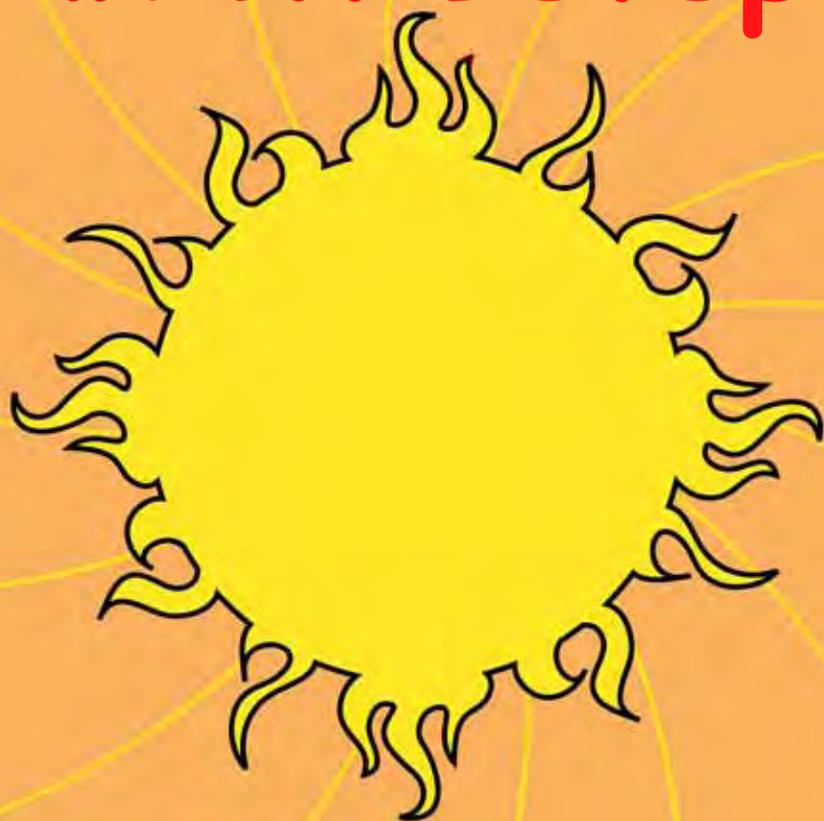


# Что такое СОЛНЕЧНЫЙ ветер

By Hayanon

Перевод: Р. Лукьянова





## Смотрим на невидимый солнечный ветер

Солнечная активность изменяется циклически с периодом примерно 11 лет. В годы активной фазы, которая называется «солнечным максимумом», на Солнце образуется самое большое количество пятен, а в спокойные годы «солнечного минимума» пятен на Солнце почти нет. Вместе с солнечной активностью изменяется и энергия солнечного излучения. Однако вариация видимого излучения составляет всего лишь 0.1%, так что мы едва ли можем заметить, что Солнце становится ярче или бледнее в своем 11-летнем цикле.

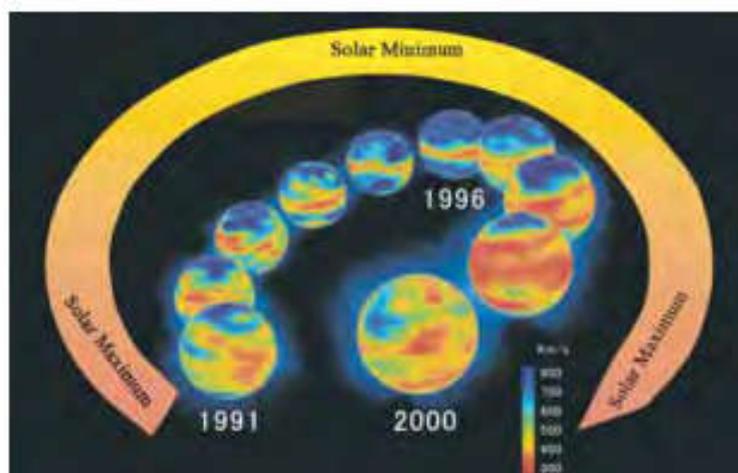
В общем количестве энергии, исходящей от Солнца, самая большая часть приходится на излучение на разных длинах волн. Следующими идут нейтрино и солнечный ветер. За открытие нейтрино в 2002 году была присуждена Нобелевская премия по физике. Данная элементарная частица обладает уникальным свойством не вступать ни в какое взаимодействие с другими объектами. И это позволяет нейтрино беспрепятственно пролетать сквозь земной шар. Хотя энергия нейтрино очень велика, их влияние на Землю пренебрежимо мало.

