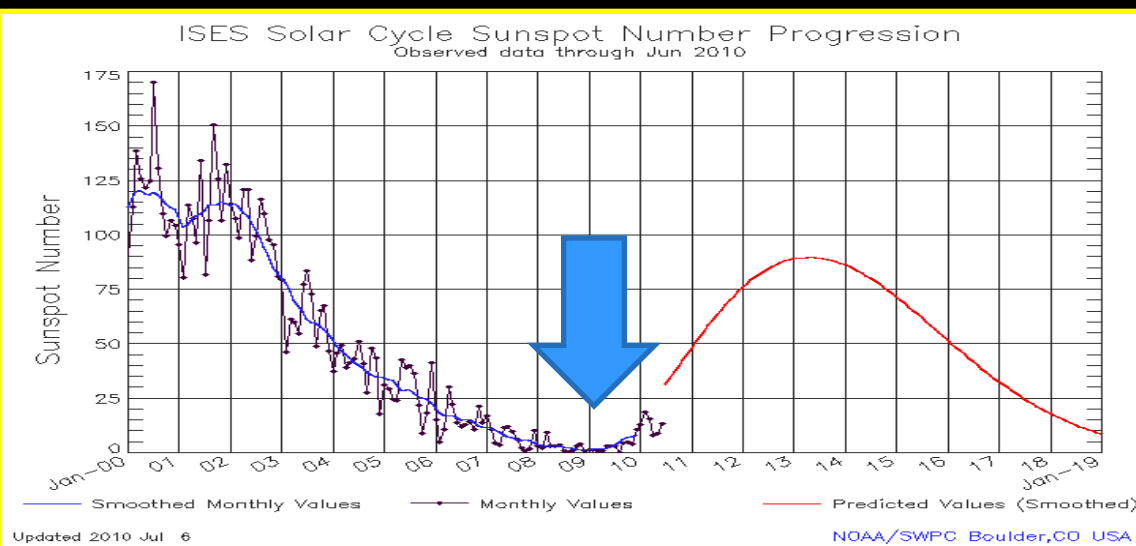


# Внезатменные космические наблюдения структуры магнитного поля внутренней короны Солнца

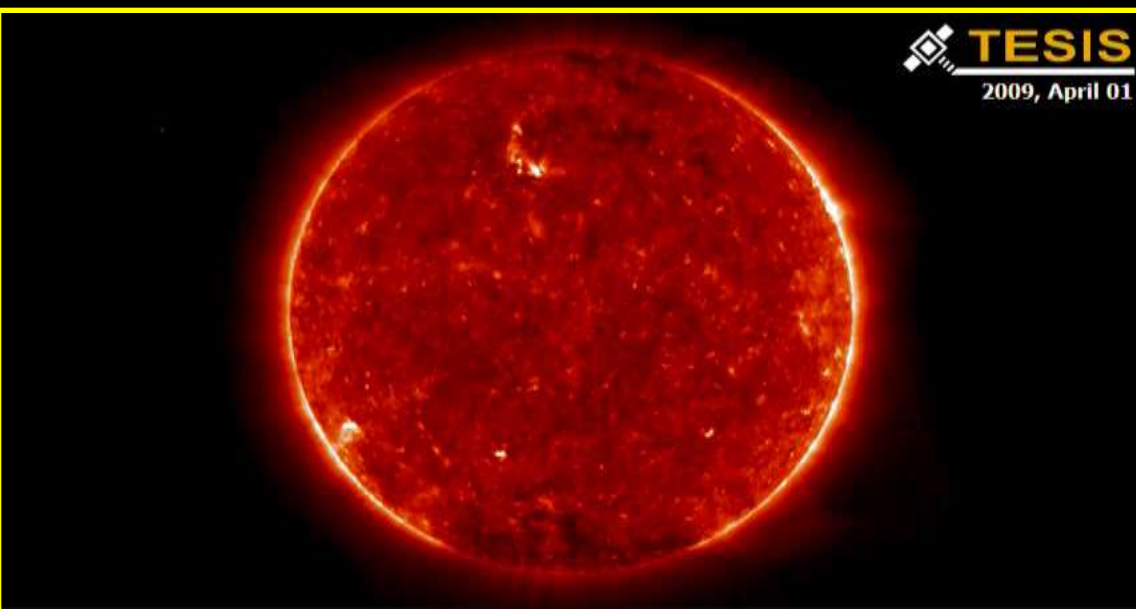
Богачев С.А.



Лаборатория Рентгеновской астрономии Солнца  
Физический институт им. П.Н. Лебедева, РАН

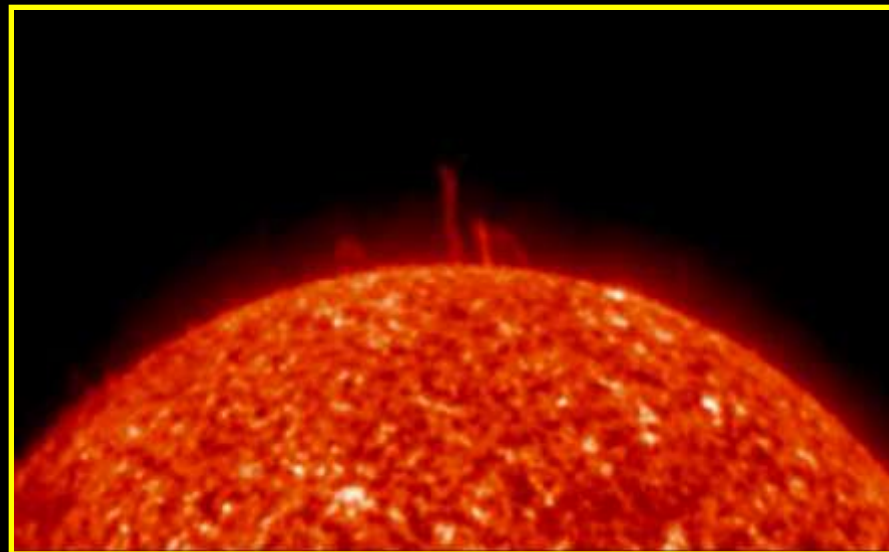


- ТЕСИС – комплекс космических телескопов ВУФ диапазона разработки ФИАН, который был установлен на борту спутника КОРОНАС-ФОТОН

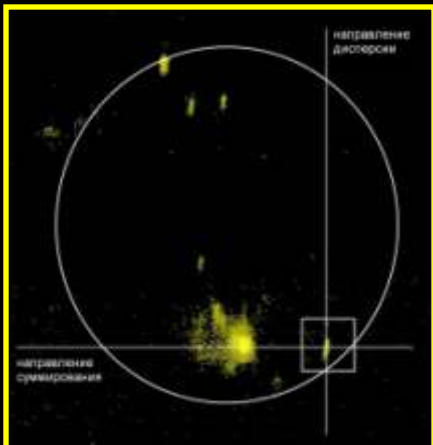


- ТЕСИС работал на орбите с 26 февраля 2009 по 31 ноября 2009.
- Период наблюдений ТЕСИС совпал с глубоким минимумом активности Солнца

# Основные каналы ТЕСИС

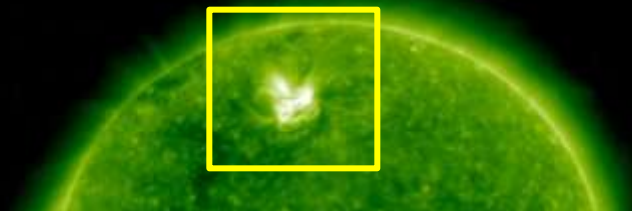


**FeIX/X 171 A** ( $T \sim 0.8$  MK) ← **Низко-температурные каналы** → **He II 304 A** ( $T \sim 0.08$  MK)  
Пиксельное разрешение  $\sim 1.7$  arc.sec.



