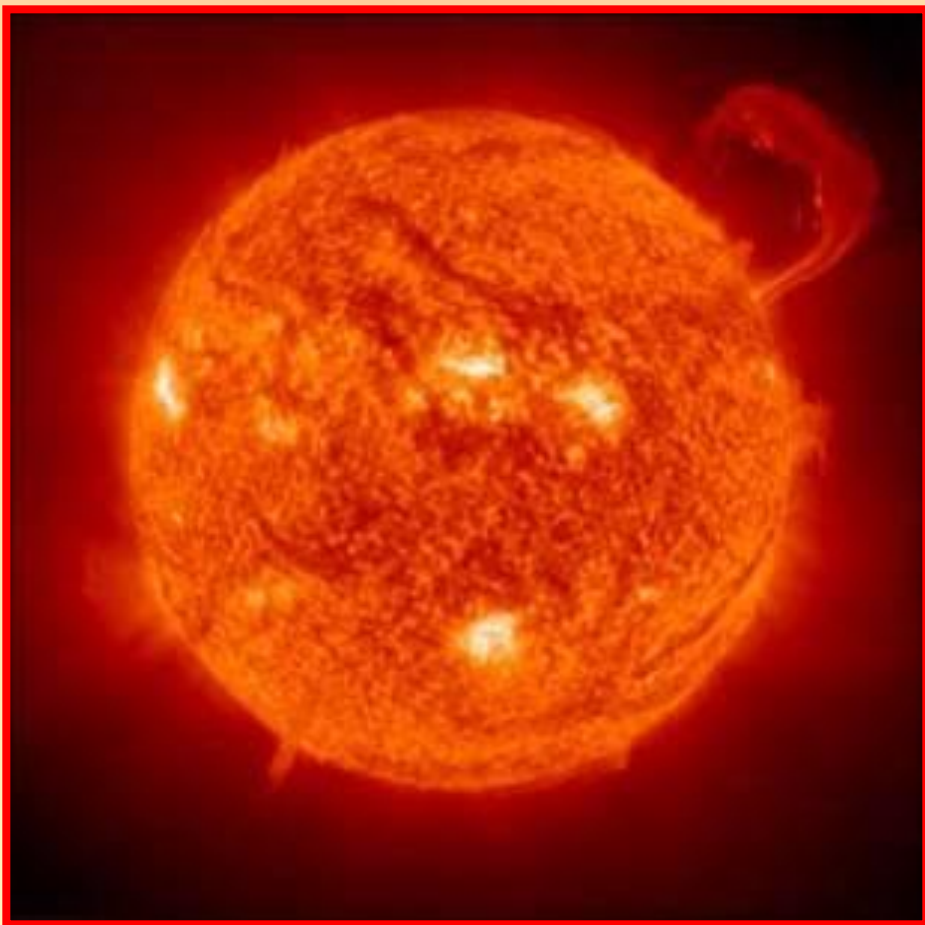


# СОЛНЦЕ

