

# Исследование свойств белой солнечной короны во время полного солнечного затмения 1 августа 2008 года, г. Новосибирск

Докладчик: н.с. гелиофизической лаборатории Загайнова Ю.С.  
Институт земного магнетизма, ионосферы и распространения радиоволн  
Российской академии наук,  
г. Москва, г. Троицк





Одна из зарегистрированных смотровых площадок, выделенной мэрией города Новосибирск для наблюдателей полного солнечного затмения – «стадион НГПУ». Прибыло около 160 участников, в их числе: клубы любителей астрономии, НИИ, профессиональная деятельность которых связана с исследованиями в области физики Солнца, и метеорологии из Словении, Индии, Германии, Российской Федерации, Болгарии, Мексики.



Погодные условия в день полного солнечного затмения: утром 1 августа 2008 года погода облачная, степень облачности ~ 6 баллов по восьмибалльной шкале, наблюдались туманообразные облака верхнего яруса и облака вертикального развития (средние кучевые облака). За час до начала частной фазы солнечного затмения в 15:00 по местному времени - пылевая буря со штормовым ветром 17-22 м/с. На момент наблюдения полной фазы 17:44 небо почти ясное, балл облачности оценивался ~ 1 балл.

Панорамная  
фотография полной  
фазы солнечного  
затмения –  
смотровая  
площадка НГПУ,  
г. Новосибирск,  
Загайнова Ю.С.

Получено на пленку  
Fujicolor X-TRA 400,  
фотоаппарат КИЕВ-  
6С, объектив МИР-  
38В, Диафрагма 5.6,  
экспозиция 1 сек



# Солнечная корона 1 Августа 2008 в момент полной фазы солнечного затмения и фазы «бриллиантовое кольцо», «стадион НГПУ», г. Новосибирск



t = 2 мин 10 сек



t = 2 мин 15 сек



t = 2 мин 17 сек

Фотоаппарат Зенит, объектив МС (300 мм), диафрагма 5.6, экспозиция 1/250 сек



До обработки



После обработки

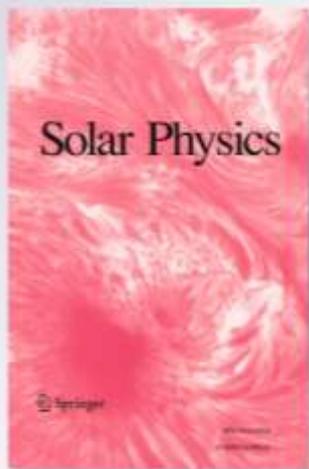
К сожалению, на этапе получения калибровочных кадров кто-то из наблюдателей-любителей запустил военную ракету «зеленого огня», которая осветила небосвод. Свет от ракеты, вызвав «засветку» на кадрах, не позволил качественно обработать полученные изображения солнечной короны.

**V. I. Skomorovsky, V. D. Trifonov,  
G. P. Mashnich, Y. S. Zagaynova,  
V. G. Fainshtein, G. I. Kushtal &  
S. A. Chuprakov**

*Solar Physics*  
A Journal for Solar and Solar Stellar  
Research and the Study of Solar  
Terrestrial Physics

ISSN 0038-0938  
Volume 277  
Number 2

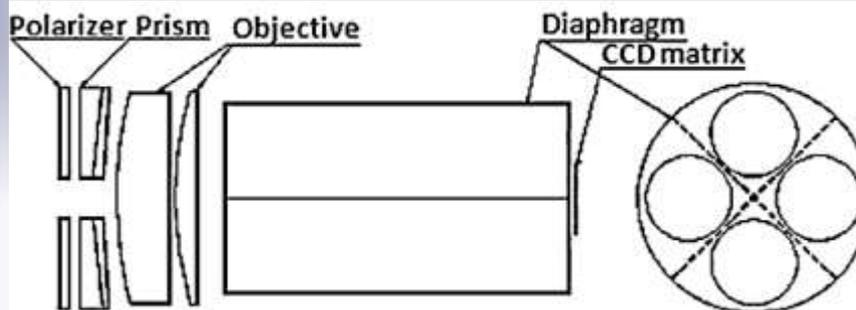
Sol Phys (2012) 277:267–281  
DOI 10.1007/s11207-011-9910-7



Springer

**Цель работы** – получить как можно больше сведений, касающихся нижней/внутренней короны во время затмения 1 августа 2008 года.