**MgXII 8.42 A** ( $T > 5$  MK) ← **Высокотемпературные каналы**

↓  
**FeIX/FeXXIII 132 A** ( $T > 6$  MK)

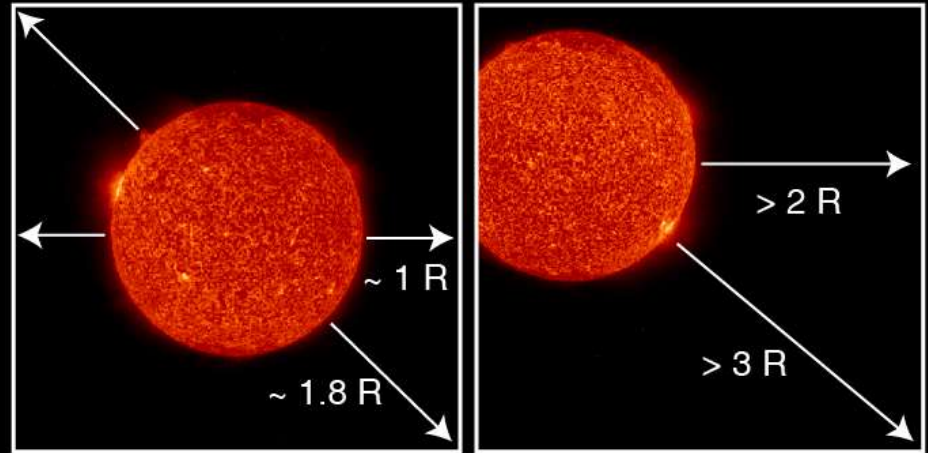


# Особенности ТЕСИС

## 1. Широкое поле зрения и механизм юстировки:

Поле зрения:  $\sim 1^\circ$  или 4 солнечных радиуса

Механизм юстировки: позволяет подфокусироваться и перемещать изображение Солнца по CCD

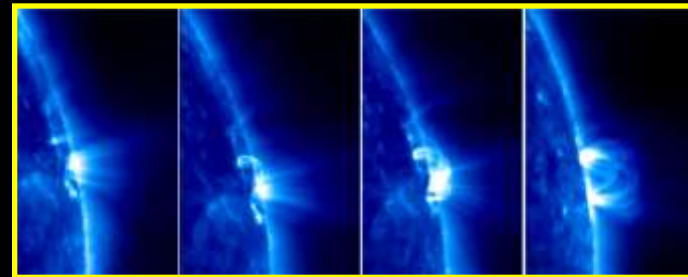


Возможности для исследования КВМ

## 2. Высокая чувствительность аппаратуры:

Время экспозиции: 0.3 сек для всего динамического диапазона

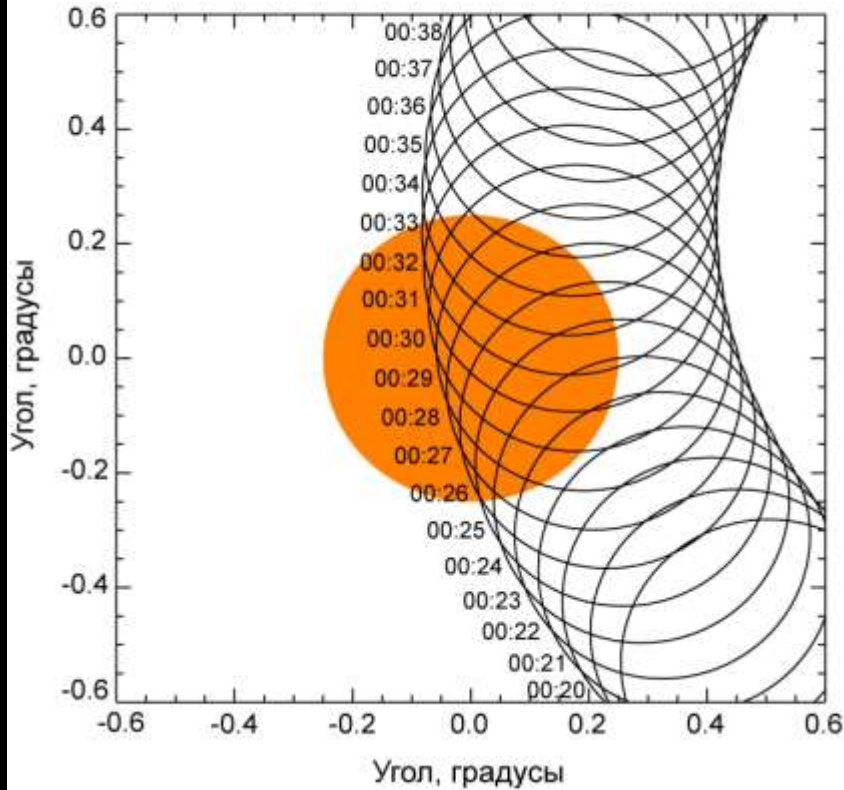
Задержка: 4-5 сек в режиме быстрых наблюдений



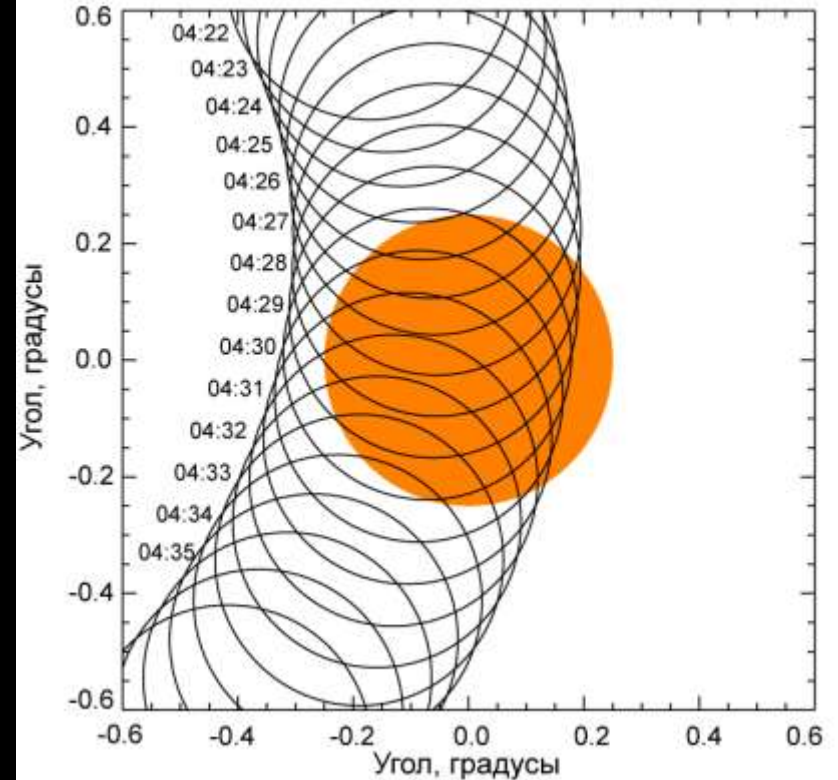
Возможности для исследования «быстрых» процессов