На долю солнечного ветра, приходится всего лишь одна миллионная часть той энергии, которая переносится излучением. Но в отличие от излучения солнечный ветер очень динамичен и весьма существенно изменяется в ходе солнечного цикла.

Эволюция скорости солнечного ветра в 11-летнем цикле показана рисунке. Эти карты построены по наблюдениям, о которых говорится в конце книжки. Высокоскоростные потоки, 700-800 километров в секунду, обозначены темно-синим цветом, переход к темно-красному цвету соответствует меньшим скоростям. Медленный ветер имеет скорость 300-400 км/с. Каждое изображение солнечного диска соответствует среднегодовому распределению скорости исходящего от Солнца ветра в цикле 1991-2000 гг.

С 1991 г. (максимум цикла) солнечная активность (число солнечных пятен) уменьшается, достигает минимума в 1996 г. и затем опять растет вплоть до следующего максимума в 2000 г. Если посмотреть на изображение солнечного диска в 1996 г., то можно заметить, что наиболее высокоскоростной солнечный ветер исходит из узкой области вблизи экватора Солнца, тогда как в среднеширотных и полярных областях ветер медленный. С ростом солнечной активности зона высоких скоростей расширяется на весь диск.

Солнечный ветер распространяется от Солнца далеко в космическое пространство. Как важный агент солнечной активности он оказывает большое влияние на планеты и межпланетную среду. Посмотрим, как солнечный ветер проявляется в нашей жизни.



Распределение скорости солнечного ветра по солнечному диску в 11-летнем цикле.

Какая хорошая  
погода!

Мол и ее кот-робот  
Мирубо решили просто  
повалиться на Солнце.

Как  
классно!!

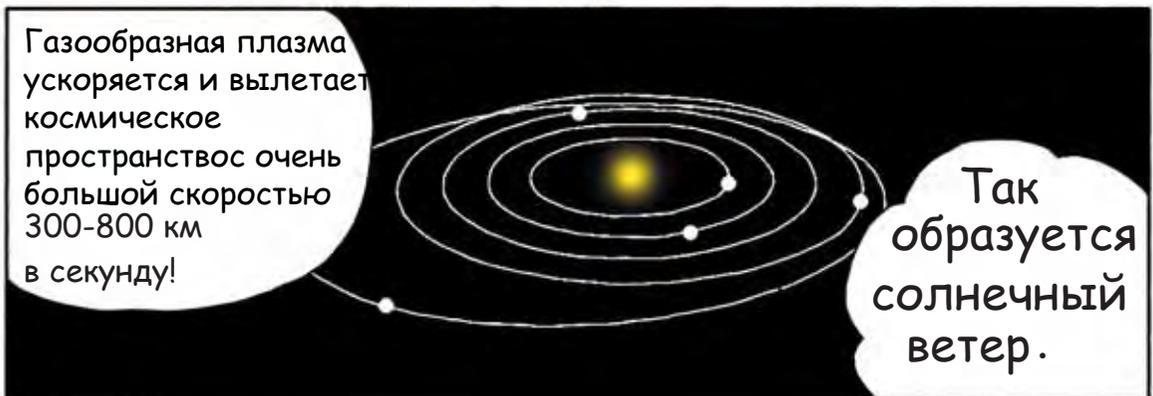
Я тоже люблю  
нежиться на  
солнце.

