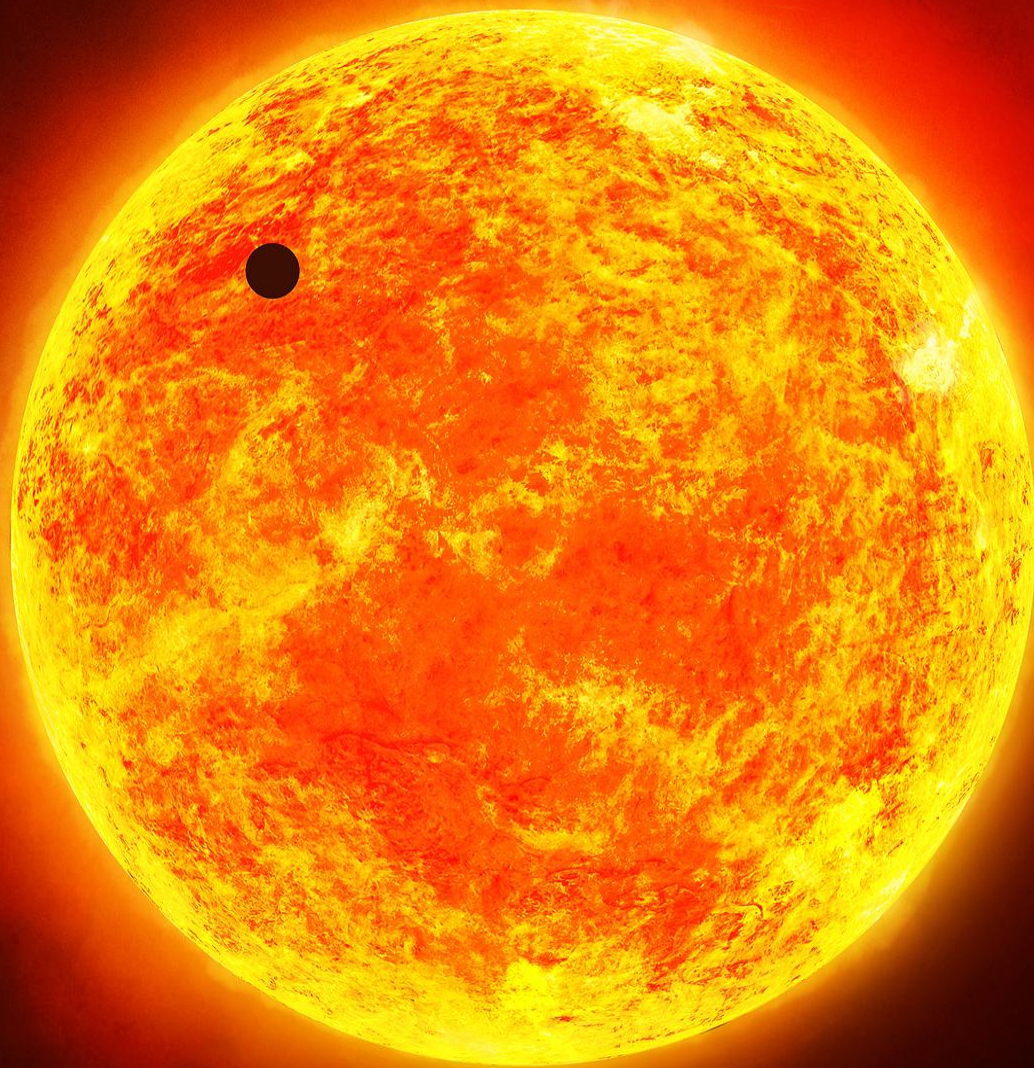
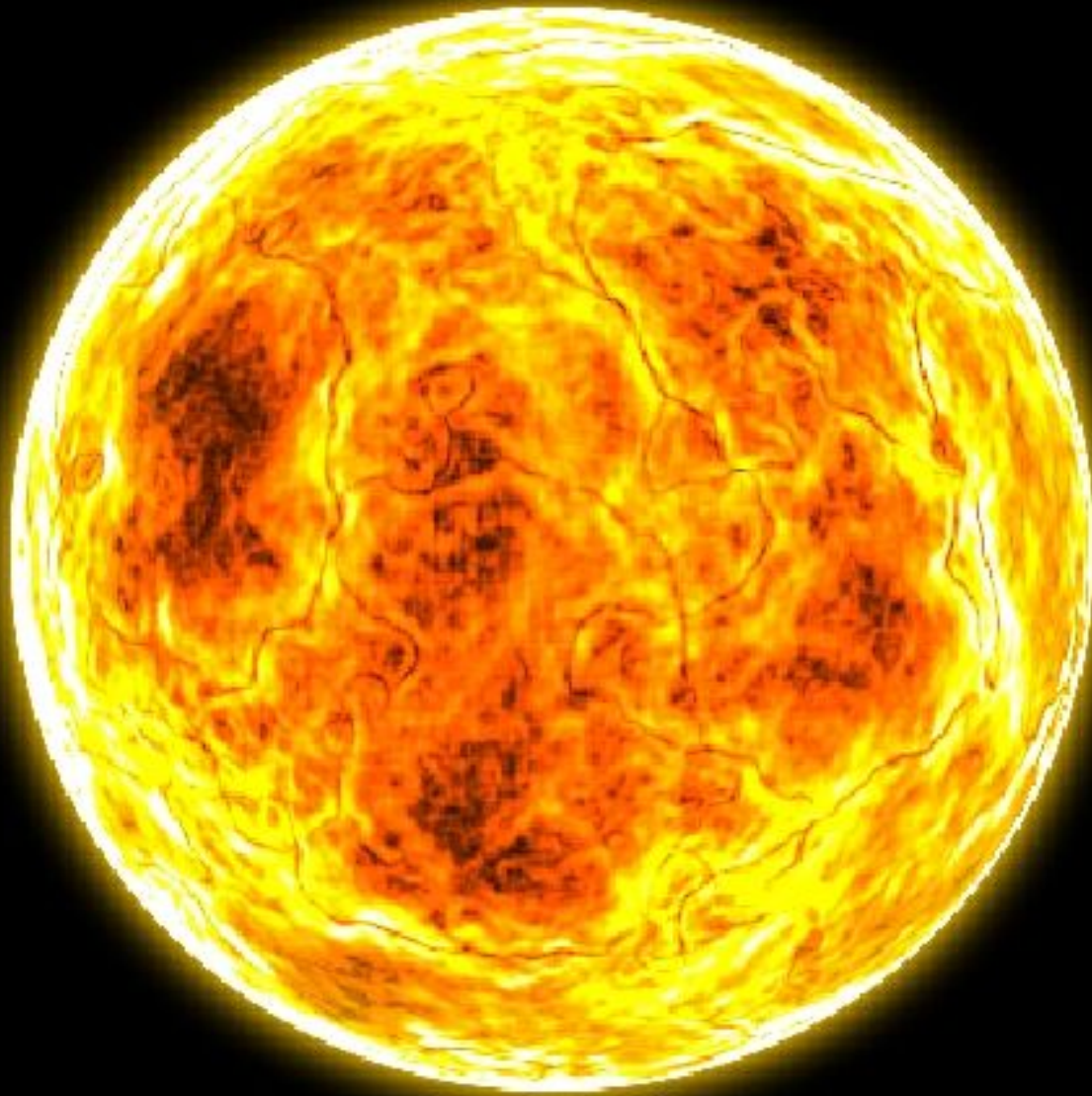


СОЛНЦЕ

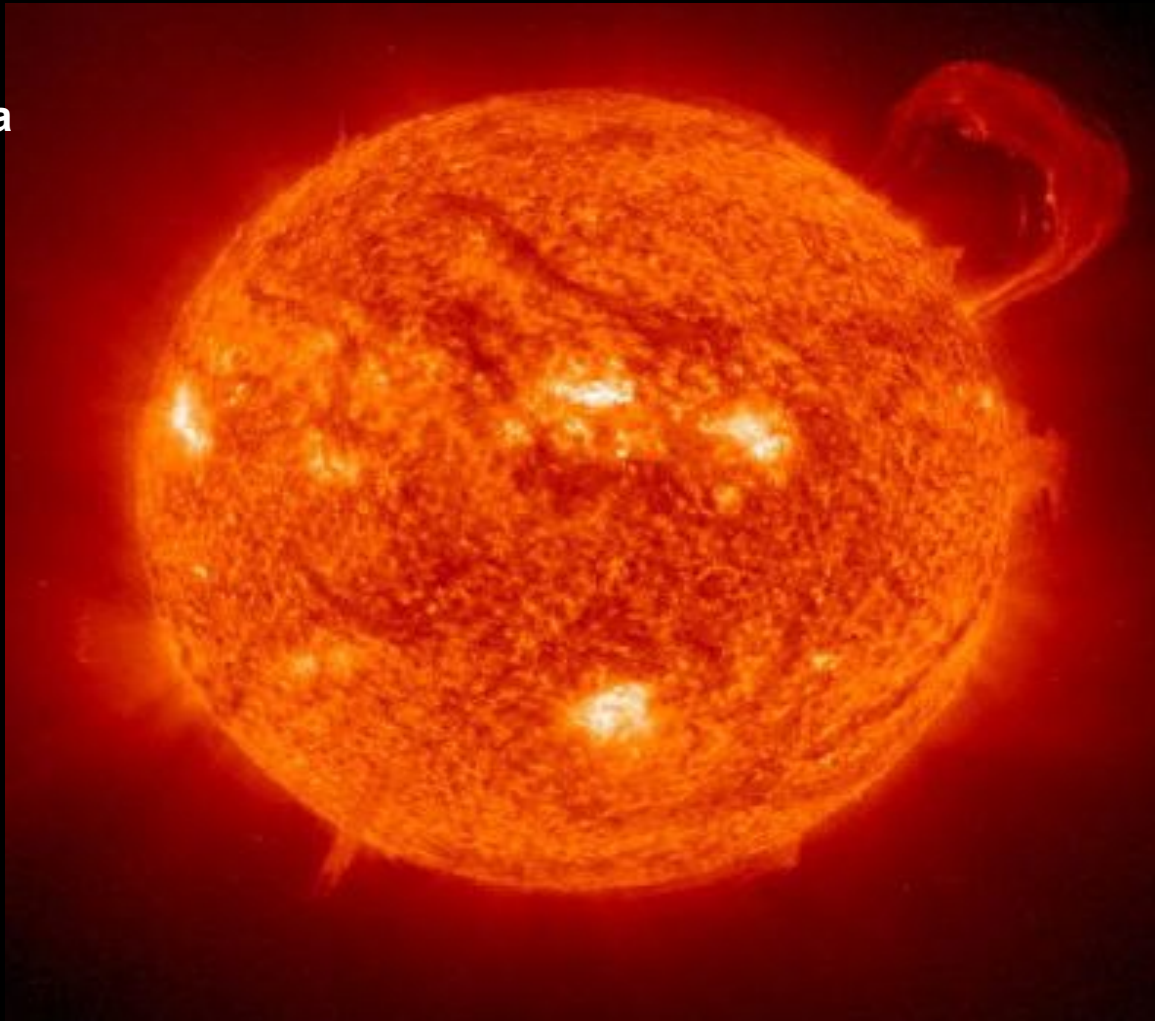




Солнце – ближайшая к нам звезда.