Наблюдения проведены в 10 километрах от микро-района «Академгородок» г. Новосибирск на берегу Обского моря сотрудниками отдела «Физика Солнца» Института солнечно-земной физики Сибирского отделения Российской академии наук (ИСЗФ СО РАН). Высота Солнца над горизонтом составила  $30^{\circ}28''$  в момент максимальной фазы солнечного затмения в 10:45 UT. Время полной фазы - 2 min 23 s.



Для проведения поляризационных исследований была разработана оптическая схема и собран телескоп оригинальной конструкции. Достоинство этого прибора состоит в том, что сразу четыре изображения получаются с помощью одного объектива. На входе телескопа установлено три поляризатора, оси которых повернуты на  $120^{\circ}$  друг относительно друга, и один нейтральный фильтр.



## Описание данных

Общее число кадров: 274 изображения формата \*.TIFF. Из них: 194 изображения – с выдержкой 5.25 мсек., 2 – 7.0 мсек., 78 – 10 мсек.

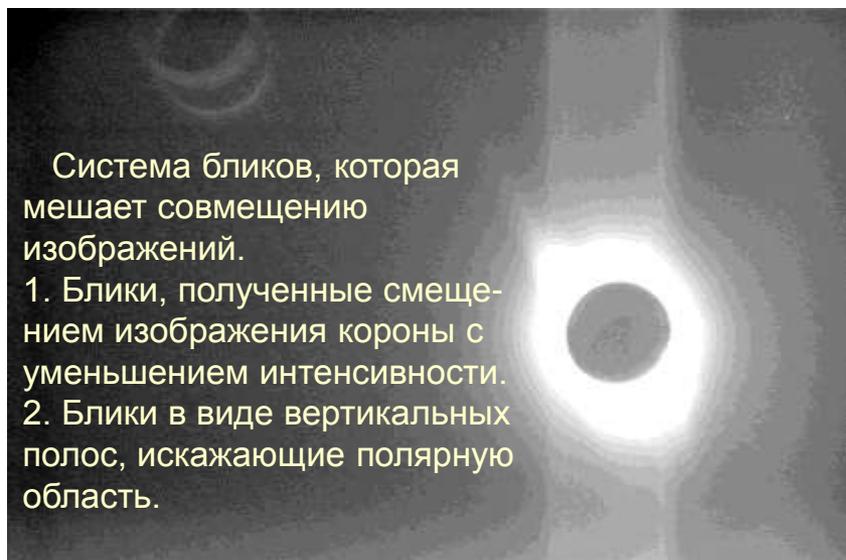
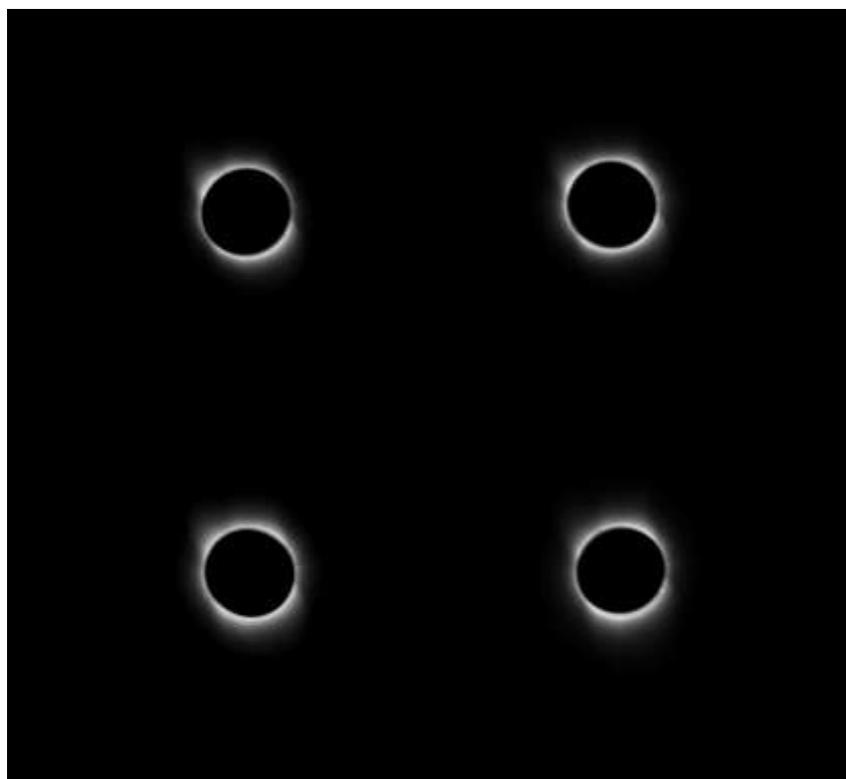
Изображение исходных данных состоит из 4 сегментов, каждый из которых содержит по одному изображению короны: 3 поляризационных изображения с поворотом оси поляризатора на  $60^\circ$  относительно друг друга и изображение полной яркости короны.