Whoof

Мол,  
не кажется ли

тебе  
удивительным, что  
свет и тепло  
приходят  
к нам из такой  
дали?  
Ведь солнце  
очень далеко.







И солнечный ветер налетает на Землю?

Никогда не замечал никакого ветра.

Bang!!  
Rattle and clatter!



Солнечный - он совсем не такой, как то, что обычно называют ветром.



Солнечный ветер - это очень разреженный газ.

Howling  
Roaring

Он не сдувает предметы, как это делает обычный атмосферный ветер.

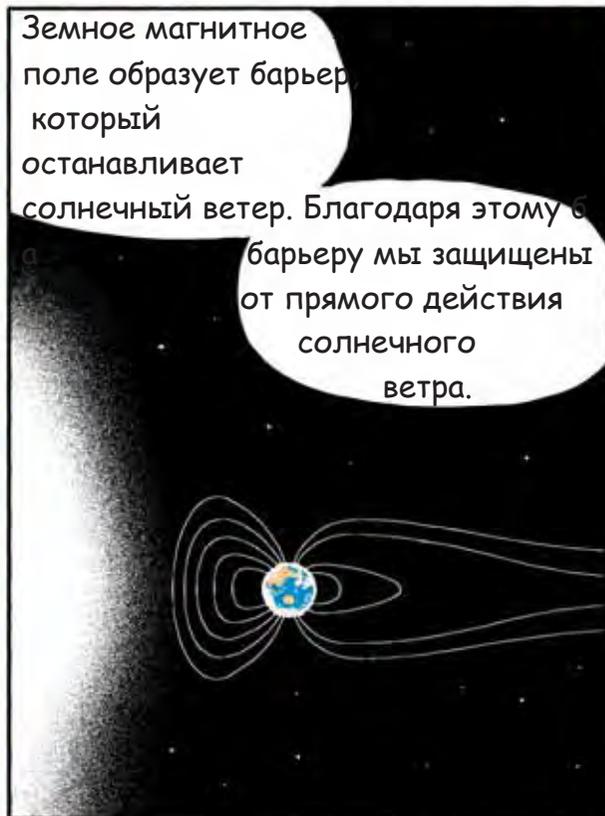
Видимым проявлением обычного ветра может быть трепет листьев на деревьях. То, что солнечный ветер существует, тоже можно увидеть. Например, наблюдая кометы, которые всегда имеют вытянутый хвост.

Он появляется потому, что ядро кометы обдувается солнечным ветром, который сносит часть вещества назад.



Белый хвост направлен в сторону, противоположную световому давлению и давлению солнечного ветра.





Полярное сияние - это именно то явление, которое происходит благодаря энергии Солнца.

Поток плазмы солнечного ветра вызывает свечение в верхней атмосфере, потому что электроны сталкиваются с атомами воздуха и возбуждают их.

Параметры солнечного ветра могут изменяться очень резко и в широком диапазоне.

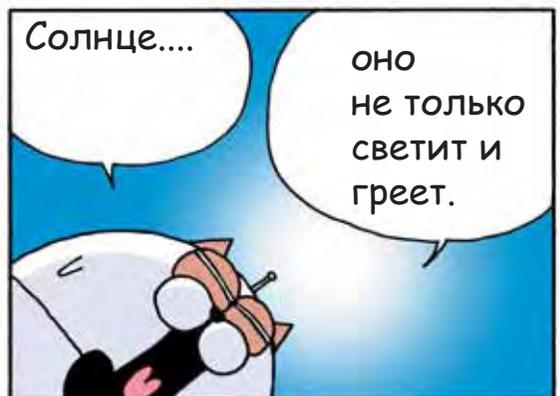
Эти изменения могут повредить космические аппараты и даже вывести из строя наземные электрические системы из-за наведения в них паразитных электрических токов.

И хотя солнечный ветер невидим и не может быть прямо измерен с Земли, .....

его влияние на нашу жизнь и окружающую среду обнаруживается во многих вещах.

И в основном, влияние солнечного ветра негативное.  
.....

Однако, без него могло бы быть еще хуже.!



