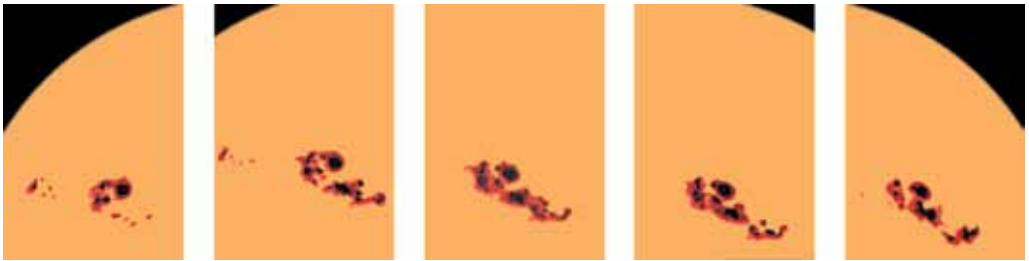


Рис. 115. Динамика изменения размеров и формы группы солнечных пятен. Вследствие вращения Солнца группы пятен кажутся перемещающимися по диску

Образование пятен и факелов связано с магнитным полем Солнца. Индукция магнитного поля Солнца в среднем в два раза выше, чем на поверхности Земли, однако в местах появления солнечных факелов она увеличивается в сотни раз, а в местах появления пятен — в тысячи раз, достигая 0,5 Тл. Это приводит первоначально к облегчению конвекции и появлению факела, а потом — к ослаблению и появлению темного пятна.

**2. Температура фотосферы.** В непрерывном спектре Солнца максимальная энергия излучения приходится на длину волны  $\lambda_{\max} = 480$  нм. Тогда по закону смещения Вина получаем:

$$T = \frac{0,0029}{\lambda_{\max}}, \quad \text{откуда } T = 6000 \text{ К.}$$

**3. Внешние слои атмосферы: хромосфера и корона.** Над фотосферой находится **хромосфера** Солнца. Общая ее протяженность 10—15 тыс. км. Температура в хромосфере с высотой не падает, а растет от 4500 К до нескольких десятков тысяч. Излучение хромосферы в сотни раз меньше фотосферного, поэтому для ее наблюдения применяют специальные методы, позволяющие выделять слабое излучение. Хромосфера весьма неоднородна и представляется наблюдателю в виде постоянно вьющихся продолговатых язычков — **спикул** — длиной порядка 10 тыс. км. Спикулы выбрасываются из нижней хромосферы со скоростями до 30 км/с; время их жизни составляет несколько минут.

На краю солнечного диска хорошо видны **протуберанцы** (см. рис. 110) — плотные конденсации вещества, поднятые над поверхностью линиями магнитного поля в виде арок или выступов (рис. 116). Протуберанцы бывают спокойные, активные и эруптивные. Они выделяются на фоне короны, так как имеют более высокую плотность. Скорость движения вещества активных протуберанцев достигает 200 км/с, а высота подъема — 40 радиусов Земли.

На Солнце наблюдаются взрывные выбросы энергии и вещества (со скоростью до 100 тыс. км/с), охватывающие значительные области поверхностного

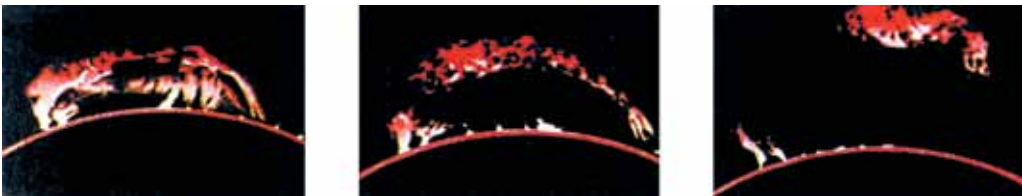


Рис. 116. Изменения протуберанца, наблюдавшегося в течение нескольких часов



Рис. 117. Вспышка на Солнце



Рис. 118. Солнечная корона во время затмения Солнца



слоя, — **вспышки** (рис. 117). Эти яркие образования существуют от нескольких минут до 3 ч. Обычно солнечные вспышки (с выбросами энергии до  $10^{25}$  Дж) проходят вблизи быстро развивающихся групп солнечных пятен.