# Затмения Солнца из космоса

ПРОХОЖДЕНИЕ ЛУНЫ ПО СОЛНЦУ – ВИД С ТЕСИС  
00:20-00:40 UT

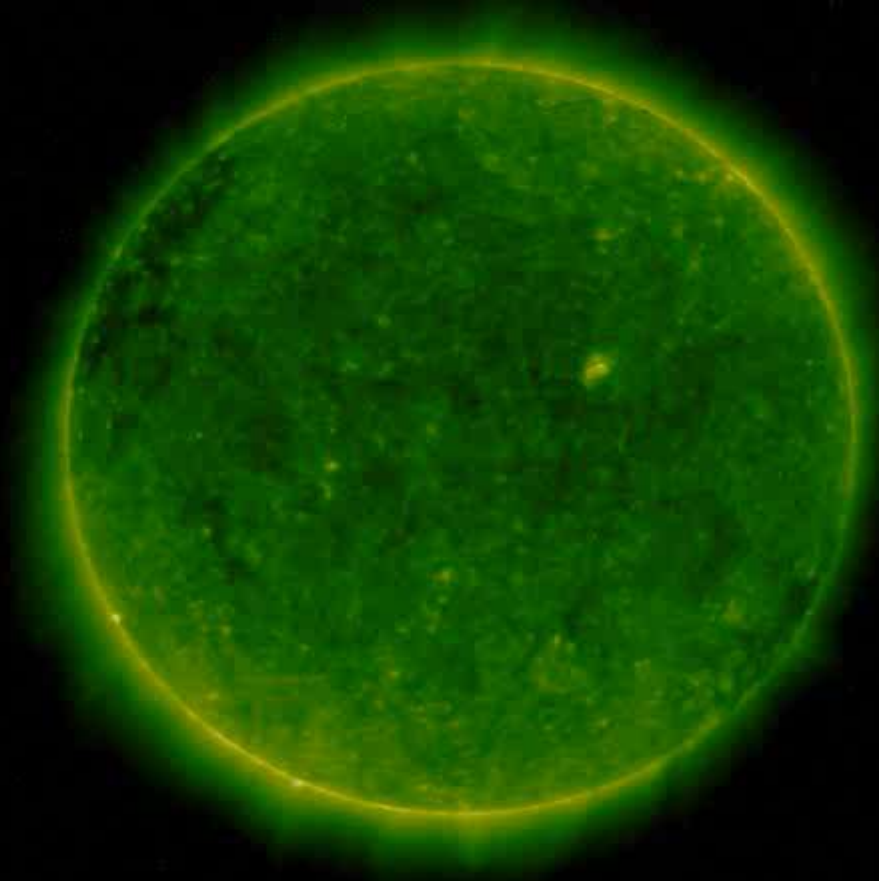


ПРОХОЖДЕНИЕ ЛУНЫ ПО СОЛНЦУ – ВИД С ТЕСИС  
04:20-04:40 UT



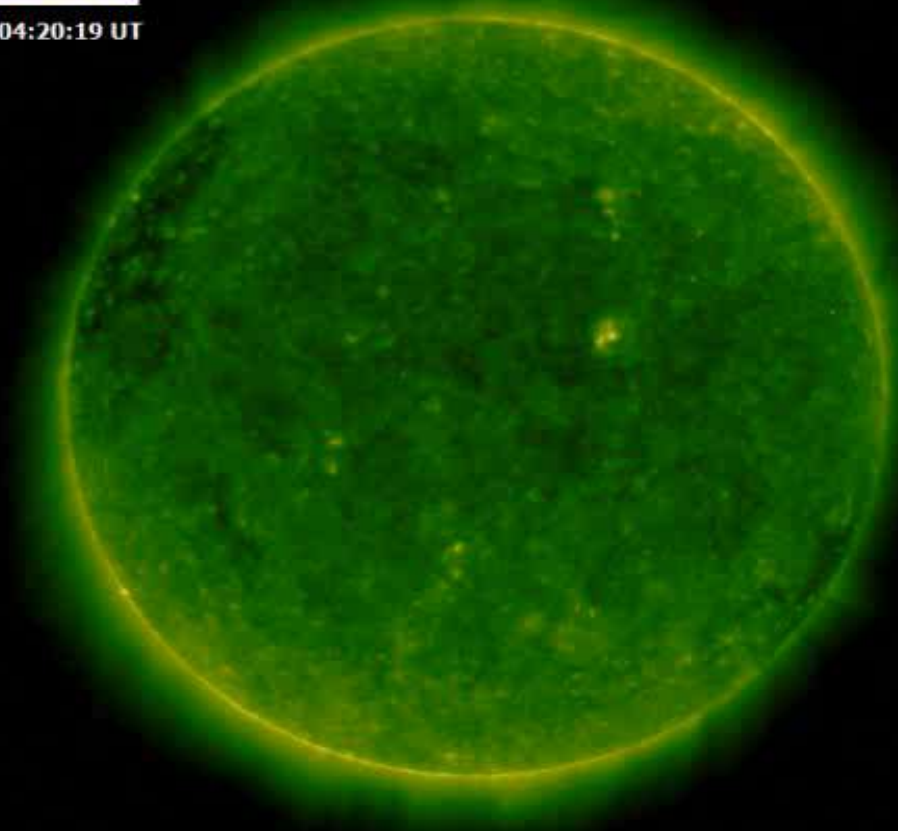
# Затмения Солнца из космоса

 **ТЕСИС**  
2009, JUL 22 00:20:00 UT

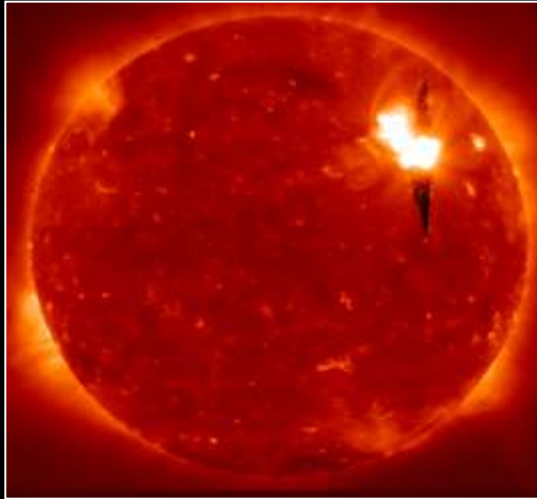


# Затмения Солнца из космоса

 **ТЕСИС**  
2009, JUL 22 04:20:19 UT