Обработка данных выполнена в среде IDL 6.1, с привлечением пакетов обработки данных Solar Soft и Astroart 3.0.

*Недостатки прибора:* Помещение сразу 4 изображений короны на одном кадре позволяет исследовать корону только до 2.5 солнечных радиусов.

## Разделение изображений

Каждое \*.TIFF изображение было разделено на 4 независимых кадра, выполнено преобразование формата фалов на \*.fits. В дальнейшем процедуры обработки представлены на примере изображений 1-го окна (верхний левый кадр).



Система бликов, которая мешает совмещению изображений.

1. Блики, полученные смещением изображения короны с уменьшением интенсивности.
2. Блики в виде вертикальных полос, искажающие полярную область.

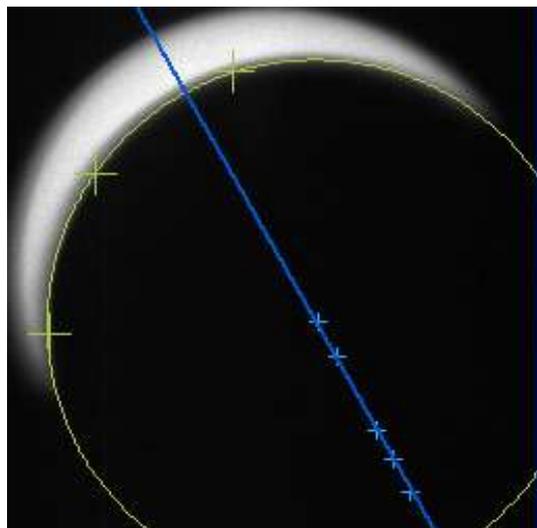
# **Предварительная обработка данных наблюдений полного солнечного затмения 1 августа 2008 года**

Процедуры обработки:

- ✓ Исключение темнового тока;
- ✓ Исправление за плоское поле;
- ✓ Совмещение изображений с одной экспозицией;
- ✓ Совмещение изображение с различными экспозициями;
- ✓ Определение физических параметров К-короны - полная яркость, поляризационная яркость, степень поляризации, направление поляризации;
- ✓ Калибровка данных по Mark IV;
- ✓ Калибровка данных с использованием коэффициентов пропускания фильтров 4 каналов телескопа;
- ✓ Получение сканов распределения физических параметров К-короны вдоль радиуса, по широте, в направлении вдоль оси симметрии исследуемых объектов солнечной короны.