А как далеко распространяется солнечный ветер?

Дальше земной орбиты?



Чтобы определить, насколько далеко, в 1970-х были запущены космические аппараты Вояджер и Пионер, которые должны были долететь до границы гелиосферы.



Вояджер изучает радиоэмиссии и частицы вблизи границы гелиосферы.

После примерно 25 лет полета от Вояджера пришел удивительный отчет о том, что...

на расстоянии 90 астрономических единиц солнечный ветер все еще существует!!



Вау, солнечный ветер долетает так далеко?!

Сто пятьдесят миллионов километров умножить на 90... ух..

В общем, это очень сильный ветер!!



Incredible!

Это так и есть, поскольку Солнце выбрасывает с ветром миллион тонн солнечного вещества каждую секунду.

Что-о-о!!  
миллион  
тонн?!



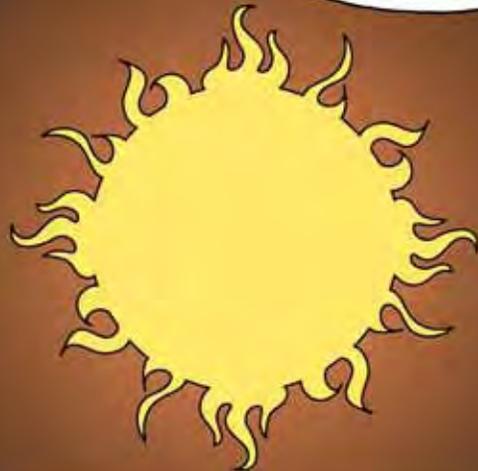
Не может быть! Солнце выдуется и усохнет!!

Ха-ха-ха.  
Нет причин для беспокойства.



Солнце теряет 30 триллионов тонн в год в виде солнечного ветра.

А общая масса Солнца - 30 триллионов умножить на 70 триллионов.





Просто посчитаем.  
Нужно 70 триллионов лет, чтобы Солнце потеряло всю свою массу.

Снова удивительно!  
70 триллионов лет?!



Несмотря на такую величину потерь от солнечного ветра, Солнце не исчезнет.

Солнце - оно такое!



Солнечный ветер дует и прямо сейчас.

Мол и Марубо представляют, как солнечный ветер путешествуют далеко от нас в космосе без конца.

# Что такое солнечный ветер?!



Привет, Сенсей! У меня вопрос про солнечный ветер, который дует от Солнца. Можно его увидеть его с космической станции?



Вблизи земной орбиты в объеме солнечного ветра величиной с кусочек сахара содержится только 10 частиц. Это очень разреженный газ, почти вакуум, и он не может излучать достаточно света, чтобы его было видно невооруженным глазом.



Когда открыли солнечный ветер? Как его обнаружили, если он невидимый? Мне ничего не приходит в голову.



В 1900-х люди догадались, что к Земле от Солнца приходит не только свет, но и еще что-то, потому что через несколько дней после появления новых солнечных пятен и солнечных вспышек наблюдались возмущения геомагнитное поля и появлялись полярные сияния.



Продолжает ли дуть солнечный ветер, если на Солнце нет пятен?



Да, продолжает. Он дует всегда. В сущности, солнечный ветер – это сама солнечная атмосфера. В 1950-х немецкий ученый Байерман, изучая хвосты комет, выяснил, что солнечный ветер есть всегда, даже если на Солнце нет пятен.



Кометный хвост напоминает флажок, трепещущий на ветру.



Когда солнечный ветер наблюдали непосредственно?



До 1962 года не было прямых доказательств, что солнечный ветер существует. Космическому аппарату Маринер II, когда он летел к Венере, первому удалось измерить солнечный ветер.



Это ведь было великое открытие?



За 4 года до полета Маринер II американский ученый Паркер теоретически предсказал солнечный ветер. Он вычислил, что его скорость должна достигать нескольких сотен километров в секунду. И это название – «солнечный ветер» придумал ученый по фамилии Паркер.



Как далеко за орбиту Земли долетает солнечный ветер?