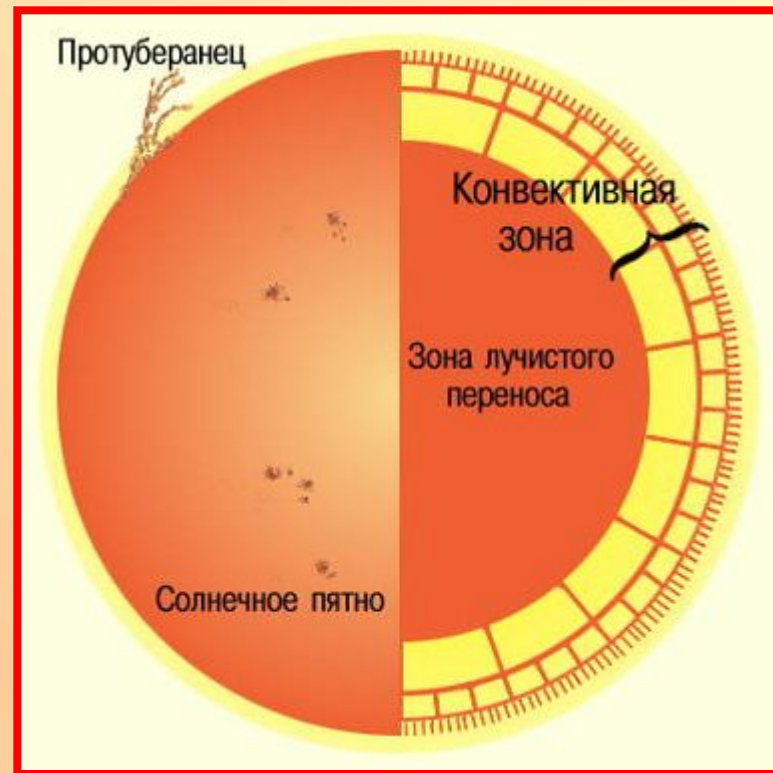
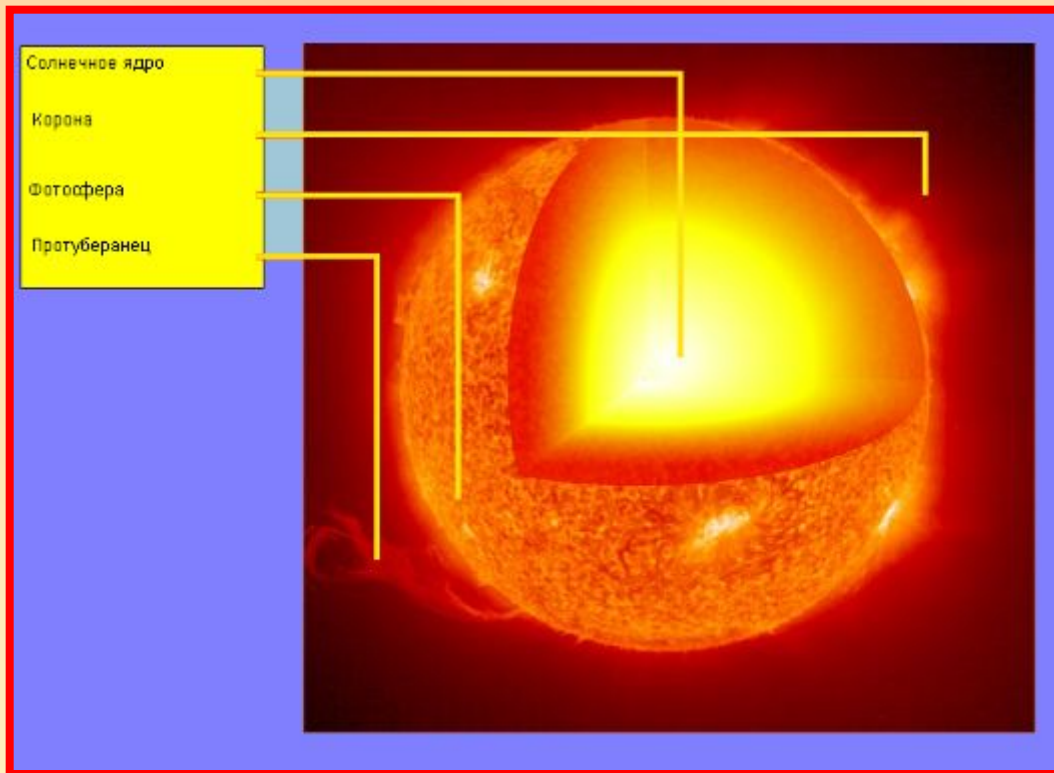