Основные характеристики Солнца:

- обычная звезда (желтый карлик), возраст которой 5 млрд лет;
- радиус Солнца — 700 000 км;
- ускорение свободного падения на поверхности Солнца — 274 м/с^2 ;
- масса Солнца $= 2 \cdot 10^{30} \text{ кг}$;
- линейная скорость вращения точек на экваторе Солнца — 2 км/с;
- период вращения Солнца вокруг оси: вблизи экватора — 25 сут, вблизи полюса — 30 сут;
- температура на поверхности Солнца — около 5500°C , в центре — около 14 млн $^\circ\text{C}$;
- на Солнце есть пятна, это более холодные и менее светлые области солнечной поверхности;
- эта звезда в основном состоит из водорода и гелия.



Размер Солнце значительно превосходят размеры всех планет Солнечной системы. $R_{\odot} \approx 695\,900 \text{ км} \approx 109 R_{\oplus}$

Звезды бывают от $0,1R_{\odot} < R_{\odot} < 1000 R_{\odot}$, □ Солнце маленькая звезда - карлик

Параллакс $p_{\odot} = 8,79''$, масса $2 \cdot 10^{30} \text{ кг} = 333\,434 M_{\oplus}$, другие

$$0,06M_{\odot} < M_{\odot} < 100M_{\odot}, \quad \text{плотность} \approx 1400 \text{ кг/м}^3$$

Светимость (L)

$q = 1367 \text{ Вт/м}^2 = 1367 \text{ Дж/м}^2 \cdot \text{с} \approx 1400 \text{ Вт/м}^2$ - *солнечная постоянная*, т.е. величина получаемой энергии от Солнца на кв.м в секунду на орбите Земли за пределами земной атмосферы.

Тогда количество энергии, излучаемой Солнцем (т.е. светимость).

$$L_{\odot} = q \cdot S_{\text{шара}} = q \cdot 4 \pi R_{\text{орб}}^2 \approx 3,876 \cdot 10^{26} \text{ Вт/с.}$$

Солнце вращается не как твёрдое тело:

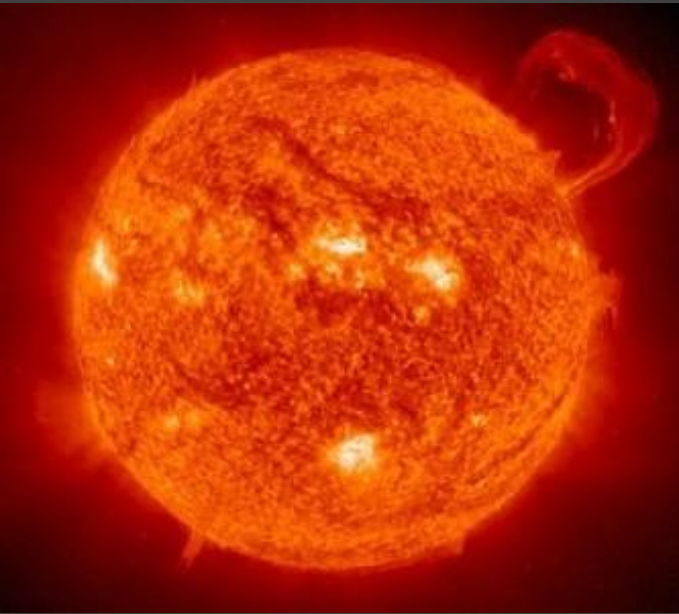
- экватор – один оборот за 25 суток
- полюса – один оборот за 30 суток



Температура Солнца

$$\varepsilon = \sigma T^4$$

1. Способ: закон Стефана-Больцмана



был экспериментально **Йозеф Стефан** (1879г, Австрия),

получил теоретически **Людвиг Больцман** (1884г, Австрия).

$\sigma = 5,67 \cdot 10^{-8} \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{К}^4)$ - коэффициент пропорцион.

$T = 5780 \text{ К}$ - эффективная температура Солнца

$$\lambda_{\max} = \frac{2,9 \cdot 10^{-3} (\text{К} \cdot \text{м})}{T (\text{К})}$$

2. Способ: **Закон излучения Вина**: Все планковские кривые имеют заметно выраженный максимум излучения, приходящийся на длину волны ($\lambda_{\max}$). [$\lambda_{\max} \cdot T = b$]

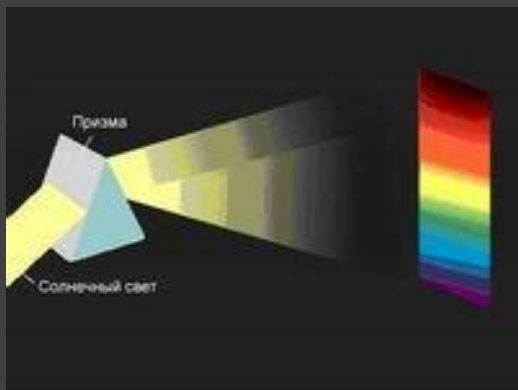
Открыл в 1896г **Вильгельм Вин** (1864-1928, Германия).

$b = 0,2897 \cdot 10^7 \text{ Å} \cdot \text{К}$ - *постоянная Вина*, $1 \text{ Å} = 10^{-10} \text{ м}$

Чем выше T , тем меньше $\lambda_{\max}$ Для Солнца $\lambda_{\max} = 4800 \text{ Å}$ это желтая линия, поэтому Солнце желтое.

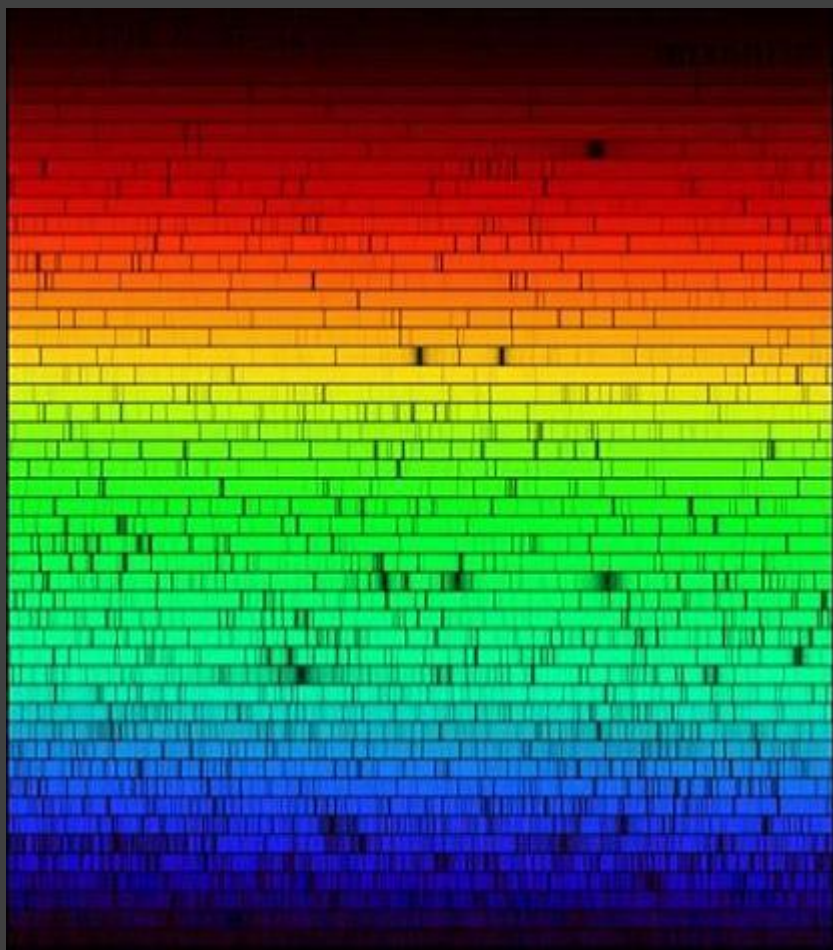
Температуры звезд $2800 \text{ К} < T_{\odot} < 40000 \text{ К}$

Химический состав



Исаак Ньютон (1643-1727, Англия) в 1665г открыл дисперсию (разложил свет в спектр).

В 1814г **Йозеф Фраунгофер** (1787-1826, Германия) - открыл в спектре Солнца и к 1817г зарисовал и описал 754 линии поглощения (темные линии - фраунгоферовы).



В 1859г **Густав Кирхгоф** (1824-1887, Германия) и **Роберт Бунзен** (1811-1899, Германия) открыли спектральный анализ: *«Газы поглощают те длины волн, которые излучают в нагретом состоянии».*

На Солнце из зарегистрированных более 30000 линий обнаружено 72 химических элемента, никаких неземных нет.

Основные:

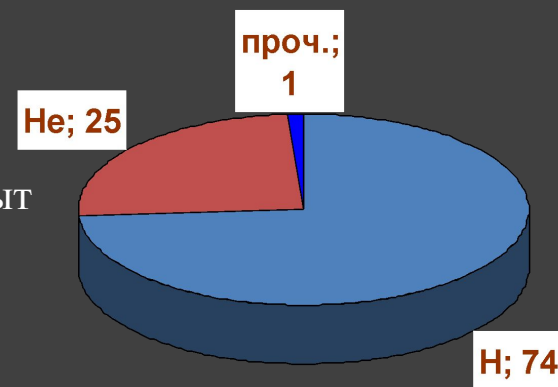
73,46% водорода

24,85% - гелия

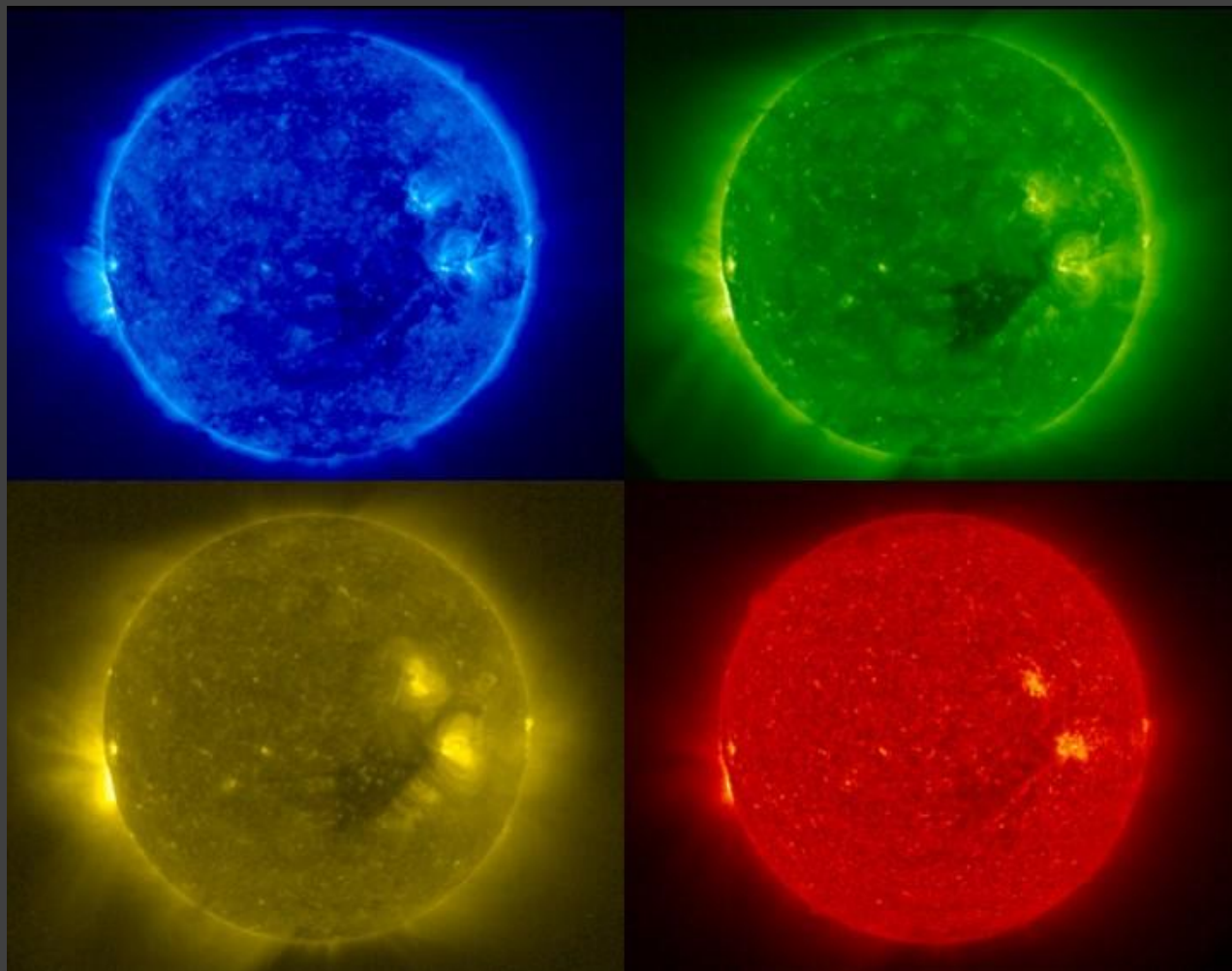
(“солнечный газ”) открыт в 1868г

Джозеф Локьер

(1836-1920, Англия).



Структура поверхности Солнца в разных диапазонах спектра



Эти изображения Солнца получены ультрафиолетовым телескопом на борту КА "Стерео-А» (зап. 26.10.2006г, США) 4 декабря 2006г, в первый день работы телескопа. Каждое изображение излучения верхних слоев солнечной атмосферы представлено в искусственных цветах при различных температурах: желтым цветом показано излучение с температурой 2 миллиона кельвинов, зеленым - 1.5 миллиона, синим - один миллион, красным - от 60 до 80 тысяч кельвинов.

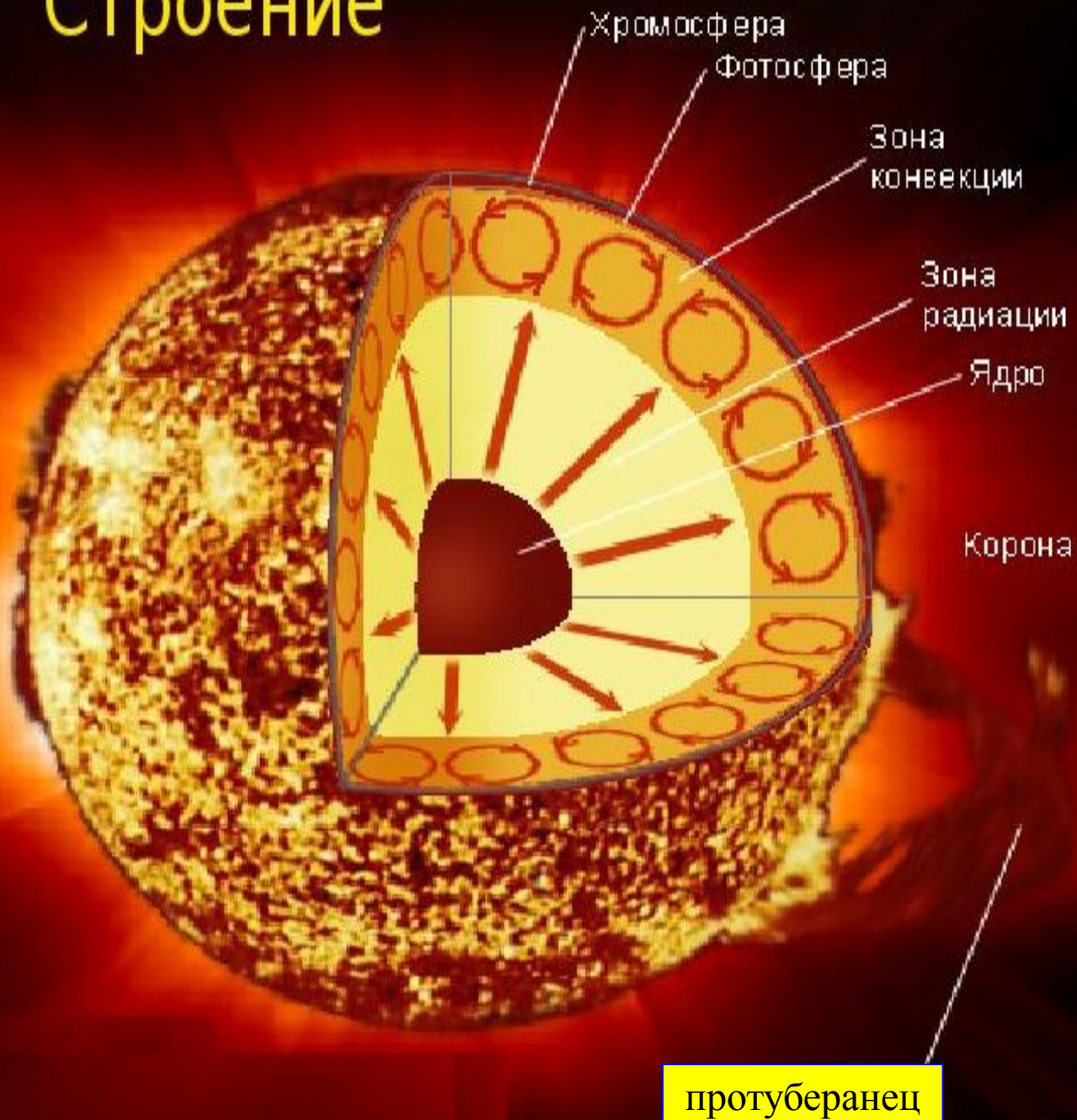


Первый нейтринный портрет Солнца, полученный 1998 японским нейтринным детектором Супер-Камиоканде с экспозицией в 500 суток. Угловой размер изображения 90 на 90 градусов.

Нейтрино выходят из горячего ядра Солнца, расположенного в центре кадра и имеющего на земном небе угловой размер около $1/10$ градуса.

Размазанность полученного изображения определяется не истинной формой источника нейтрино, а низкой разрешающей способностью детектора.

Строение



Каков источник его энергии?

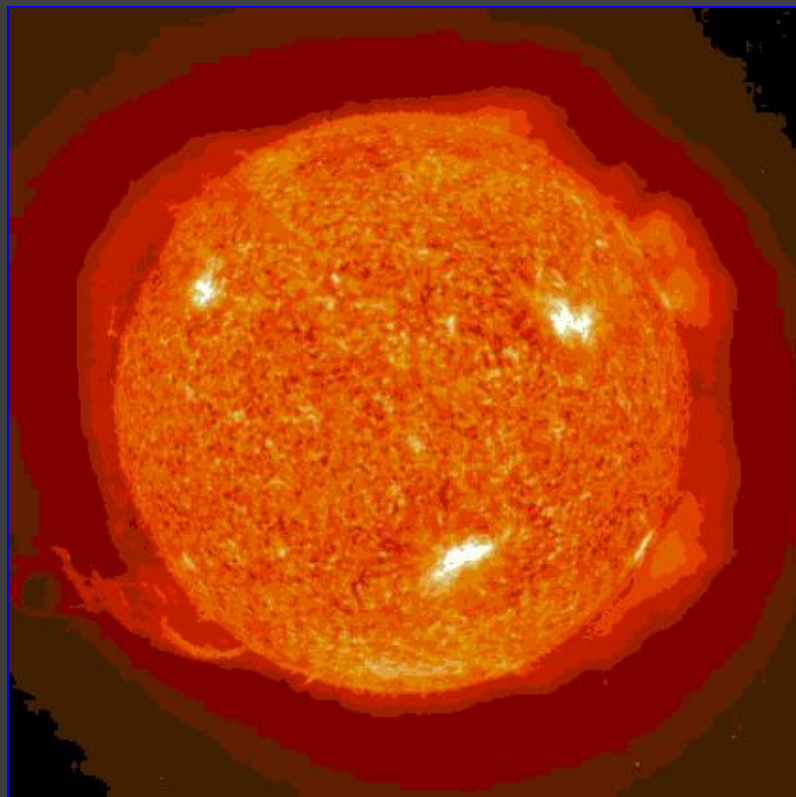
Гипотезы:

- 1. Нагрев газа в результате его сжатия**
- 2. Экзотермическая химическая реакция**

Противоречия: Эти процессы не могут поддерживать выделение энергии в течение более 30 млн лет.