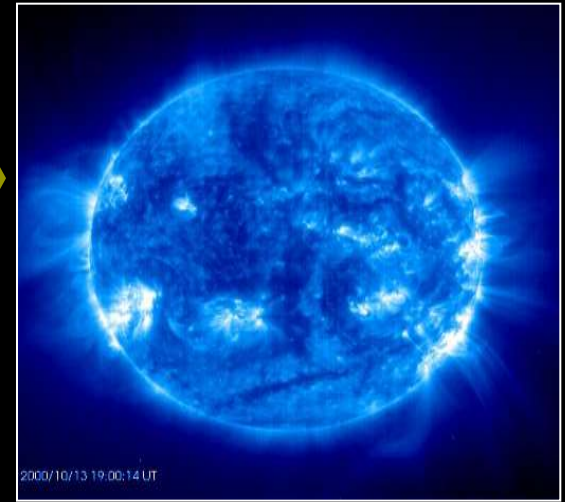


# Сравнение полей зрения ряда телескопов

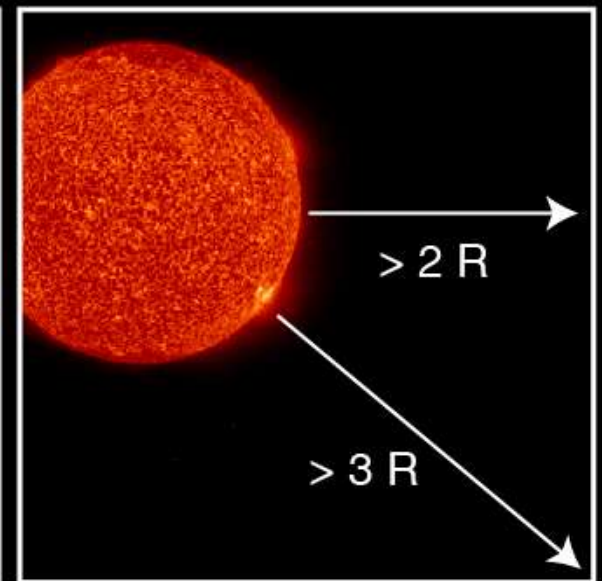
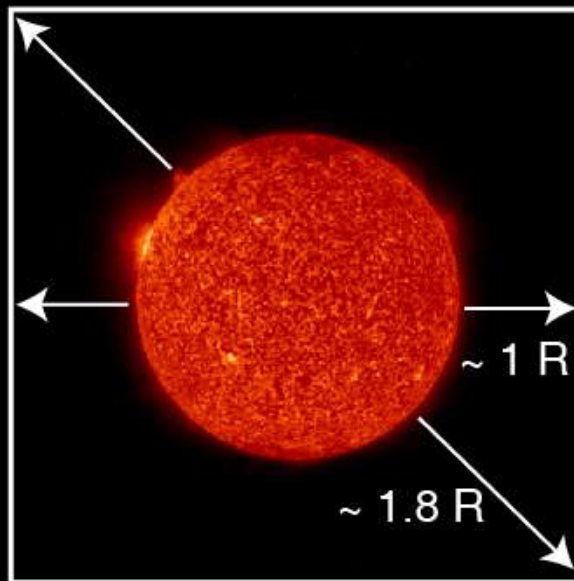


← **Hinode/XRT**  
34 угл. минуты

**SOHO/EIT**  
**STEREO/EUVI**  
**SDO/AIA**  
→  
~ 45 угл. минут

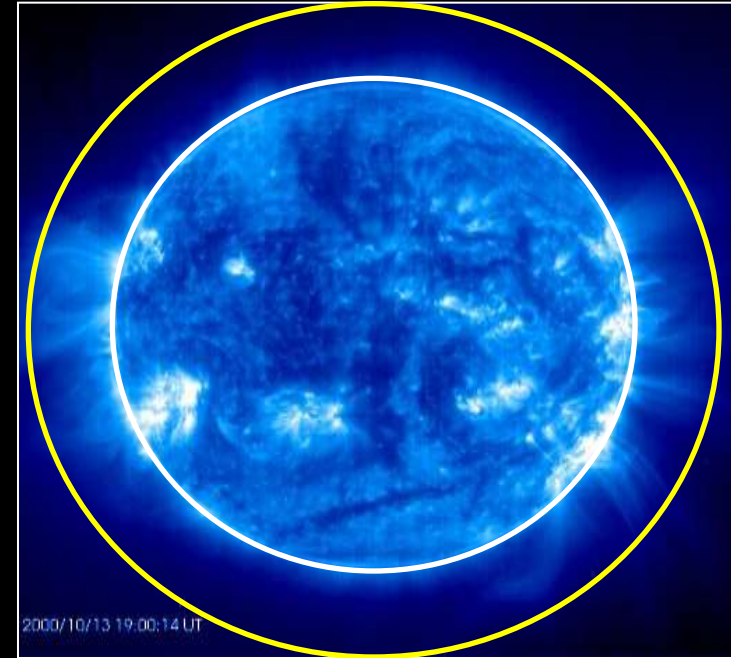
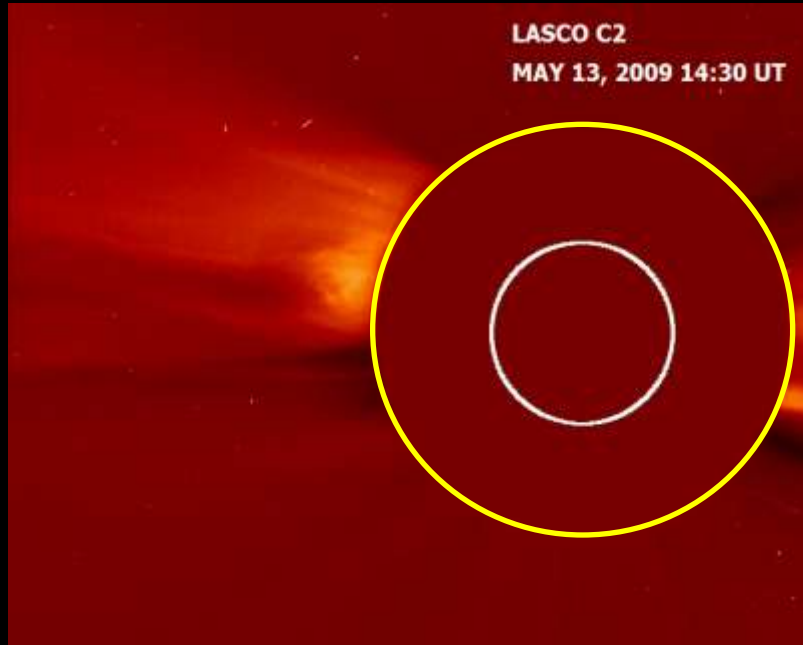