Атмосфера Солнца



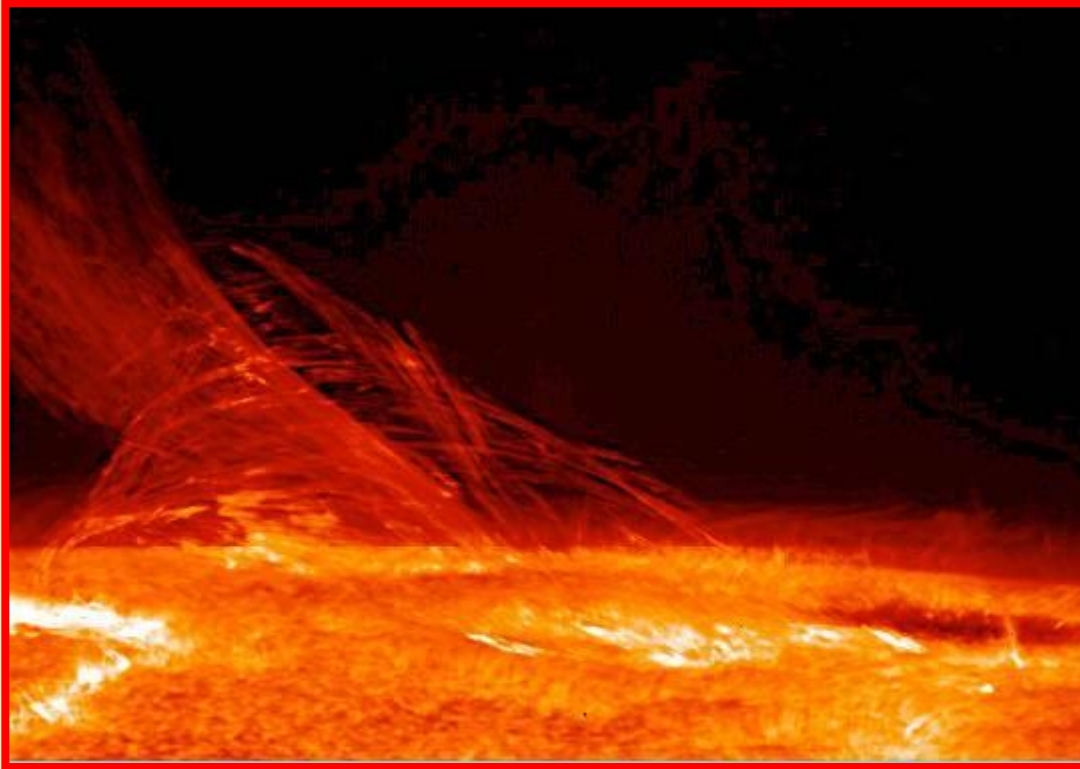
**Солнце – раскалённый  
плазменный шар**

# Строение Солнца



На расстоянии до  $1/3$  радиуса от центра Солнца располагается **зона ядерных реакций**. Далее до  $2/3$  радиуса располагается **зона переноса лучистой энергии**. А над ней до поверхности – **конвективная зона**. Выше простирается атмосфера Солнца.

# Атмосфера Солнца



**В атмосфере Солнца  
выделяют 3 основных  
слоя:**

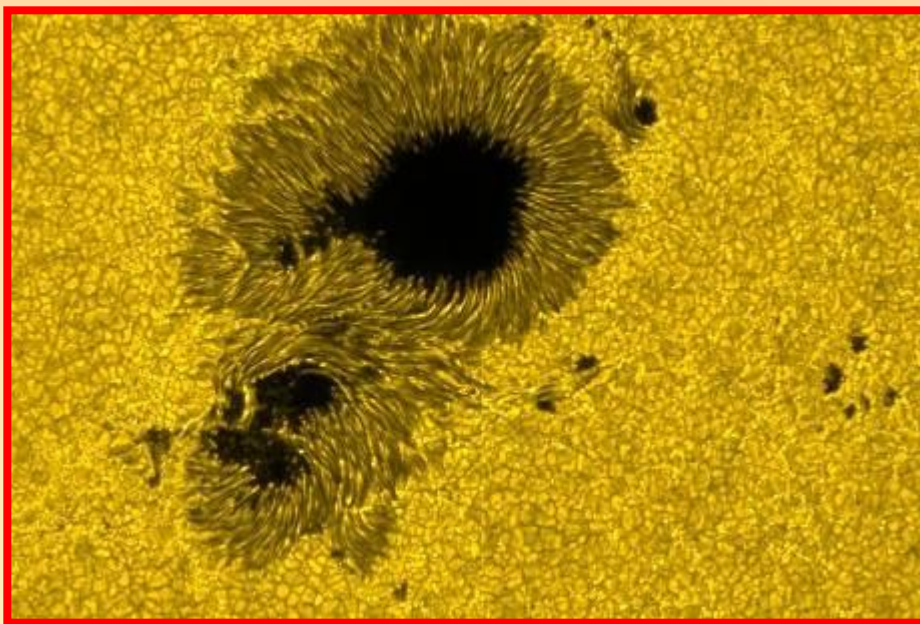
- Фотосфера
- Хромосфера
- Корона



# Фотосфера

Фотосфера (слой, излучающий свет) достигает толщины  $\approx 320$  км и образует видимую поверхность Солнца. Из фотосферы исходит основная часть видимого излучения Солнца. Температура в фотосфере достигает в среднем  $5800$  К. Здесь средняя плотность газа составляет  $\approx 10^{-4}$  кг/м<sup>3</sup>, а температура по мере приближения к внешнему краю фотосферы уменьшается до  $4800$  К. Водород при таких условиях сохраняется почти полностью в нейтральном состоянии. Фотосфера образует видимую поверхность Солнца, от которой определяются размеры Солнца, расстояние от поверхности Солнца и т. д.