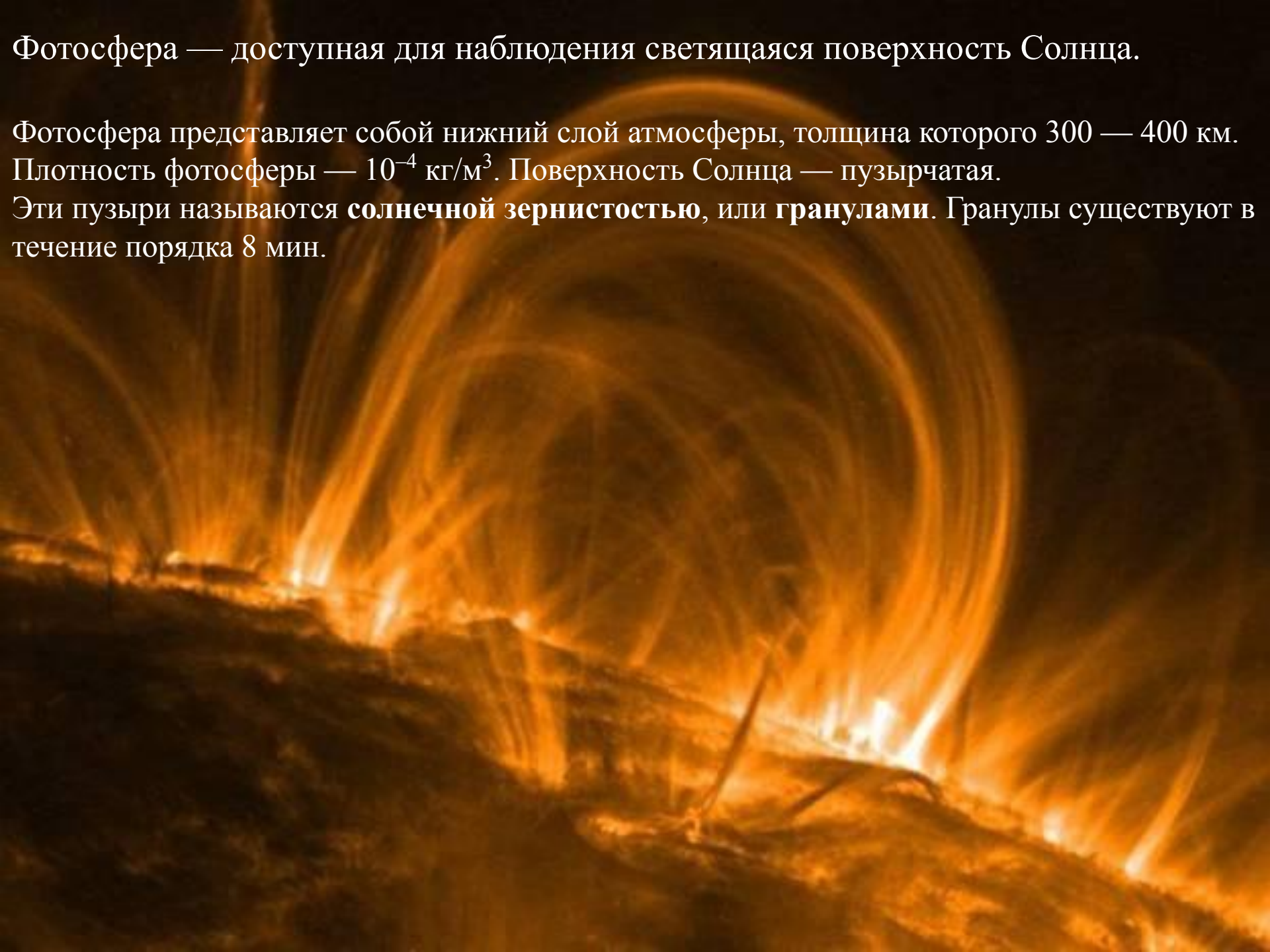
- 3. Термоядерная реакция слияния 4 ядер водорода в одно ядро гелия.**

Ежесекундно более 500млн тонн водорода превращается в гелий.



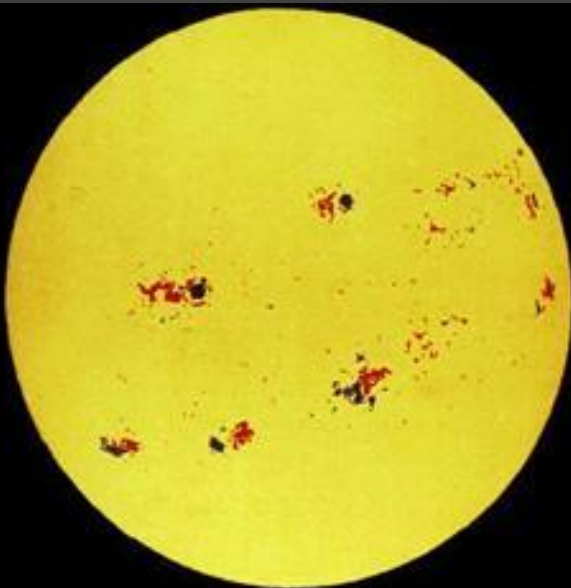
Фотосфера — доступная для наблюдения светящаяся поверхность Солнца.

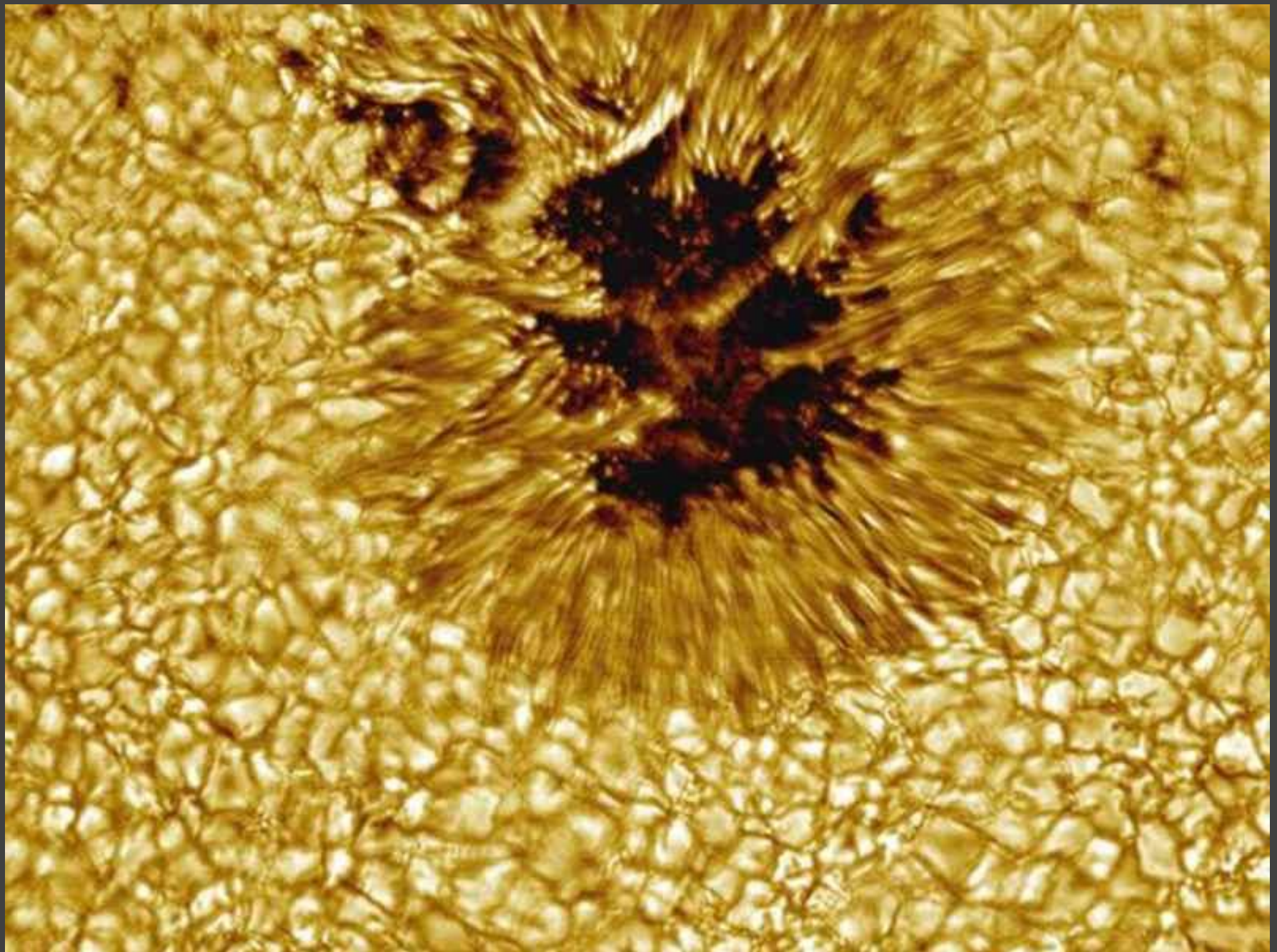
Фотосфера представляет собой нижний слой атмосферы, толщина которого 300 — 400 км. Плотность фотосферы — 10^{-4} кг/м³. Поверхность Солнца — пузырчатая. Эти пузыри называются **солнечной зернистостью**, или **гранулами**. Гранулы существуют в течение порядка 8 мин.