↓  
**ТЕСИС**  
60 угл. минут





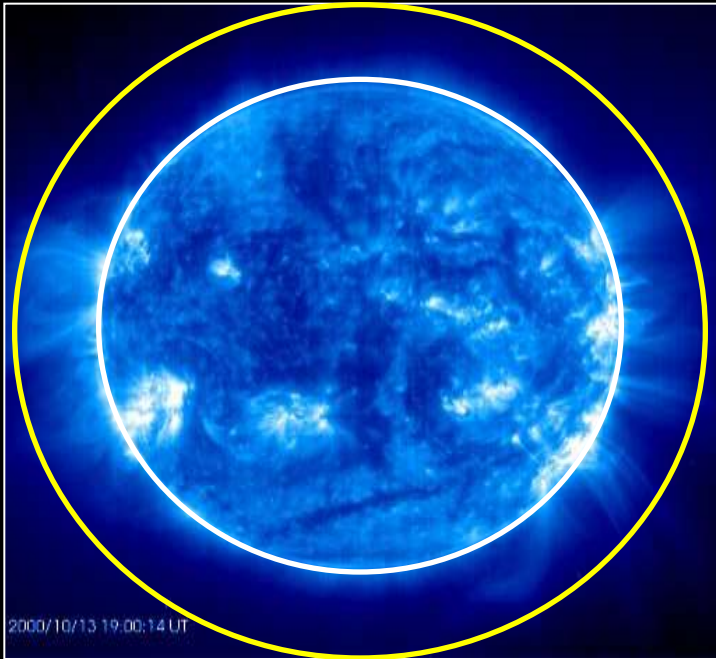
## Постановка задачи



Коронграфы – скрыта нижняя корона

Телескопы – малое поле зрения

Нет сшивки между двумя типами данных.  
Отсутствуют наблюдения в промежуточной короне.

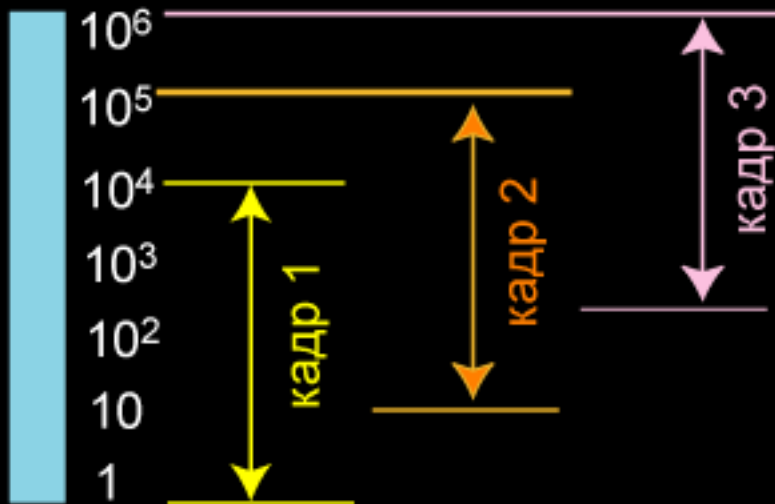


1. **Ограниченное поле зрения**
2. **Нехватка чувствительности** для экспонирования промежуточной короны. Время экспозиции короны должно быть ~ в 100 раз больше, чем время экспозиции диска: 30 сек переходят в 1 час (невозможно).
3. **Ограниченный динамический диапазон ПЗС матриц:** 14-15 бит (32 000) при реальном динамическом диапазоне ~ 1 млн.

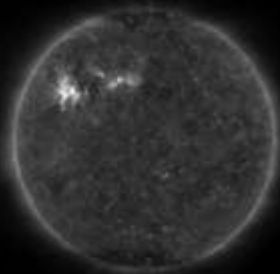
**ТЕСИС:** большое поле зрения (до 1-2 радиусов) + очень высокая чувствительность (0.3-0.5 сек → 30-50 секунд).

## Динамический диапазон

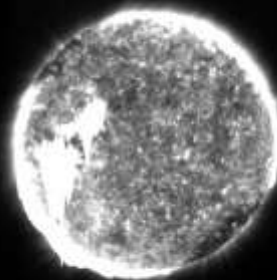
**Метод сшивки:** три кадра с динамическим диапазоном  $10^4$  сшиваются в 1 кадр с динамическим диапазоном  $10^6$