Вся фотосфера Солнца состоит из светлых зернышек, которые называют **гранулами**. Размеры гранул невелики, 1000–2000 км, расстояние между ними 300–600 км. На Солнце наблюдается одновременно около миллиона гранул. Каждая гранула существует несколько минут. Гранулы окружены темными промежутками, как бы сотами. В гранулах вещество поднимается, а вокруг них – опускается. Грануляция – проявление конвекции в более глубоких слоях Солнца.



**Пятна** –это более холодные области фотосферы. Температура пятен около 3500-4000 К, поэтому на ярком фоне фотосферы они кажутся темнее. Образование пятен связано с магнитным полем Солнца. Пятна – это конические воронки глубиной 300–400 км.

Небольшие пятна имеют в поперечнике несколько тысяч километров. Размеры крупных пятен достигают 100 000 км.

Такие пятна существуют около месяца.



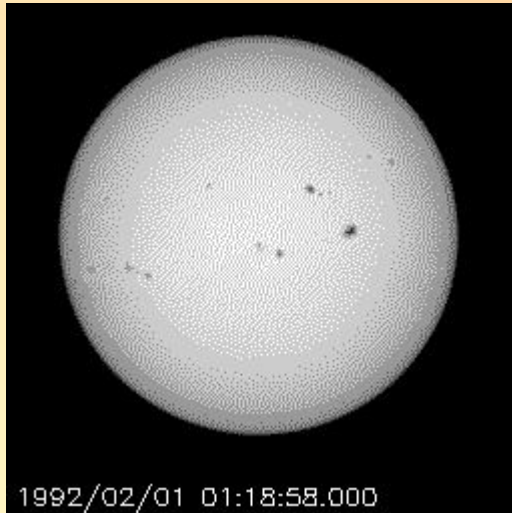
Перемещение пятен по диску Солнца



6 июля 1998 г.

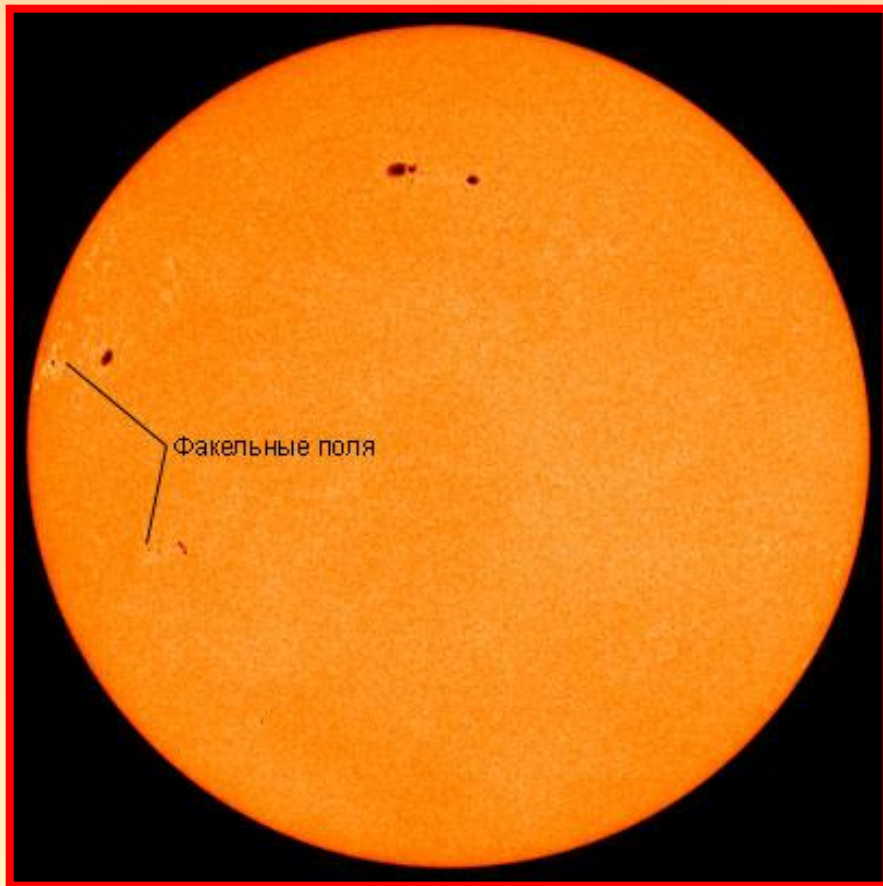


8 июля 1998 г.