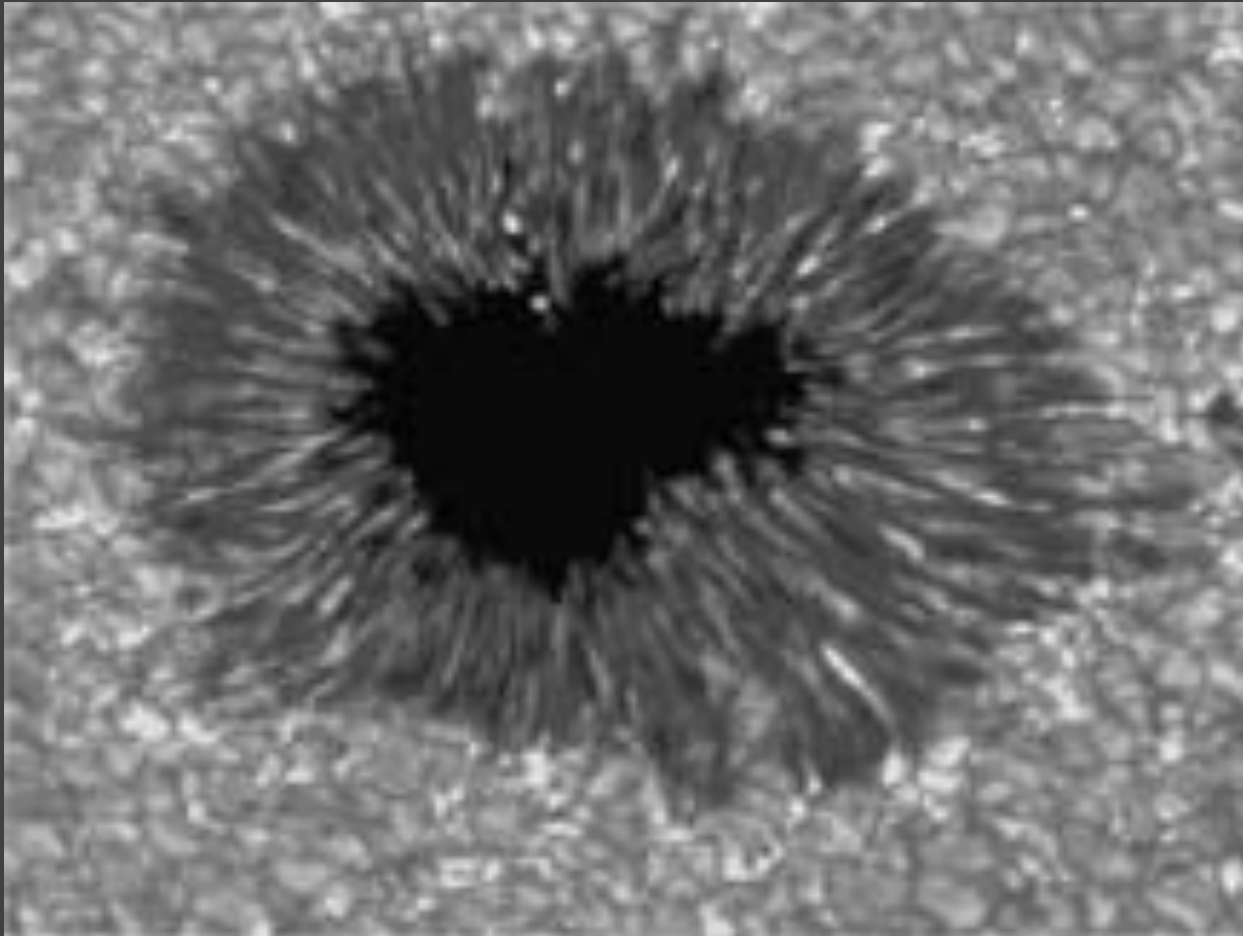
Солнечные пятна

Солнечные пятна- это темные образования, состоящие, как правило, из более темного ядра (тени) и окружающий его полутени. Имеют более низкую температуру чем остальная поверхность. Диаметры пятен достигают 200000 км. Время жизни пятен от нескольких часов до нескольких месяцев.

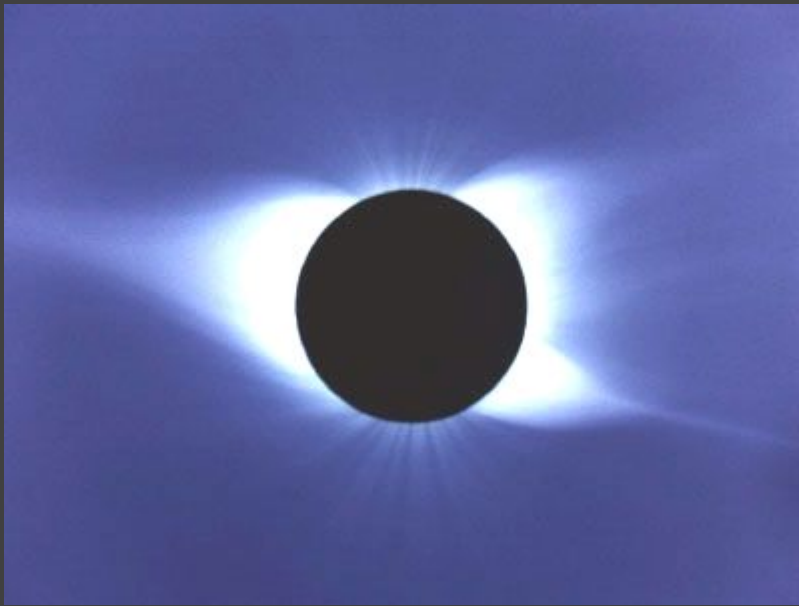




На Солнце происходят вспышки, в результате которых выделяется огромная энергия. Резко увеличиваются ультрафиолетовое, рентгеновское и γ -излучения. Солнечная активность связана с количеством солнечных пятен. Их число непрерывно меняется. Максимум солнечных пятен достигается с периодичностью в 11 лет.

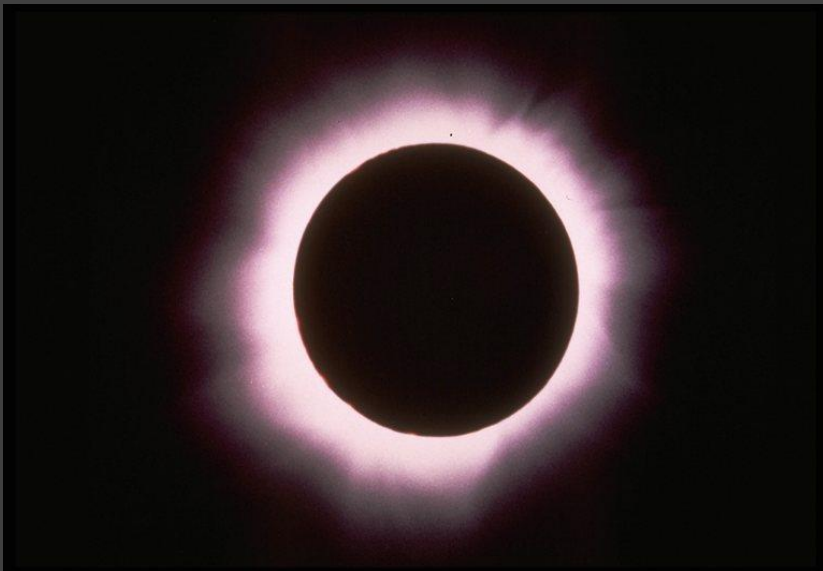


Солнечное пятно и грануляция фотосферы Солнца

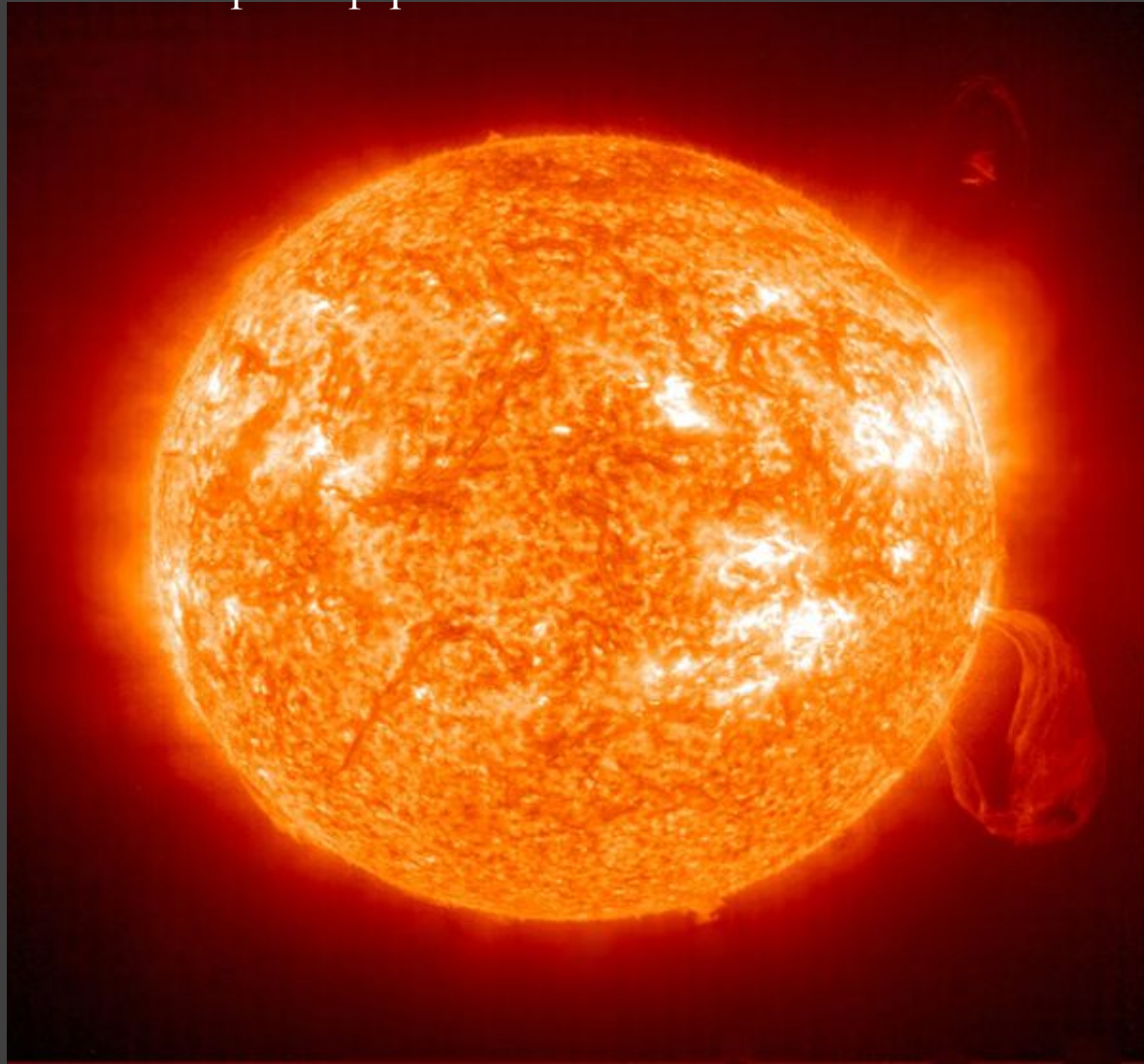


Солнечная корона

Горячая и разреженная оболочка в области выше хромосферы, называется короной. Корону можно увидеть только во время полного солнечного затмения, тогда она представляет собой поразительно красивое зрелище, напоминая лучистое жемчужное сияние.