Кадр 1



Кадр 2

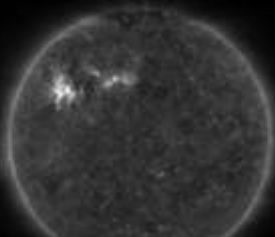


Кадр 3

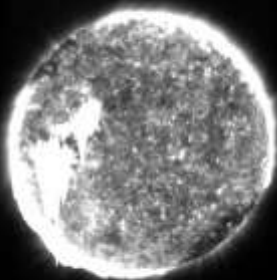


# Динамический диапазон - сшивка

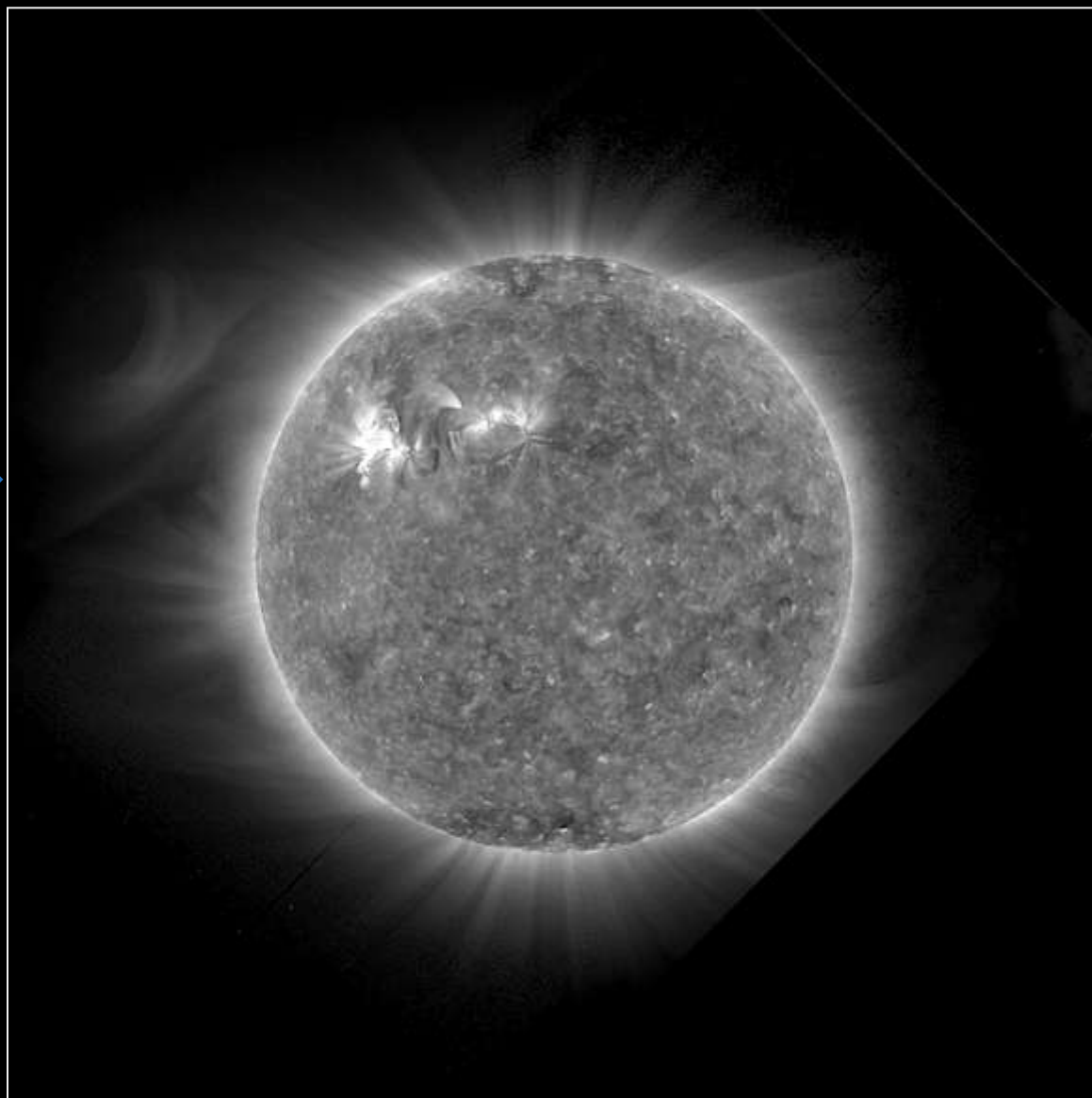
Кадр 1



Кадр 2



Кадр 3



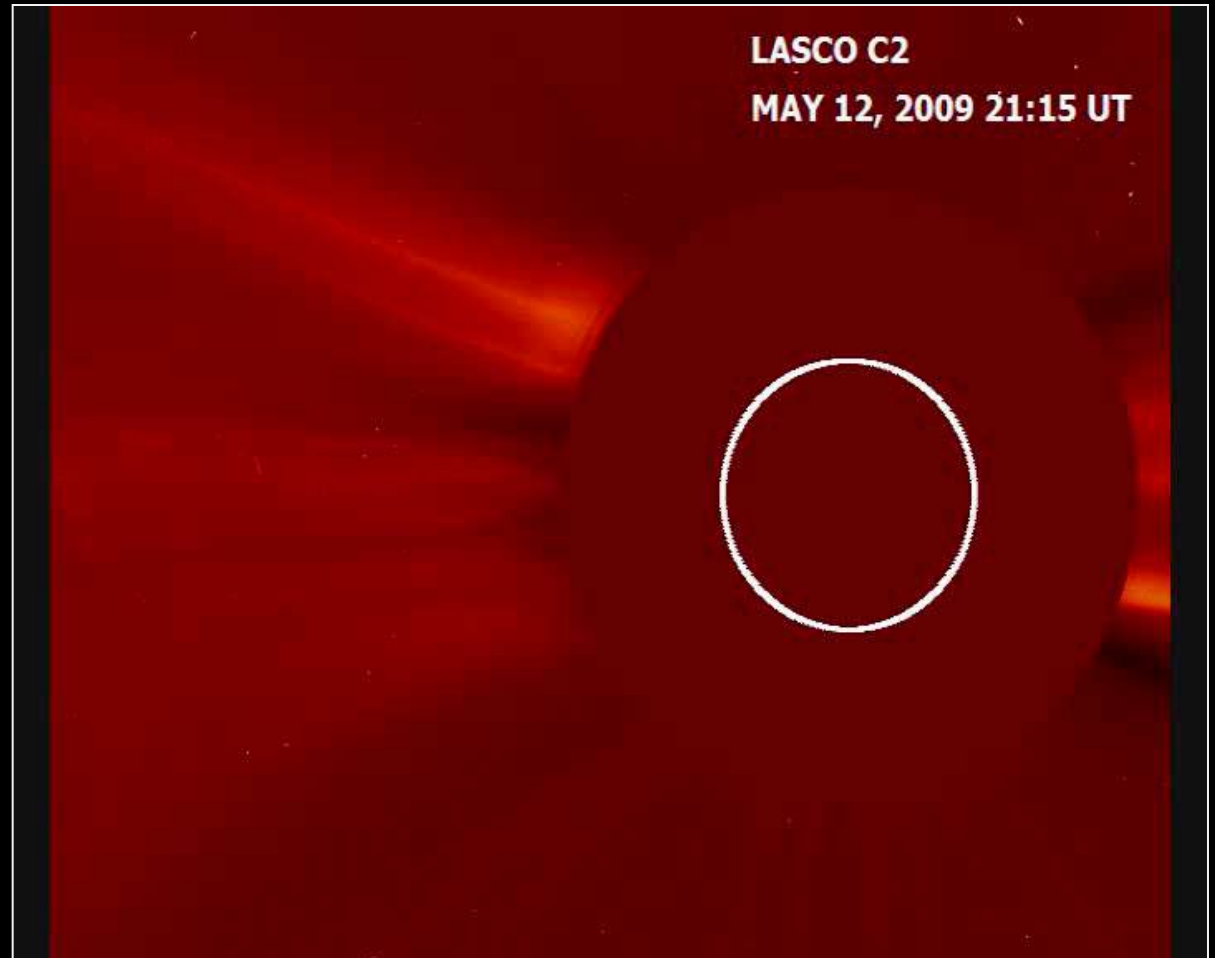
**Программа наблюдений:** в ходе эксперимента была организована и реализована программа непрерывных наблюдений дальней короны описанным выше методом. За исключением периодов нестабильной работы спутника наблюдения велись с шагом ~ 10 минут в течение всего времени функционирования спутника.

Всего получено ~ 15 000 кадров.