**По положению пятен на Солнце заметили, что оно вращается не как твердое тело. Пятна в области экватора вращаются быстрее, чем пятна области средних широт. Солнце вращается вокруг своей оси в направлении движения планет вокруг него. В области экватора период вращения Солнца составляет около 25 суток, а вблизи полюсов – 32 дня.**





Пятна на Солнце часто бывают окружены светлыми зонами, называемыми факелами. **Факелы** – это выбросы более плотного и горячего вещества. Они "горячее" атмосферы примерно на 2000 К и имеют ячеистую структуру (величина каждой ячейки – около 30 000 км). Часто встречаются факельные поля, внутри которых пятен нет.

# Хромосфера

**Хромосфера – внешняя оболочка Солнца толщиной около 10 000-14 000 км, окружающая фотосферу. Верхняя граница хромосферы не имеет выраженной гладкой поверхности, из неё постоянно происходят горячие выбросы, называемые **спикулами**. Температура хромосферы увеличивается с высотой от 4000 до 20–50 000 градусов.**



Спикулы в хромосфере. Фотография сделана с использованием фильтра.

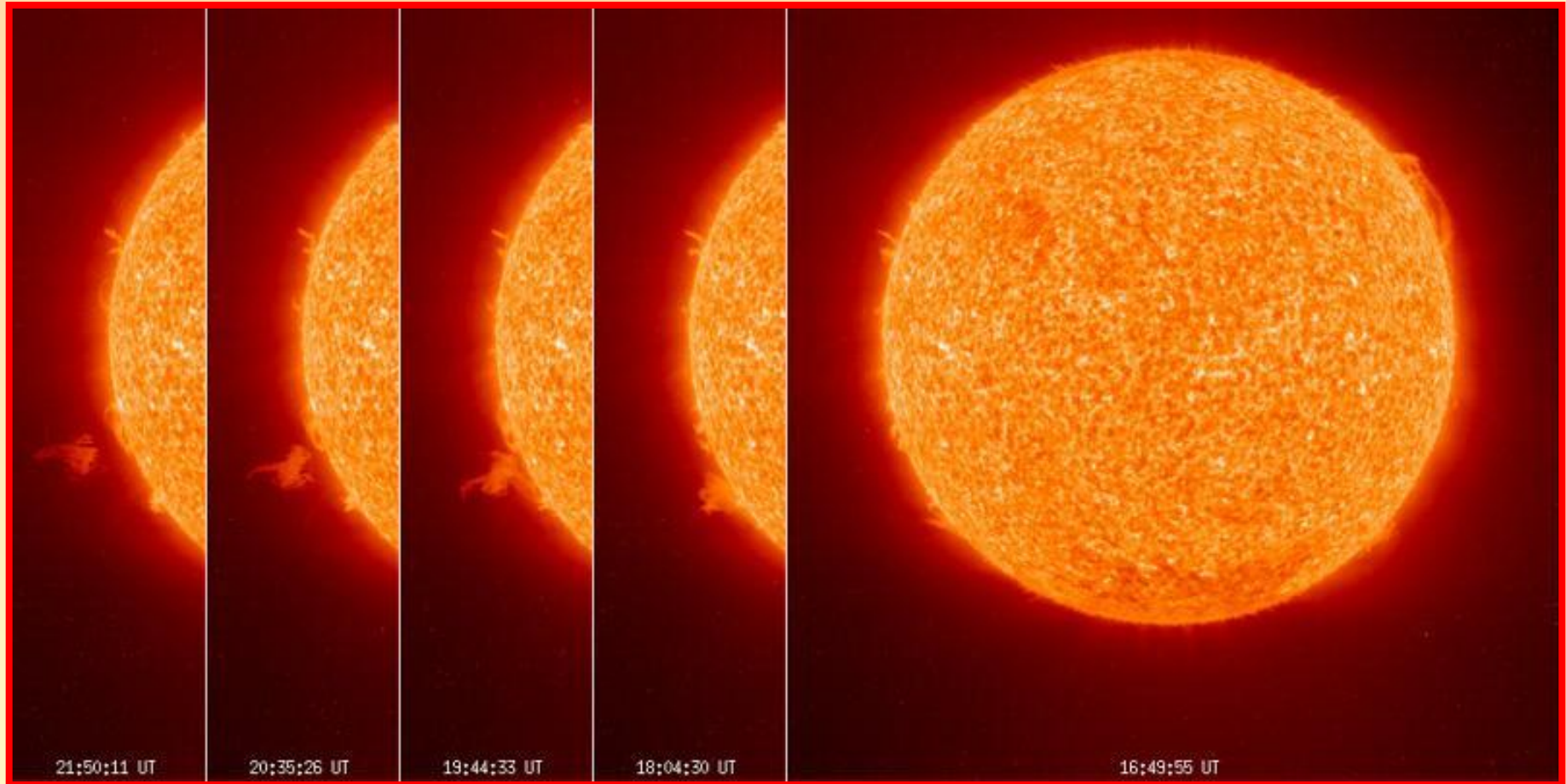
**Плотность хромосферы невелика, поэтому яркость её недостаточна, чтобы наблюдать её в обычных условиях. Во время полных**