**Солнечная корона** — самая разреженная и горячая оболочка Солнца, распространяющаяся от него на несколько солнечных радиусов и имеющая температуру плазмы от 1 до 2 млн градусов (рис. 118). Яркость солнечной короны в миллион раз меньше, чем фотосферы. Поэтому наблюдать солнечную корону можно во время полных солнечных затмений или с помощью специальных телескопов-коронографов. Высокая температура и разреженность короны подтверждена спектральным анализом, а также результатами измерения ее радио- и рентгеновского излучения.

Нагревание короны до высоких температур осуществляется за счет передачи энергии колебательных (конвективных) движений вещества из фотосферы. Волны (с частотой звуковых колебаний) в короне, где плотность вещества быстро убывает, становятся ударными. Они быстро затухают, происходит преобразование механической энергии волн в тепло. Из-за высокой температуры плотность короны убывает медленно, поэтому самые внешние слои атмосферы Солнца тянутся вплоть до орбиты Земли.

**4. Магнитные поля и активные образования.** Масса, радиус, количество энергии, излучаемой Солнцем, остаются практически постоянными, но на всех уровнях солнечной атмосферы наблюдаются структурные образования, изменяющие свои физические параметры во времени. Совокупность нестационарных процессов, периодически возникающих в солнечной атмосфере, называется **солнечной активностью**. Проявлением солнечной активности являются пятна, факелы в фотосфере, протуберанцы, вспышки и выбросы вещества в хромосфере и короне. Места, где они возникают, называются **активными областями**

(рис. 119). Все активные образования связаны между собой с помощью изменяющихся магнитных полей, которые всегда присутствуют в активных областях Солнца. Центры активности, зарождаясь на некоторой глубине под фотосферой, простираются в виде ярусов далеко в солнечную корону.

Не только появление пятен, но и солнечная активность в целом имеют 11-летнюю цикличность (колебание циклов фактически проходит в пределах от 7,5 до 16 лет).



Рис. 119. Солнце в рентгеновских лучах. Наиболее яркие места — области проявления солнечной активности

### ! Главные выводы

1. Внешняя газовая оболочка Солнца — атмосфера — состоит из фотосферы, хромосферы и короны.
2. Локальные, периодически возникающие изменения магнитных полей порождают активные процессы в атмосфере Солнца.
3. Активные процессы на Солнце являются причиной возникновения в слоях атмосферы пятен, факелов, протуберанцев, вспышек и др.
4. Солнечные вспышки — наиболее мощные взрывные процессы в атмосфере Солнца.
5. Солнечная активность имеет 11-летнюю цикличность.

### ? Контрольные вопросы и задания

1. Из каких оболочек состоит атмосфера Солнца?
2. Что такое фотосфера Солнца?
3. Какие объекты характерны для фотосферы Солнца?
4. Почему солнечные пятна темнее, чем фотосфера?
5. Что понимают под грануляцией?
6. Что понимают под хромосферой и короной Солнца?
7. Какие явления наблюдаются в хромосфере и короне Солнца?
8. Что такое солнечная активность и какова ее цикличность?

## § 21. Влияние Солнца на жизнь Земли

### 1. Интенсивность солнечного излучения вне оптического диапазона.

Электромагнитное излучение Солнца, максимум которого приходится на видимую часть спектра, проходит строгий отбор в земной атмосфере (см. § 17).

В ультрафиолетовом и рентгеновском диапазонах мощность солнечного излучения резко уменьшается — в сотни тысяч раз по сравнению с мощностью излучения в оптическом диапазоне. Но если в оптическом диапазоне Солнце является постоянной звездой, то излучение в коротковолновой области спектра зависит от солнечной активности, увеличиваясь или уменьшаясь в несколько раз в течение 11-летнего солнечного цикла. Сильно возрастает поток коротковолнового излучения во время хромосферных вспышек. Из нижних слоев хромосферы исходит ультрафиолетовое излучение, максимальная интенсивность которого может в 2 раза превышать минимальное значение в 11-летнем цикле. Основное рентгеновское излучение исходит от короны Солнца.