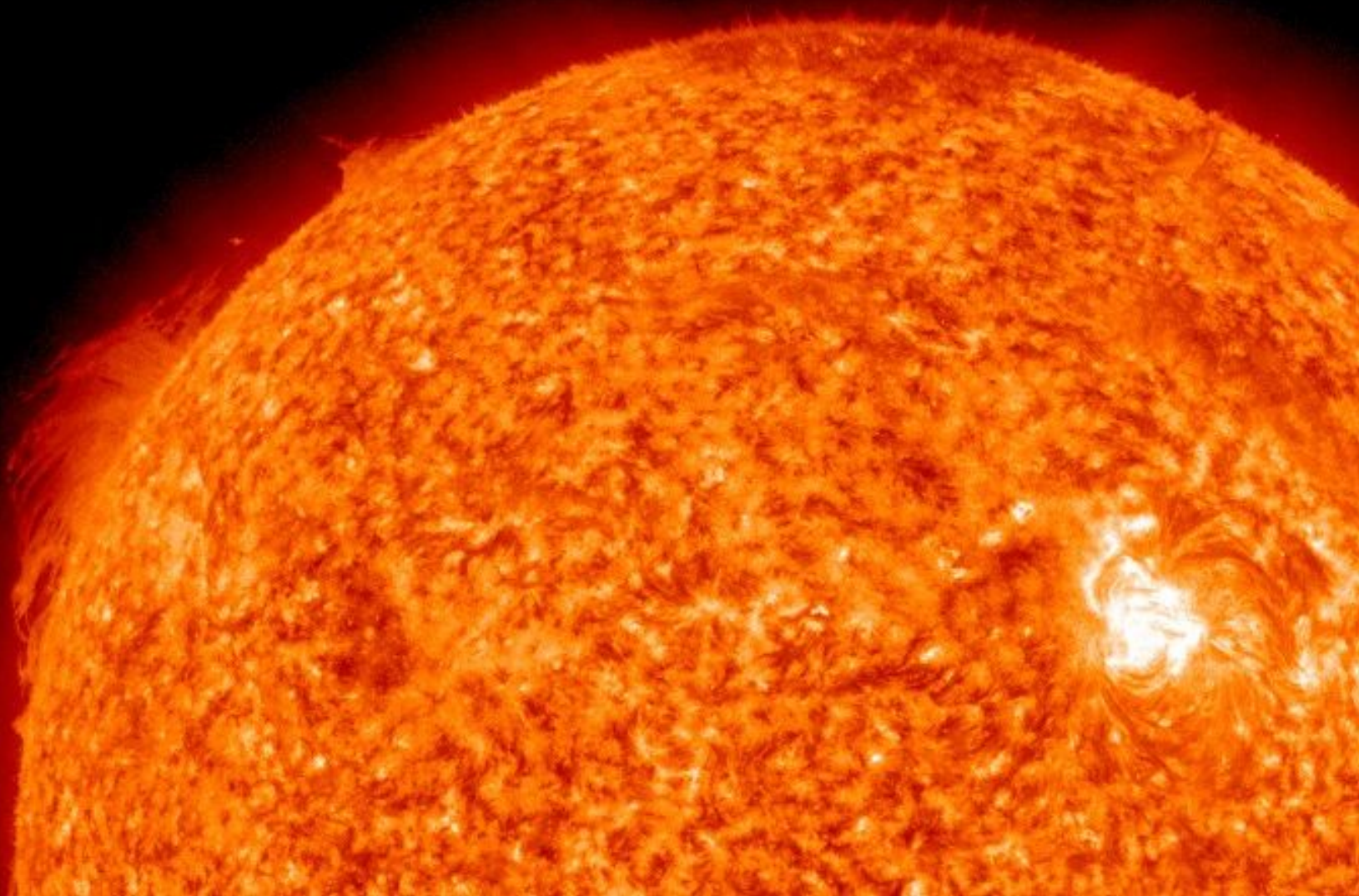
Пятна на Солнце — это признак солнечной активности. Это наиболее тёмные места на солнечном диске. Солнечные пятна имеют более тёмную центральную часть, называемую тенью. Пятна со временем изменяют свою форму. Большие пятна по размерам превосходят Землю и могут сохраняться около двух месяцев. В солнечных пятнах индукция магнитного поля в сотни тысяч раз превышает индукцию магнитного поля в фотосфере.





На краю Солнца наблюдаются протуберанцы.

На фотографии показан протуберанец, который может распространяться на миллионы километров. Бóльшая часть вещества протуберанца вернётся на Солнце, меньшая часть начнёт двигаться в Солнечной системе.





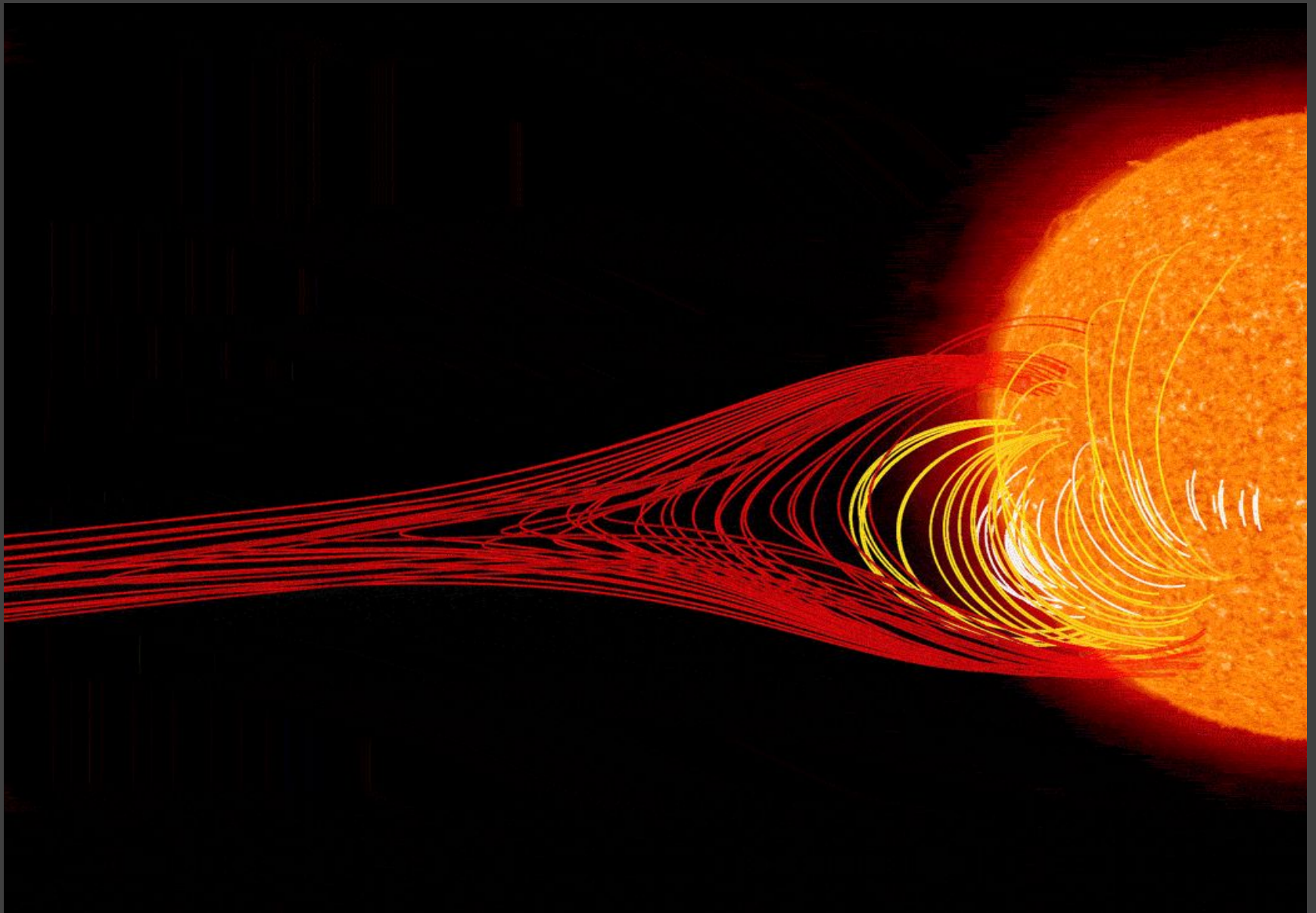
Солнечные затмения позволяют увидеть слои Солнца, находящиеся над фотосферой. Кольцо розоватого света исходит из хромосферы, температура которой — около 15 000 °С.

Во время затмения вокруг Солнца видна солнечная корона.

Температура вблизи Солнца — около 2 млн °С.

Корона излучает мало света, но от короны идёт мощное рентгеновское излучение.

Схема образования протуберанца

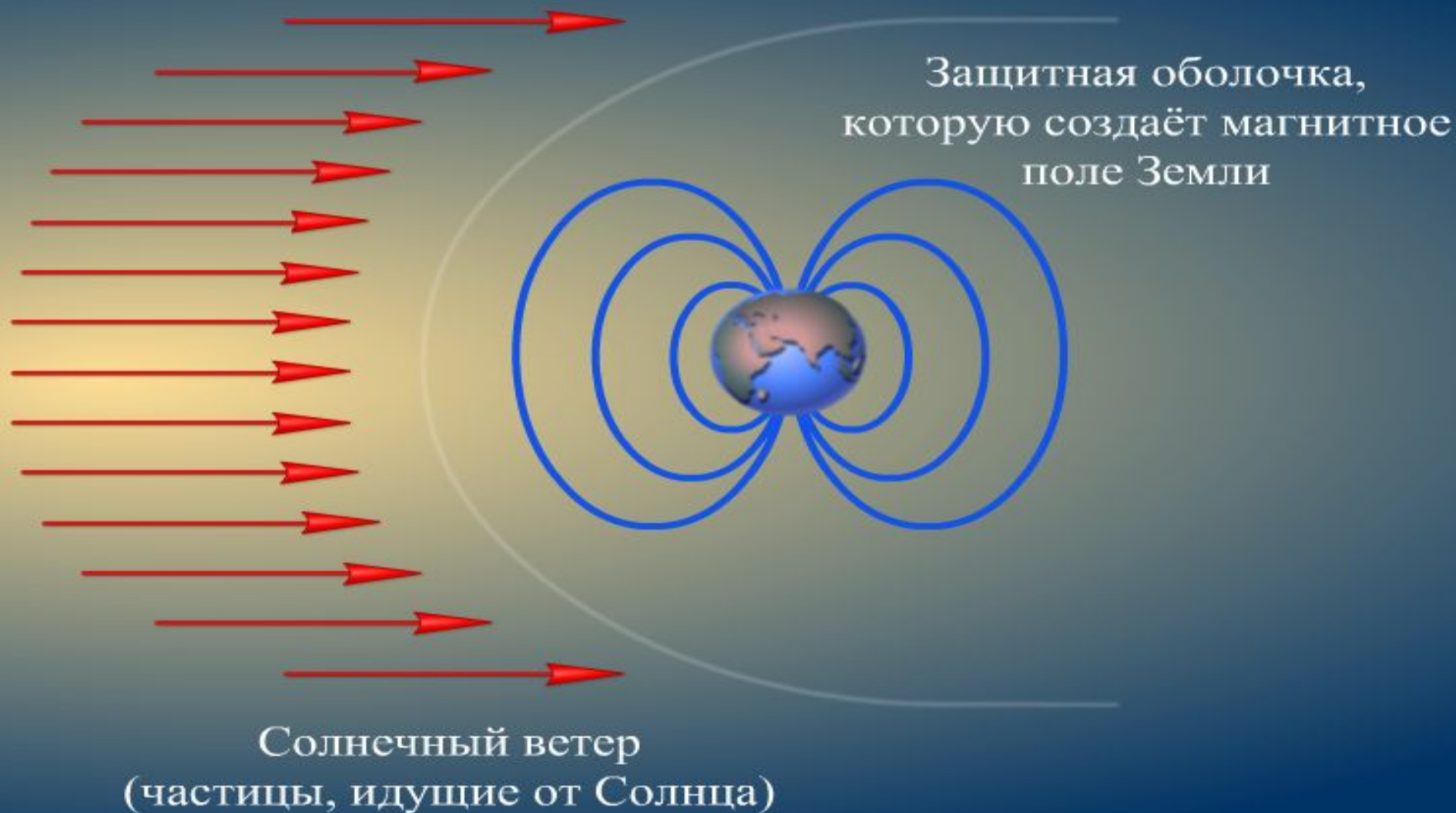


Испускает ли Солнце что-нибудь кроме света?