**солнечных затмений, когда Луна полностью закрывает фотосферу, хромосфера вспыхивает, как небольшое кольцо ярко-красного цвета, окруженное жемчужно-белой короной. Её можно также наблюдать в любое время с помощью специальных узкополосных оптических фильтров.**



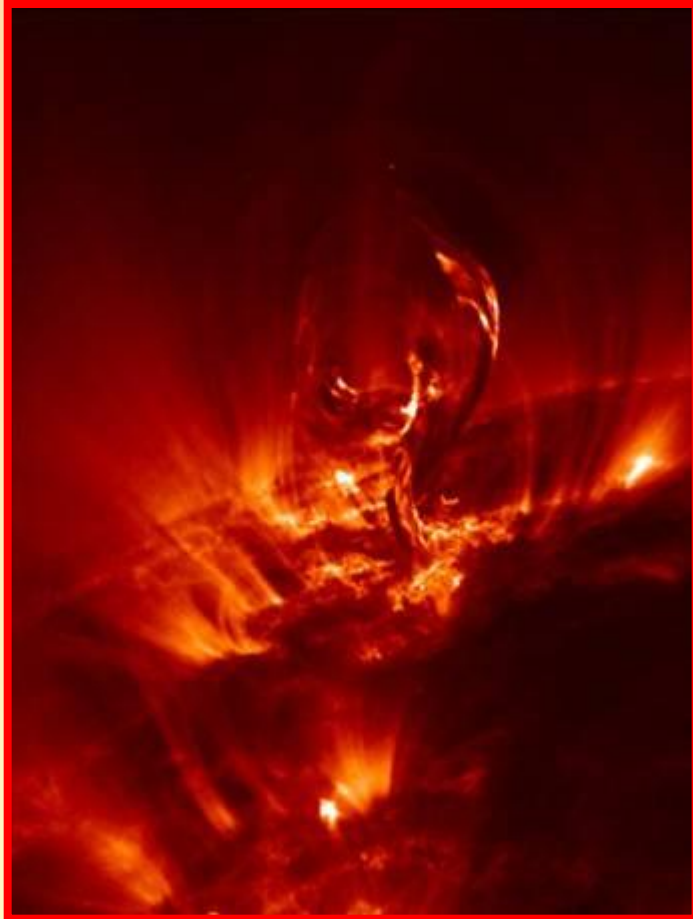
**Гранулы создают общий фон, на котором можно наблюдать несравненно более масштабные образования, такие, как протуберанцы, факелы, солнечные пятна и др.**