## **Определение смещений изображений короны**

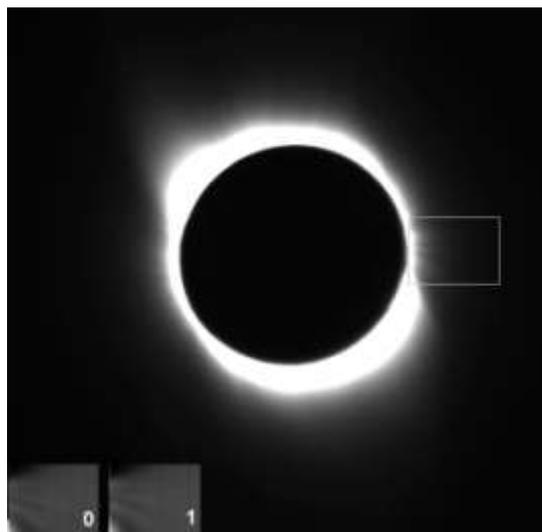
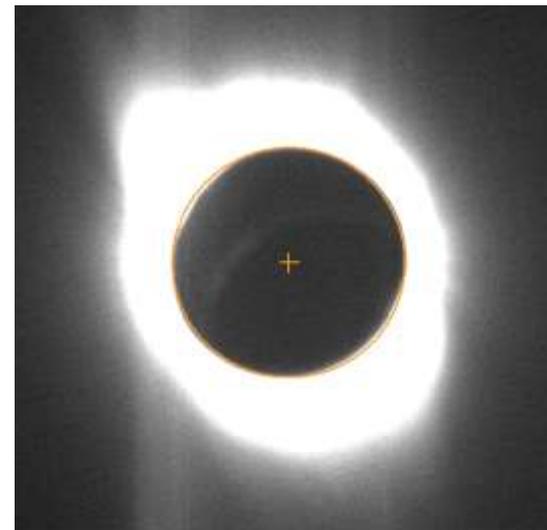
Вначале планировалось совместить изображений с учетом времени получения кадра и определения суточной линии, выраженной линейной функцией  $y=A+B*x$ , где  $A=368.05$  и  $B=-1.79$ . Определение суточной выполнено по изображениям диска Солнца во время частной фазы: всего 7 кадров, взятых из канала без поляризационного фильтра. Были совмещены изображения видимой части диска Солнца и определены центр Луны по мере прохождения. Однако запись изображений короны на диск ПК осуществлялась в один файл-архив, из которого выяснить точное время получения каждого кадра оказалось невозможно.



## **Совмещение изображений по Луне и элементам тонкой структуры**

Вначале осуществлялось грубое совмещение изображений, рассчитывая координаты на кадре центра затмевающего диска Луны; координаты всех кадров серии приведены к координатам центра диска Луны на первом кадре. Далее, для компенсации движения Луны по диску Солнца дополнительно по элементам тонкой структуры солнечной короны определялись значения малых смещений всех изображений серии друг относительно друга. В качестве тонкой структуры короны выбраны полярные щеточки.

Используется процедура последовательного, «скользящего» совмещения: элемент изображения тонкой структуры первого изображения сравнивается с последующим: анализируются 2D – взаимно-корреляционная функция двух соседних изображений и находятся оптимальные смещения. Для совмещения изображений использованы стандартные процедуры и функции библиотеки Solar Soft для IDL 6.1.



- В итоге получено 12 изображений:
- 9 при различных положениях поляризатора (по три изображения с экспозициями 5.25 мс, 7.0 мс, 10.0 мс для каждого случая);
  - и три изображения полной яркости короны (без поляризатора) с экспозициями 5.25 мс, 7.0 мс, 10.0 мс.

## ***Исключение темнового тока***

До начала наблюдений полного солнечного затмения получены кадры темнового тока с такими же экспозициями, как и для исходных данных - 5.25 мс, 7 мс, 10 мс. Из исходных изображений вычитался соответствующий ему по экспозиции кадр темнового тока.

## ***Исправление за плоское поле***

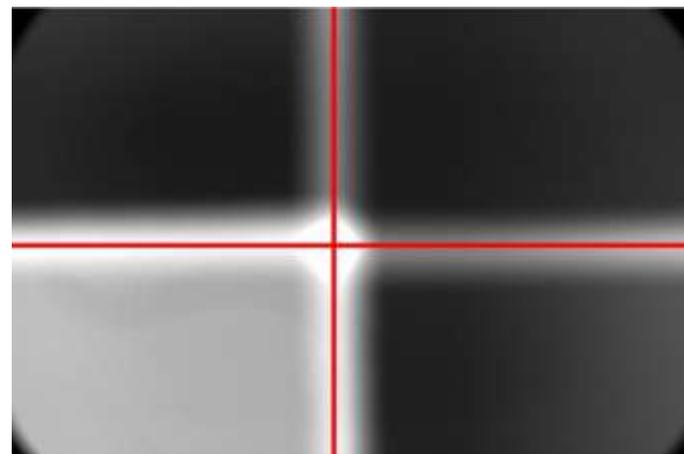
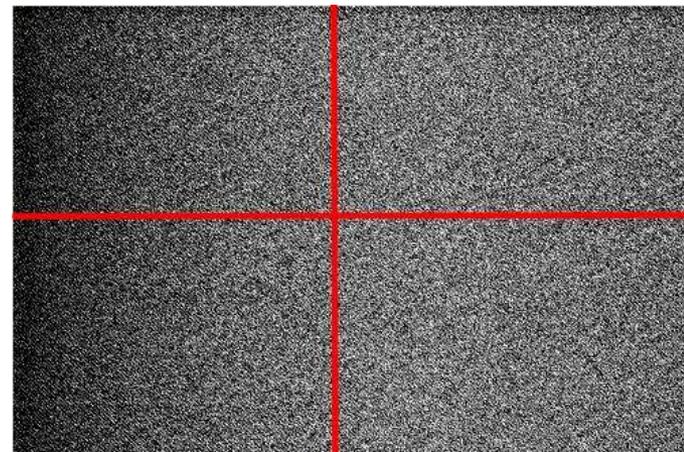
Получено несколько серий плоских полей:

- в отраженном свете от листа фольги;
- в отраженном свете от куска поролона;
- получены изображения неба в зените и в особых «точках Араго», расположенных на  $90^\circ$  по склонению от центра диска Солнца.

Экспозиция кадров плоского поля – 5.25 мс, 7.0 мс.

Выбрано по 7 кадров плоского поля для каждой экспозиции. Для исправления за плоское поле изображений 10 мс взяты кадры с экспозицией 7.0 мс.

Изображения короны и плоского поля приведены по уровню интенсивности на границе кадра в области  $50 \times 50$  пикселей. Из кадров плоского поля вычитался темновой ток. Все кадры плоского поля одной экспозиции усреднялись для получения одного изображения. Изображение солнечной короны делилось на соответствующий ему кадр плоского поля. Наилучшее соответствие было получено с использованием плоских полей, полученных в зените вне затмения. Плоские поля, полученные в «точках Араго», из-за собственной поляризации неба в этих точках было решено не использовать.



## ***Совмещение изображений***

После процедур исключения темнового тока и исправления за плоское поле выполнено усреднение изображений для каждой экспозиции с учетом ранее определенных смещений. Получены изображения для 4 окон и для экспозиций 5.25 мс, 7.0 мс, 10.0 мс., итого – 12 изображений короны.

### ***Приведение изображений в каждой поляризации к одной экспозиции***

Далее совмещались изображения, полученные при разных экспозициях 5.25 мс, 7.0 мс, 10.0 мс, но с одним углом поворота поляризатора. В процедуре совмещения изображений с различными экспозициями осуществлялось приведение значений интенсивности на каждом кадре к значениям интенсивности на изображении с экспозицией 10.0 мс. Строились кривые чувствительности матрицы от экспозиции для последующего более точного приведения кадров с различными экспозициями. Предполагалось, что для большего диапазона яркости пикселей зависимость чувствительности ПЗС-матрицы от экспозиции имеет линейную зависимость; при малых  $I < 100$  отсч. ПЗС и больших  $I > 3500$  отсч. ПЗС кривая чувствительности имеет нелинейный ход.

Получены изображения:  $I_{0^\circ}$ ,  $I_{60^\circ}$  и  $I_{120^\circ}$ , соответствующие каждому положению поляризатора с шагом  $60^\circ$  (за нулевое положение оси поляризатора взята горизонталь кадра), и полная яркость (4 окно).

*Изображение первого окна  $I_{120^\circ}$ , полученное совмещением изображений со значениями экспозиций 5.25 мс, 7.0 мс, 10.0 мс. →*



*5.25 мс*



*7.0 мс*



*10.0 мс*



## Определение физических параметров К-короны

После процедур предварительной обработки данных были определены следующие физические параметры К-короны:

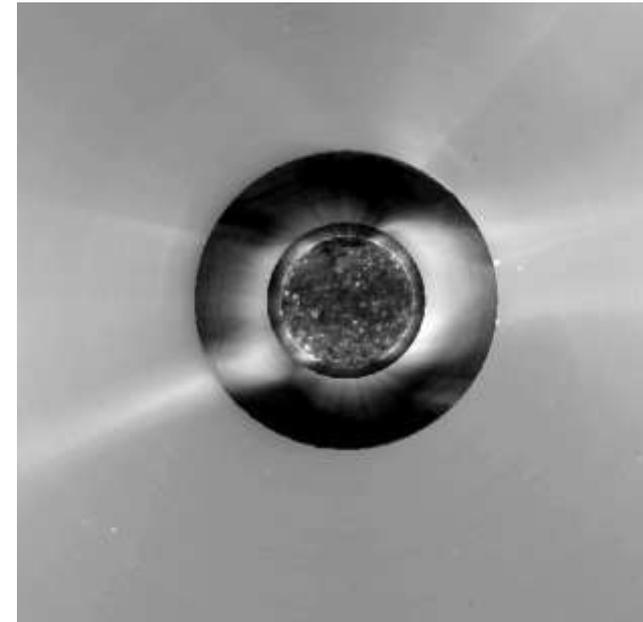
1. полная яркость короны -  $B = \frac{2}{3} (I_{0^\circ} + I_{60^\circ} + I_{120^\circ})$  ;
2. поляризационная яркость короны -  $pB = \frac{4}{3} (\sqrt{(I_{0^\circ} - I_{60^\circ})I_{0^\circ} + (I_{60^\circ} - I_{120^\circ})I_{60^\circ} + (I_{120^\circ} - I_{0^\circ})I_{120^\circ}}) = \frac{4}{3} I_p$  ;
3. степень поляризации -  $P_{total} = 2 \frac{I_p}{I_{0^\circ} + I_{60^\circ} + I_{120^\circ}} = \frac{pB}{B}$  ;
4. направление поляризации (эл. вектор) -  $L = \frac{1}{2} \arctan(\sqrt{3} \frac{I_{60^\circ} - I_{120^\circ}}{2I_{0^\circ} - I_{60^\circ} - I_{120^\circ}})$ .

Поляризационные изображения из различных окон совмещались так, чтобы центр диска Солнца совпал. Полученные двумерные распределения записывались в отдельные файлы формата \*.fits; в заголовке каждого указаны координаты центра солнечного диска, радиус солнечного диска.

### Сопоставление данных наблюдений с Mark IV, SOHO EIT и Lasco

Выполнена нормировка поляризационной яркости и полной яркости и яркости К-короны по данным MarkIV. Нормировочный коэффициент для поляризационной яркости найдёт при сравнении с изображением Mark IV в направлении 1.17 R ÷ 2.2 R 0.0 SW.

Значения степени поляризации и полной яркости сопоставлены с данными SOHO EIT и LASCO. Время наблюдений: EIT 15:25:19 UT, LASCO – 11:06:20 UT



# Получение сканов яркости и поляризационной яркости

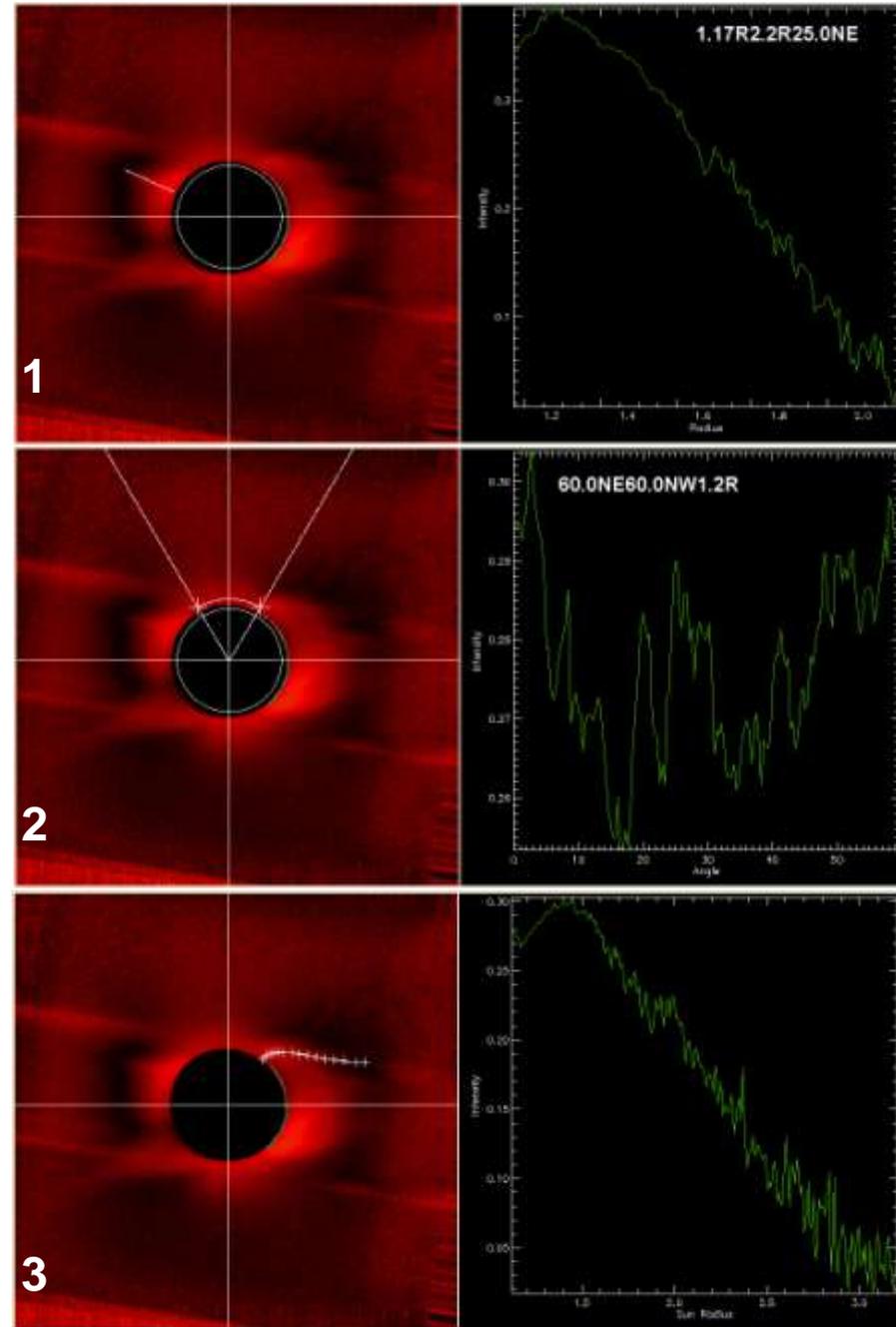
В IDL 6.1 написан пакет программ, позволяющий сканировать изображения в произвольных направлениях. Получены одномерные массивы значений данных, в произвольных направлениях.