## SOHO/LASCO

Выброс корональной  
массы 12-14 мая 2009

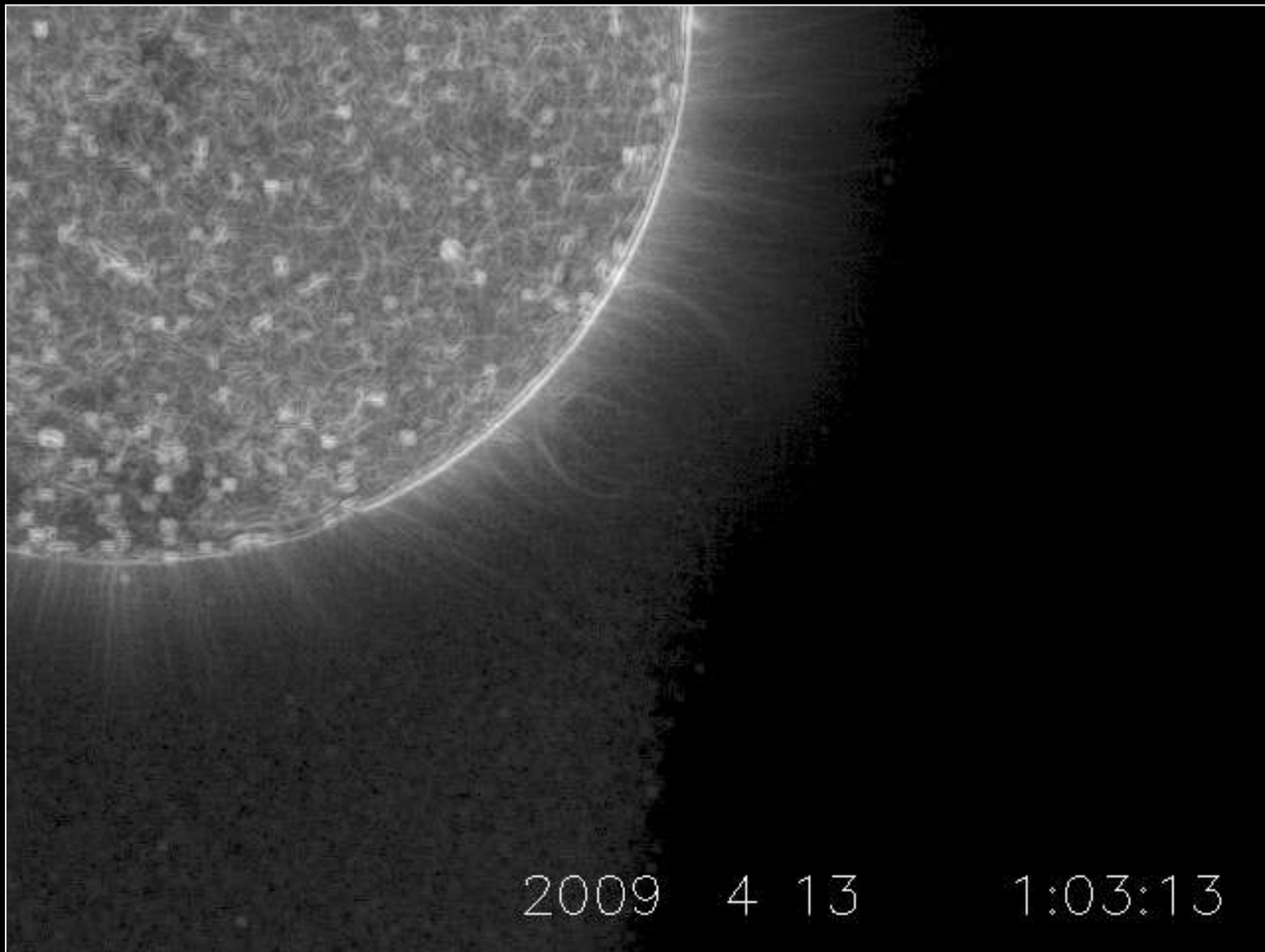
Область ниже 1  
радиуса от  
поверхности скрыта  
искусственной лунной.



## Пример наблюдений



## Пример наблюдений - КВМ

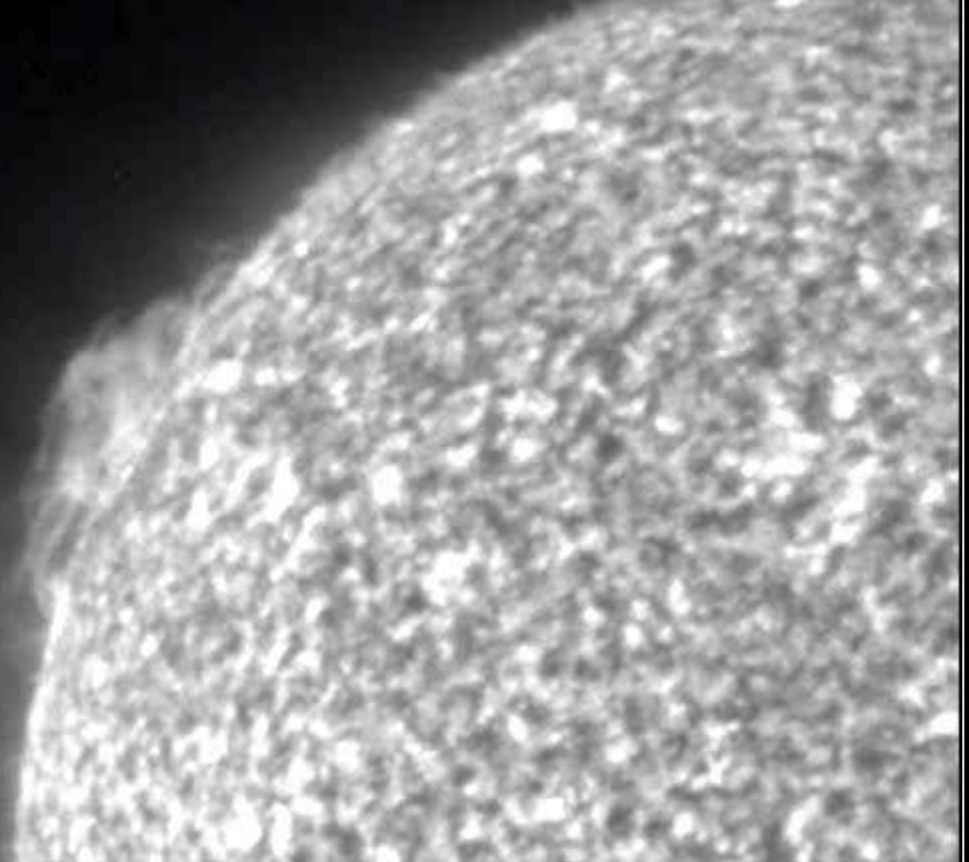




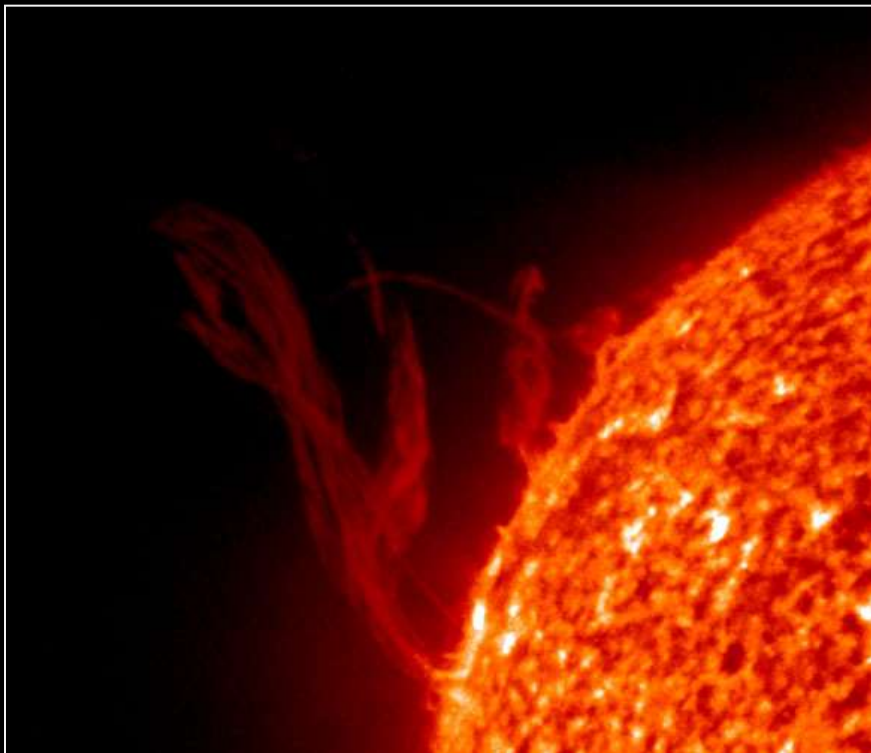
## Пример наблюдений – скрученность полей