Он уходит дальше орбиты Сатурна и орбиты Урана. Там он становится еще более разреженным, холодным и слабым. Граница гелиосферы находится там, где давление солнечного ветра и давление межпланетного газа уравниваются.



А что за пределами гелиосферы?



Температура там довольно высокая, до 8000 К. Там присутствуют и ионизованные, и нейтральные атомы водорода, но их очень мало. Плотность составляет одну десятую плотности солнечного ветра вблизи орбиты Земли.



Считается, что гелиосфера, подобно комете, тоже имеет длинный хвост, вытянутый в межпланетном газе.



Теперь я убедился, что хвост – это реально важная вещь. Посмотрите на мой хвост. Не хочешь ли тоже завести такой, Мол?



Вообще-то не очень...

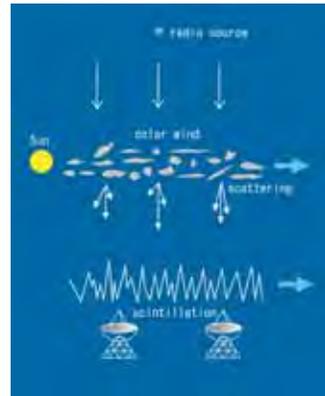


## Взглянуть на небо и увидеть солнечный ветер



Чтобы наблюдать солнечный ветер, было запущено много космических аппаратов. Однако, их траектории лежали в плоскости орбиты Земли. Только один аппарат для исследования Солнца, который назывался Улисс и был запущен в 1990 г., сумел выйти из орбитальной плоскости. Наклонение его траектории было близко к 90 градусам. Этого удалось добиться благодаря использованию огромной гравитации Юпитера. Однако, на Улиссе работало не так много приборов. И почти невозможно получить полную картину того, как солнечный ветер распределен во всем космическом пространстве.

Дополнить спутниковые измерения солнечного ветра могут измерения с Земли. В 1964 году ученые Кембриджского университета открыли, что радио волны, приходящие из открытого космоса могут становиться сильнее и слабее на секундном временном масштабе. Это как дрожание света звезды на ночном небе – явление, связанное с атмосферной турбулентностью. Звездный свет, пока проходит через атмосферу,



рассеивается в разных направлениях, и звезда видится слегка мигающей.

Для радиоволн, исходящих от радио источника, рассеивание обусловлено заряженными частицами, из которых состоит плазма солнечного ветра. Во вселенной существует бесчисленное множество радио источников, чьи волны приходят к Земле. Измеряя и анализируя мерцание радиоволн наземными приборами, мы можем получить ключ к пониманию того, каковы параметры солнечного ветра близи и вдали от орбиты Земли.



Лаборатория солнечно-земных связей проводит наблюдения солнечного ветра с помощью радиотелескопов в четырех точках на территории Японии. Одна из них находится у подножия горы Фуджи. Антенна этого телескопа имеет длину 100 м и ширину 20 м. Параболические конструкции связаны тысячами отрезков тонких проводов из нержавеющей стали, что формирует гигантскую отражающую поверхность.

**CAWSES: A SCOSTEP Program 2004-2008**

Solar Influence on Climate



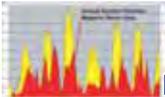
Space Weather: Science and Applications



Atmospheric Coupling Processes



Space Climatology




CAWSES - SCOSTEP (

(CAWSES)

CAWSES -

CAWSES

<http://www.bu.edu/cawses/>  
<http://www.ngdc.noaa.gov/stp/SCOSTEP/scostep.html>



STEL (STEL),  
STEL

<http://www.stelab.nagoya-u.ac.jp/>

**はやのん** Hayanon

<http://www.hayanon.jp/>

**子供の科学** Kodomo no Kagaku (

Kodomo no Kagaku -

Shinkosha Publishing Co., Ltd.  
1924

Seibundo

<http://www.seibundo.net/>

“Что такое солнечный ветер?”  
Kagaku.”  
M

Kodomo no

CAWSES.