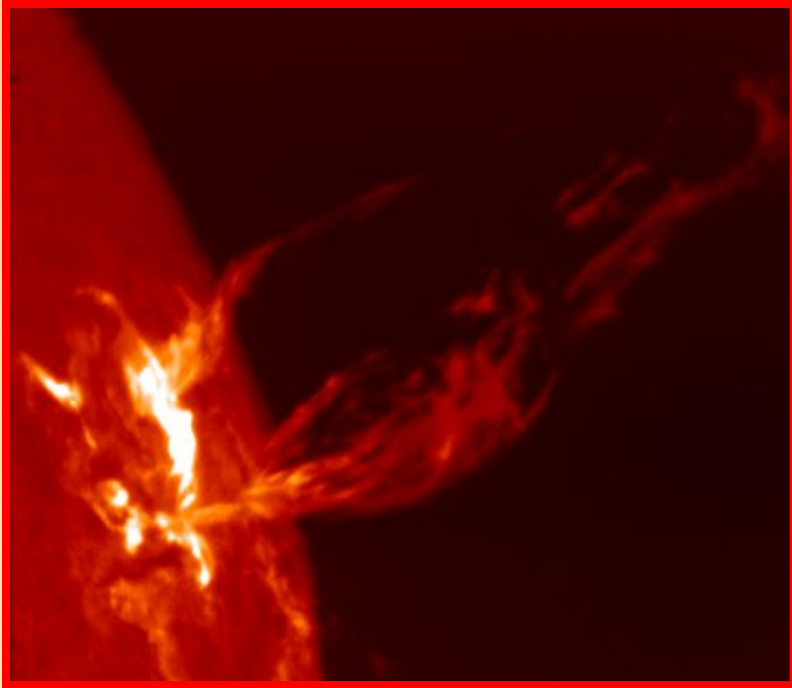
**Развитие протуберанца**



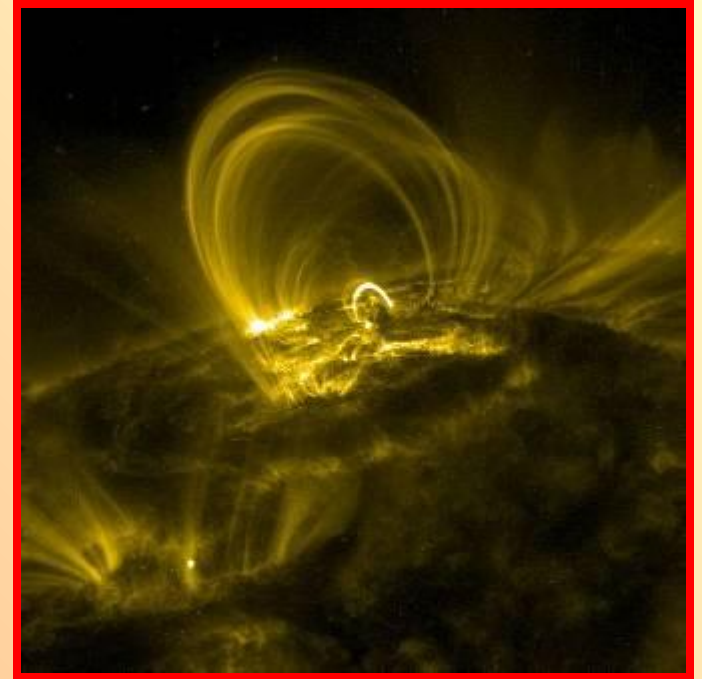
**Плотность и температура протуберанцев такая же, как и вещества хромосферы, но на фоне горячей короны протуберанцы – холодные и плотные образования.**



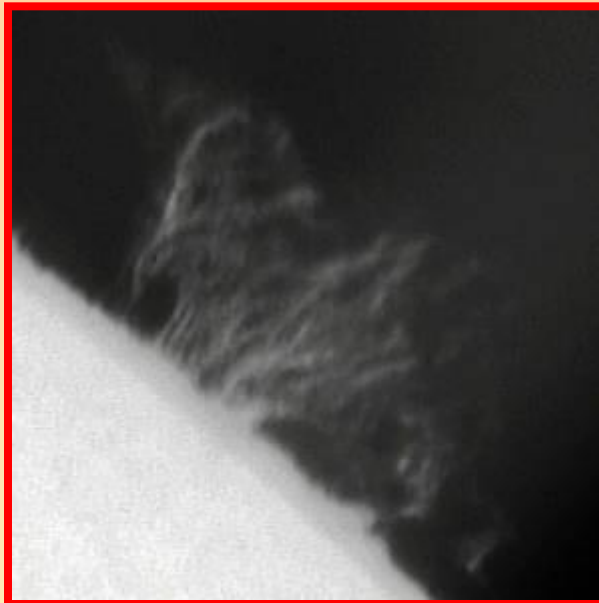
**Температура протуберанцев около 20 000 К. Некоторые из них существуют в короне несколько месяцев. Другие, появляющиеся рядом с пятнами, быстро движутся со скоростями около 100 км/с и существуют несколько недель. Отдельные протуберанцы движутся с еще большими скоростями и внезапно взрываются; они называются эруптивными.**