 **TESIS**

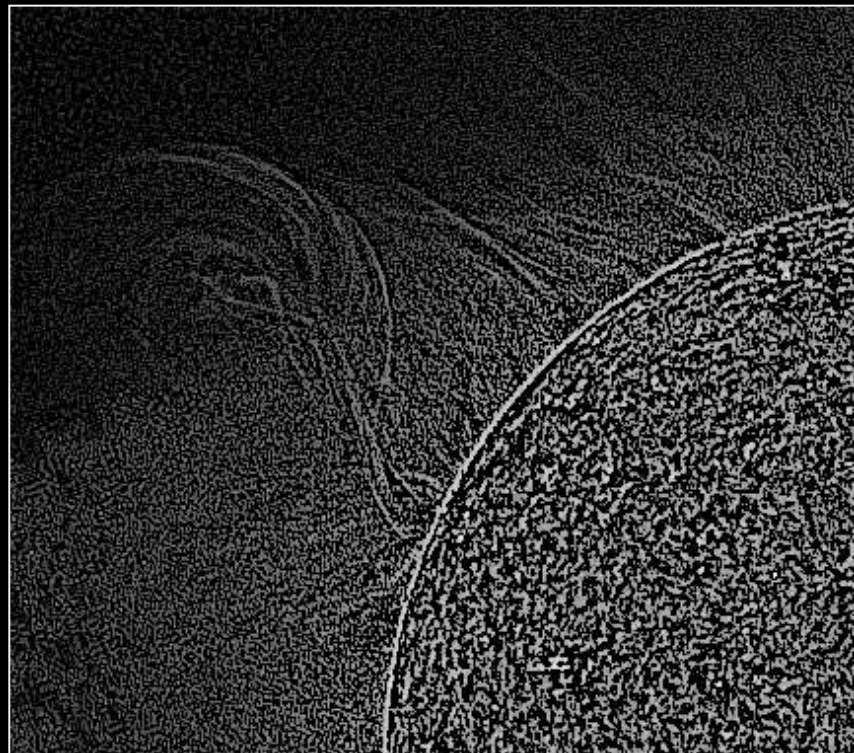
Prominence eruption April 22-23, 2009  
2009.04.22 20:47:19 UT




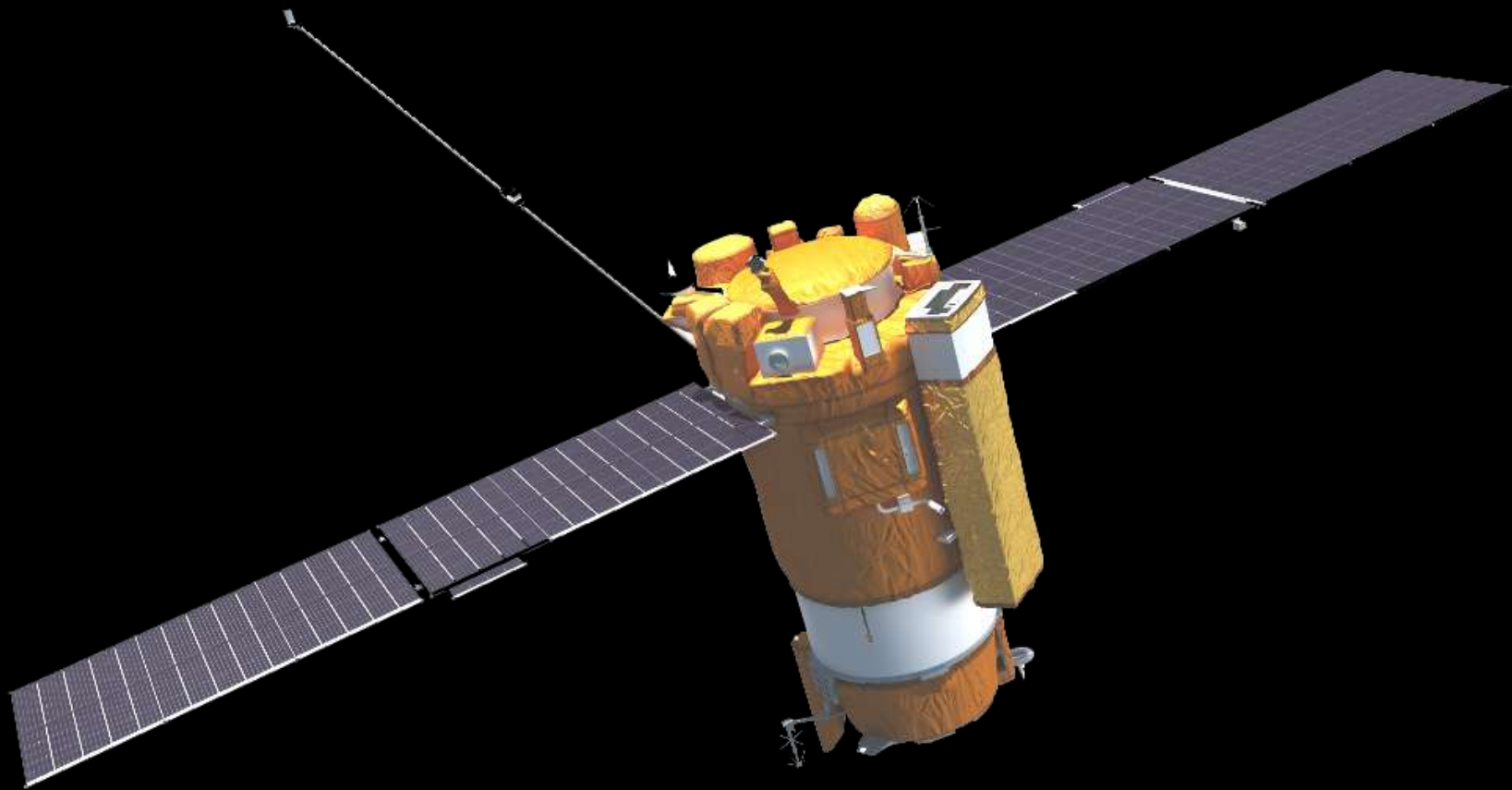
# Пример наблюдений – скрученность полей



  
выброс



  
пересвеченная корона



Спасибо за  
внимание