Рентгеновское и ультрафиолетовое излучение Солнца поглощается в верхних слоях атмосферы Земли. Оно ионизирует газы земной атмосферы. Ионизированный слой верхней атмосферы Земли называется **ионосферой**. Отражение коротких радиоволн от ионосферы Земли используется в радиосвязи. При сильных всплесках солнечного рентгеновского излучения из-за солнечных вспышек нарушается связь на коротких радиоволнах.

Длинноволновое (мягкое) ультрафиолетовое излучение Солнца способно проникать до высоты 30—35 км в атмосферу Земли. Там оно разделяет молекулы кислорода  $O_2$  на два составляющих ее атома. Свободные атомы, соединяясь с молекулами кислорода, образуют новое вещество — **озон**, каждая молекула которого состоит из трех атомов кислорода.

Озоновый слой поглощает практически все ультрафиолетовое излучение Солнца, оставляя лишь малую долю, достигающую поверхности Земли и вызывающую у людей ожоги кожи (в малых дозах — загар). Когда толщина озонового слоя уменьшается, солнечное ультрафиолетовое излучение может возрасти в 1,5—2 раза. Тогда это излучение становится очень активным и может вызывать заболевания раком кожи.

**2. Солнечный ветер.** Непрерывный расширяющийся поток разреженной плазмы со связанным с ним магнитным полем, распространяющийся приблизительно радиально от Солнца и заполняющий собой Солнечную систему, называется **солнечным ветром**. В его состав входят протоны, электроны, а также  $\alpha$ -частицы и в незначительных количествах ряд высокоионизированных атомов (кислород, кремний, сера, железо). Скорость частиц солнечного ветра увеличивается по мере их удаления от Солнца. Вблизи Земли средняя скорость

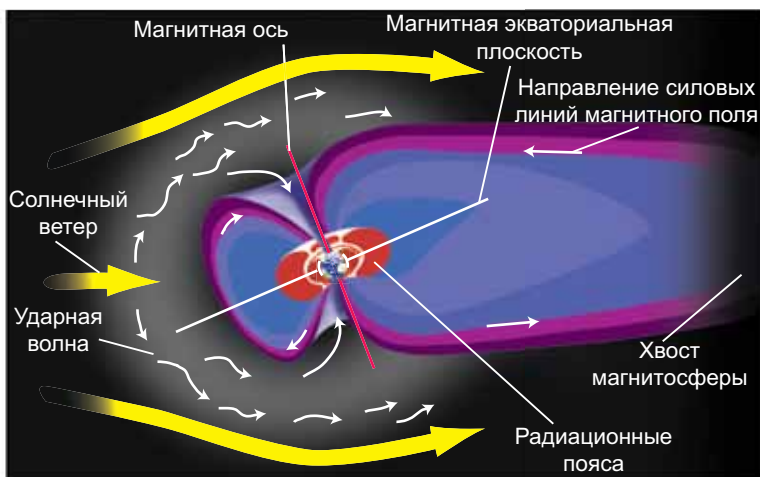


Рис. 120. Схема образования магнитосферы Земли

солнечного ветра достигает 450 км/с, а плотность составляет несколько частиц в кубическом сантиметре.

Поток солнечной плазмы не может преодолеть противодействие магнитного поля Земли и обтекает его. При этом образуется полость каплеобразной формы — **магнитосфера** (рис. 120). Со стороны Солнца она сжата давлением солнечного ветра. Граница магнитосферы, обращенная к Солнцу, находится на расстоянии, равном в среднем 10—12 радиусам Земли. С противоположной (ночной) стороны магнитосфера вытянута подобно хвосту кометы и растягивается на 6000 радиусов Земли. С изменением скорости и плотности частиц солнечного ветра изменяется и форма магнитосферы.