**Протуберанец  
I типа**



**Протуберанец  
II типа**



**Протуберанец  
III типа**

# Корона

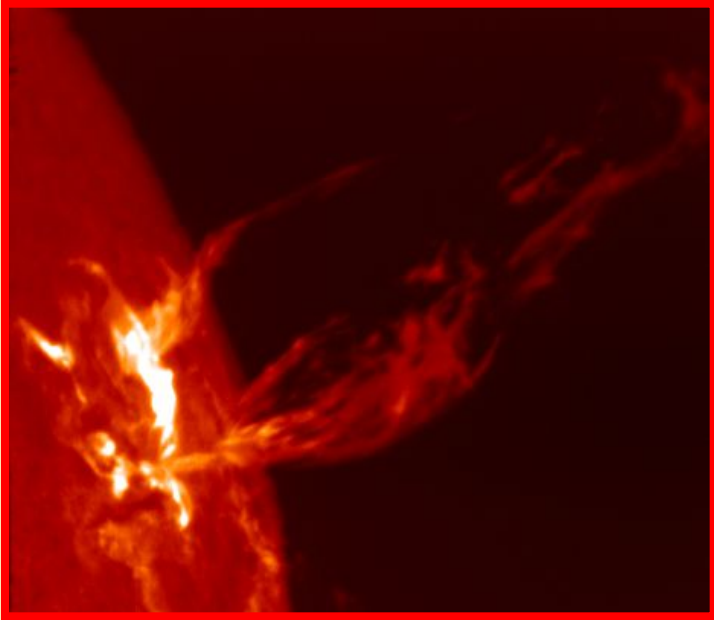


**Корона – последняя внешняя оболочка Солнца. Несмотря на её очень высокую температуру, от 600 000 до 5 000 000 градусов, она видна невооружённым глазом только во время полного солнечного затмения, так как плотность вещества в короне мала, а потому невелика и её яркость. Необычайно интенсивный нагрев этого слоя вызван, по-видимому, магнитным эффектом и воздействием ударных волн. Форма короны меняется в зависимости от фазы цикла солнечной активности: в периоды максимальной активности она имеет округлую форму, а в минимуме – вытянута вдоль солнечного экватора.**

**Поскольку температура короны очень велика, она интенсивно излучает в ультрафиолетовом и рентгеновском диапазонах. Эти излучения не проходят сквозь земную атмосферу, но в последнее время появилась возможность изучать их с помощью космических аппаратов. Излучение в разных областях короны происходит неравномерно. Существуют горячие активные и спокойные области, а также **корональные дыры** с относительно невысокой температурой в 600 000 градусов, из которых в пространство выходят магнитные силовые линии. Это позволяет частицам беспрепятственно покидать Солнце, поэтому солнечный ветер испускается в основном из корональных дыр.**



# Солнечный ветер



Корональное извержение массы на Солнце. Струи плазмы вытянуты вдоль арок магнитного поля

Из внешней части солнечной короны истекает **солнечный ветер** – поток ионизированных частиц (в основном протонов, электронов и  $\alpha$ -частиц), имеющий скорость 300-1200 км/с и распространяющийся, с постепенным уменьшением своей плотности, до границ гелиосферы.

Многие природные явления на Земле связаны с возмущениями в солнечном ветре, в том числе геомагнитные бури и полярные сияния.

# Солнечная активность

**Комплекс явлений, вызванных генерацией сильных магнитных полей на Солнце, называют **солнечной активностью**. Эти поля проявляются в фотосфере как солнечные пятна и вызывают такие явления, как солнечные вспышки, генерацию потоков ускоренных частиц, изменения в уровнях электромагнитного излучения Солнца в различных диапазонах, корональные извержения массы, возмущения солнечного ветра и т. д.**

**С солнечной активностью связаны также изменения геомагнитной активности: полярные сияния, магнитные бури, нарушения радиосвязи на коротковолновом диапазоне.**

Одним из наиболее распространённых показателей уровня солнечной активности является **число Вольфа**, связанное с количеством солнечных пятен на видимой полусфере Солнца. Общий уровень солнечной активности меняется с характерным периодом, примерно равным **11 годам** (так называемый «**цикл солнечной активности**» или «**одиннадцатилетний цикл**»). Этот период выдерживается неточно и в 20 веке был ближе к 10 годам, а за последние 300 лет варьировался примерно от 7 до 17 лет.