Солнечный ветер — поток очень быстрых частиц, изотропно истекающих из Солнечной атмосферы. Будучи сильно ионизированным — увлекает за собой магнитное поле.

Нейтрино — испускаются при ядерных реакциях и за несколько секунд беспрепятственно достигают поверхности Солнца. Позволяют изучать процессы происходящие в Солнечном «термоядерном реакторе»



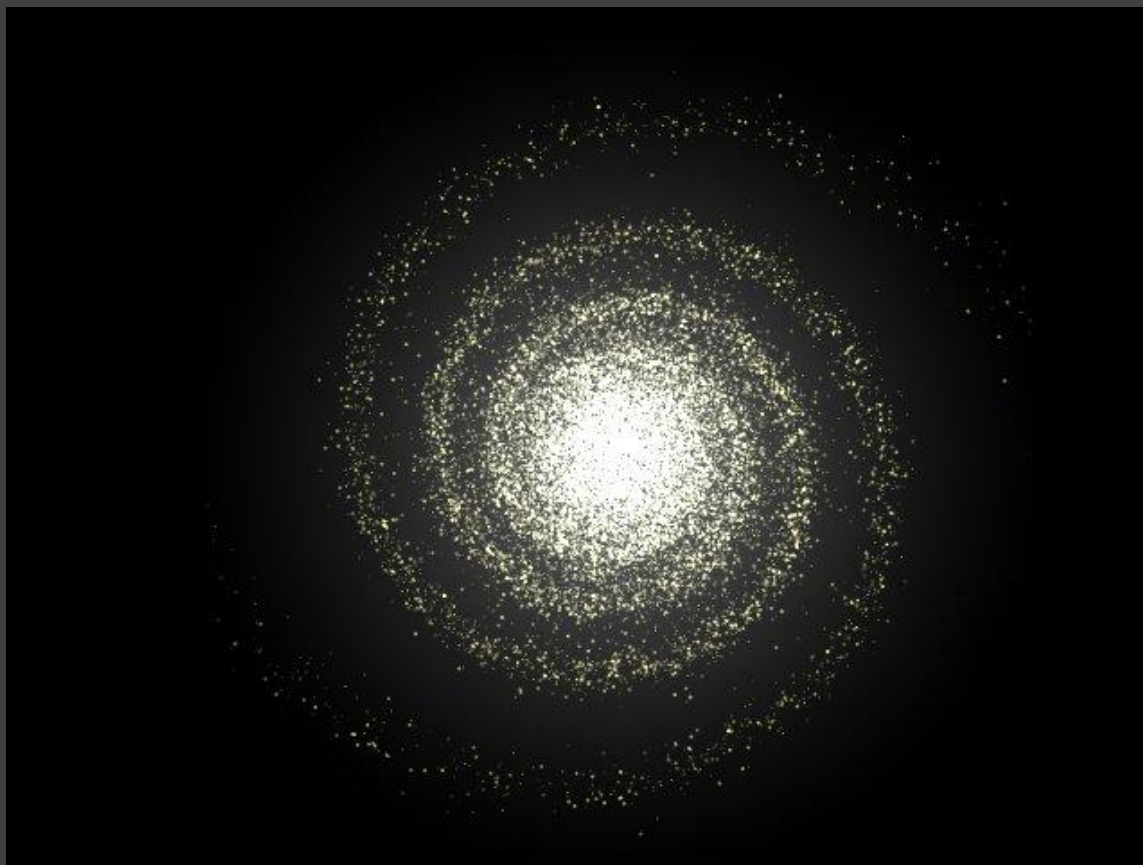


Наружные слои короны постоянно выдуваются в Солнечную систему, таким образом, создаётся солнечный ветер. Солнечный ветер — это поток протонов, ионов, электронов, α -частиц. На рисунке показано магнитное поле Земли. Благодаря магнитному полю большинство частиц, идущих от Солнца, отклоняются. Некоторые частицы достигают Земли.

Когда и как возникло Солнце

Возраст ~ 4,7 млрд лет

Образовалось как и все объекты во Вселенной под действием гравитации из гигантского газопылевого облака



Как долго может существовать Солнце

Желтый карлик

5 млрд лет. «Сжигание» водорода, сопровождающееся увеличением радиуса(на 20%) и светимости (на 50%)



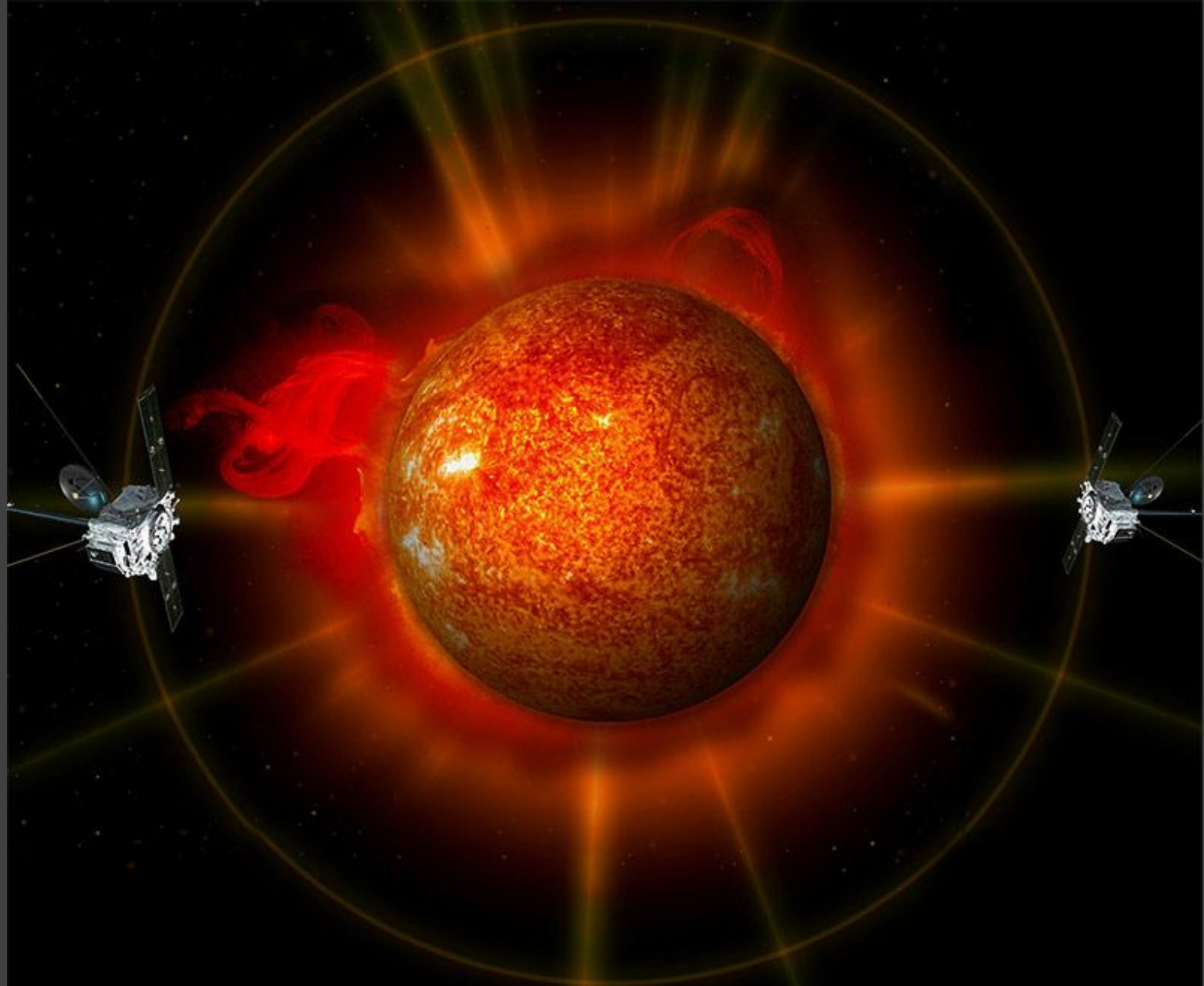
Красный гигант

Несколько 100 млн лет. Радиус будет превосходить радиус орбиты Меркурия. «Сжигание» гелия, синтез углерода.



Белый карлик

Солнце сбросит оболочку и останется звезда, сравнимая по размеру с Землей, плотность которой 1 т/см^3