**3. Солнечно-земные связи.** Солнечная активность оказывает сильное влияние в первую очередь на внешние оболочки Земли — магнитосферу и ионосферу. Во время мощных солнечных вспышек частицы могут разогнаться до 100 000 км/с, т. е. возникают космические лучи солнечного происхождения. Под воздействием солнечных космических лучей образуется оксид азота NO, который, взаимодействуя с озоном, активно его разрушает за счет реакции  $\text{NO} + \text{O}_3 \rightarrow \text{NO}_2 + \text{O}_2$ . После мощных вспышек на Солнце наблюдается понижение содержания озона в стратосфере над полярными шапками Земли.

С помощью коронографов, установленных на космических аппаратах, регистрируют грандиозные выбросы вещества из возмущенной короны Солнца. Оторвавшийся от Солнца сгусток корональной плазмы, несущий внутри себя замкнутую петлю магнитного поля, называется **корональным выбросом массы**. В каждом корональном выбросе может содержаться до  $10^9$  тонн вещества, которое летит в космосе со скоростью от 500 до 2000 км/с.





Рис. 121. Полярное сияние

В результате этого на Земле, преимущественно в околополярных широтах, наблюдаются **полярные сияния** (рис. 121). При высокой геомагнитной активности полярные сияния появляются на высоте 300—400 км, и их можно наблюдать даже на широтах Республики Беларусь.

Во время магнитной бури изменяются электрические поля над поверхностью Земли. Это приводит, во-первых, к возникновению перегрузок в линиях электропередачи (до нескольких сотен ампер) и их отключению; во-вторых, к наведению сильных токов в трубах газо- и нефтепроводов и к выходу из строя их систем управления. Последствия магнитной бури сказываются на бортовых электронных системах космических аппаратов.

Магнитные бури приводят к изменению давления в тропосфере (нижнем слое атмосферы Земли), в результате чего развиваются циклоны.

На тот факт, что Солнце влияет на биологические объекты, в том числе и на здоровье человека, впервые еще в 1915 г. обратил внимание Александр Леонидович Чижевский. Проанализировав исторические документы, ученый пришел к выводу, что в прошлом массовые стихийные бедствия, социальные «взрывы» и вспышки эпидемий приходились преимущественно на годы максимумов солнечной активности. На основании выведенной связи А. Л. Чижевский попытался предсказать некоторые эпидемии на 35 лет вперед. Его прогнозы сбылись в семи случаях из восьми.

А. Л. Чижевский является одним из основателей гелиобиологии. Эта наука, возникшая на стыке физики Солнца и биологии, изучает влияние циклической активности Солнца на биологические объекты и здоровье человека.

К колебаниям солнечной активности особенно чувствительна нервная система человека. Достоверно установлено, что число больных, поступающих в клиники, резко увеличивается в дни подъема солнечной активности. Предполагается, что солнечная активность влияет на человека через возмущения магнитного поля Земли.

Чтобы всесторонне исследовать явления, происходящие на Солнце, ученые проводят непрерывные наблюдения Солнца, которые называют **Службой Солнца**.



### **! Главные выводы**

1. Мощность радио-, коротковолнового и корпускулярного излучений Солнца значительно возрастает при активных процессах в солнечной атмосфере.
2. Озоновый слой атмосферы Земли является защитной оболочкой от вредного для человека и живых организмов ультрафиолетового излучения Солнца.
3. Солнечный ветер — непрерывный поток разреженной плазмы, радиально исходящий от Солнца.
4. Неоднородность солнечного ветра вызывает на Земле магнитные бури, полярные сияния, радиовсплески.
5. Гелиобиология — наука, изучающая влияние активности Солнца на биологические объекты и человечество.

### **? Контрольные вопросы и задания**

1. Как земная атмосфера влияет на прохождение различных видов солнечного излучения к поверхности Земли?
2. Почему на Земле часто наблюдается нарушение связи на коротких радиоволнах?
3. Какова роль озонового слоя в атмосфере Земли? Каким образом активность Солнца может влиять на толщину озонового слоя Земли?
4. Что такое солнечный ветер? Как он возникает?
5. Что называют магнитосферой Земли? Какое влияние на нее оказывает солнечный ветер?
6. Каковы причины и последствия магнитных бурь на Земле?
7. Каковы причины возникновения полярных сияний?