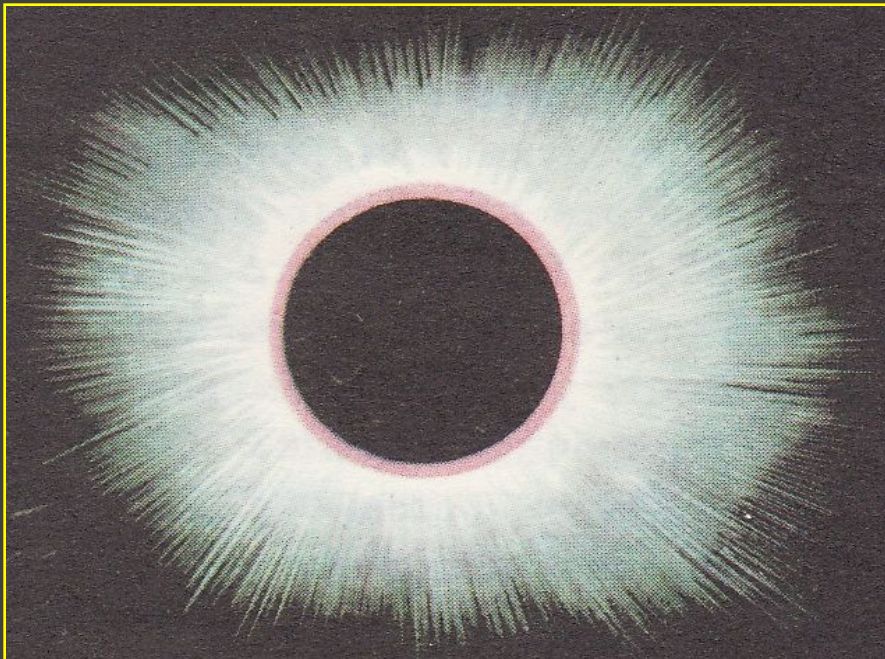
Изучение Солнца спутниками NASA

Солнечная активность

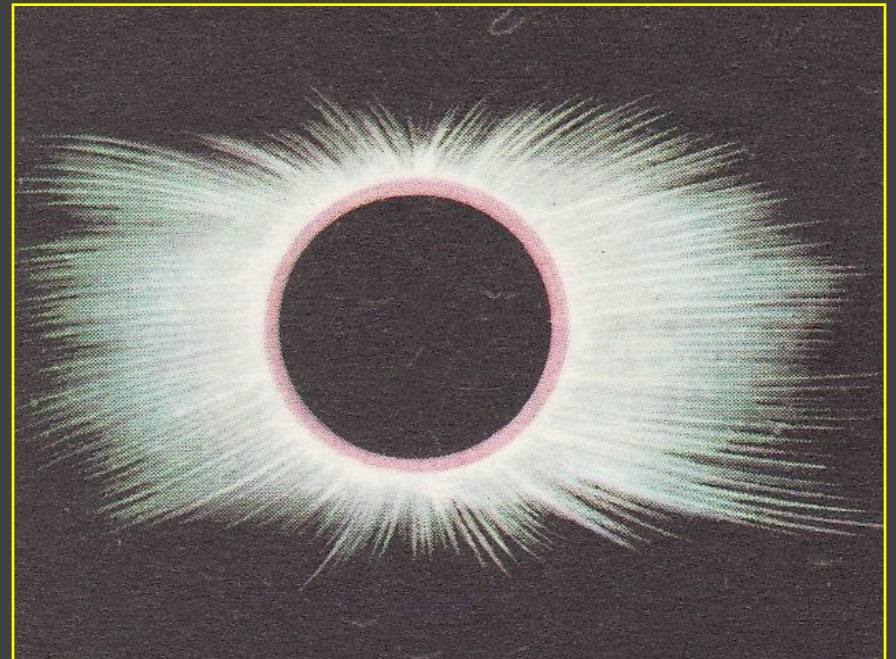
Это комплекс нестационарных образований в атмосфере Солнца (пятна, факелы, протуберанцы...) – активные области

Появление пятен и Солнечная активность имеет цикл ~ 11 лет

Год *MAX*



Год *MIN*



СОЛНЕЧНО - ЗЕМНЫЕ СВЯЗИ

Солнечно - земные связи- влияние изменений солнечной активности на земные процессы:

- * *возникновение магнитных бурь* — здоровье, радиосвязь, полярное сияние ...
- * *усиление ионизации* газов в атмосфере - сияние, озоновый слой
- * в *биосфере* — на урожаи с/х культур, эпидемии и т. д.

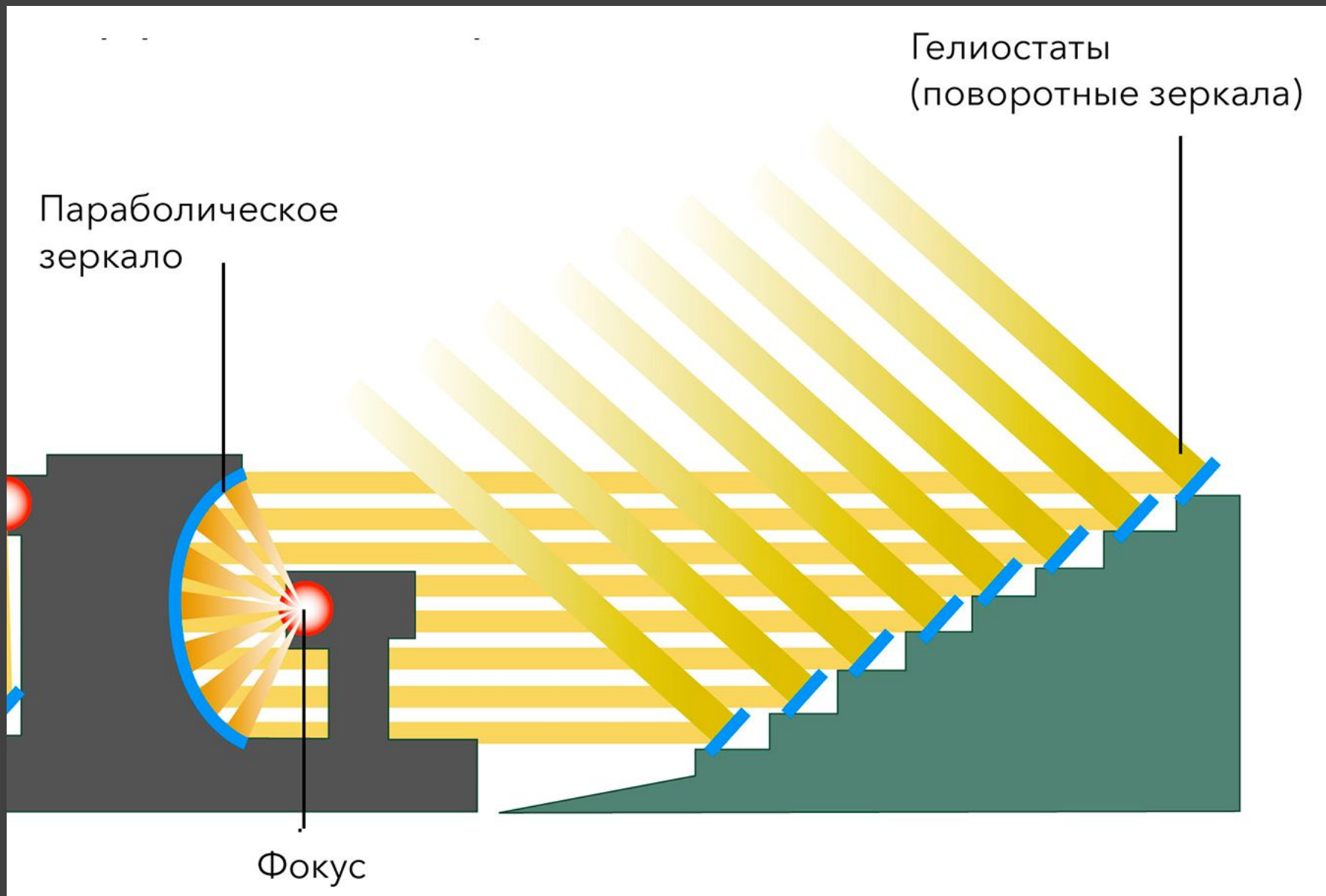
Это влияние обусловлено усилением коротковолнового и корпускулярного излучений Солнца при солнечных вспышках и др. проявлениях солнечной активности

Использование Солнечной энергии

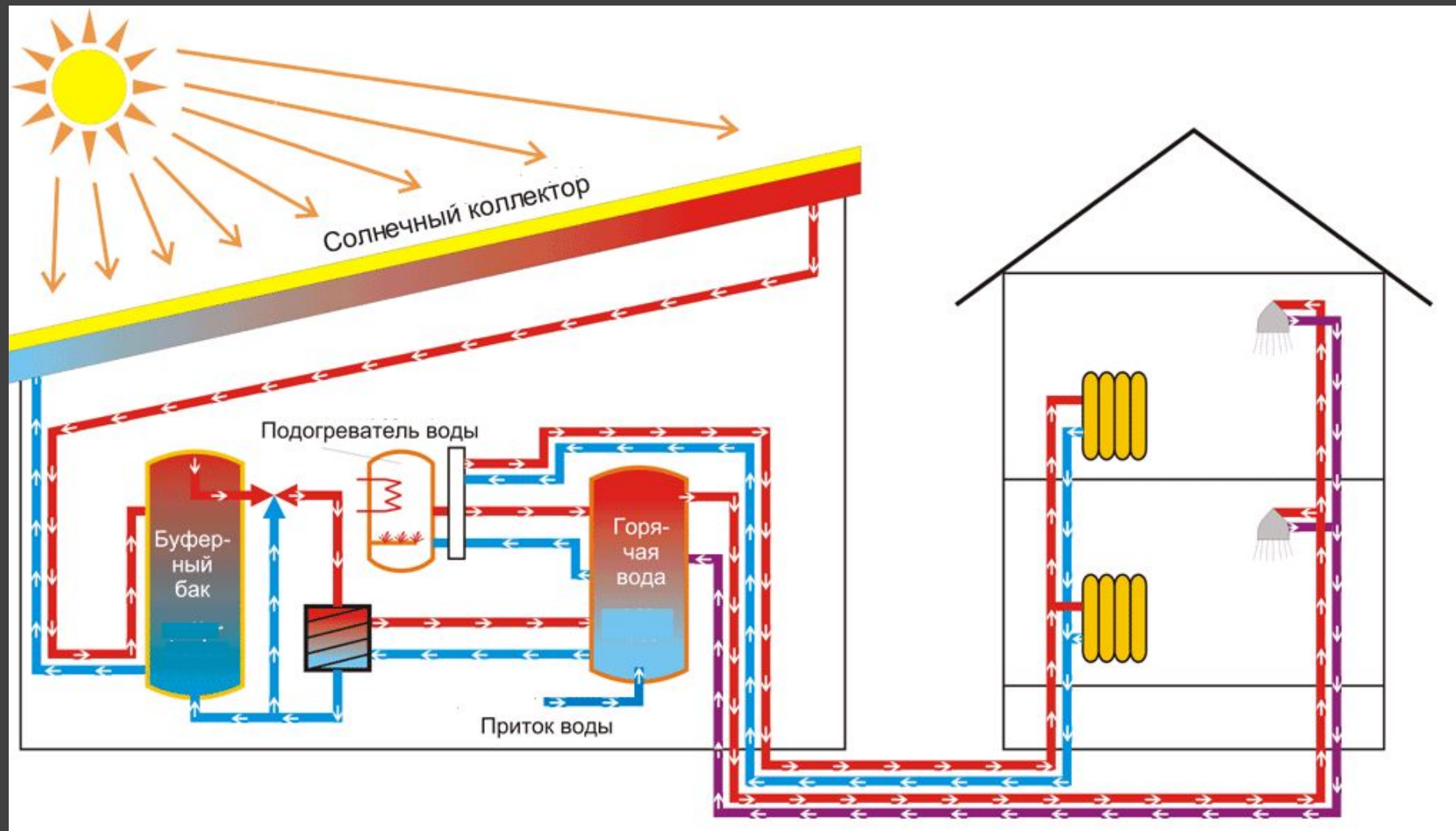
1. *Гелиотехнические установки* – различные типы солнечных теплиц, парников, опреснителей. Водонагревателей, сушилок)
 2. Лучи Солнца, собранные в фокусе вогнутого зеркала, *плавят* самые тугоплавкие металлы
 3. Солнечные *электростанции*, отопление домов
- Преимущество – самая экологически чистая энергия



Солнечная печь



Принцип работы солнечного обогревателя



Солнечная энергетика в Башкирии



В период с 2015 по 2019 годы на территории республики было запланировано создание семи солнечных электростанций суммарной мощностью до 59 МВт, общая стоимость которых составит 6 млрд. рублей. К 2015 году завершено три из них *Баймакская, Бурибаевской и Бугульчанской*. В 2017 году введена в строй *Исянгуловская СЭС*.