Примеры получения сканов на изображении степени поляризации:

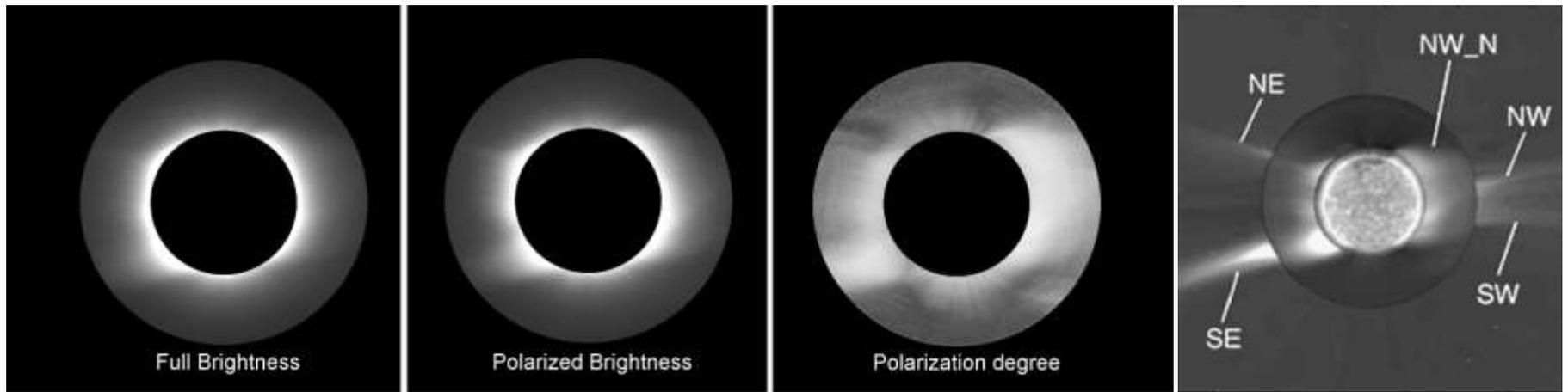
1 - Сканирование в радиальном направлении, когда задаются начальный R1 и конечные значения R2 радиуса, выраженные в единицах радиуса Солнца.

2 - Сканирование по широте, когда задаются начальная W1 и конечная широта W2 сканирования и радиус R, на котором производится сканирование.

3 - Сканирование в произвольном, выбранном пользователем направлении; позволяет сканировать изображения вдоль определенных корональных структур. В данном случае стримера NW с началом над протуберанцем.

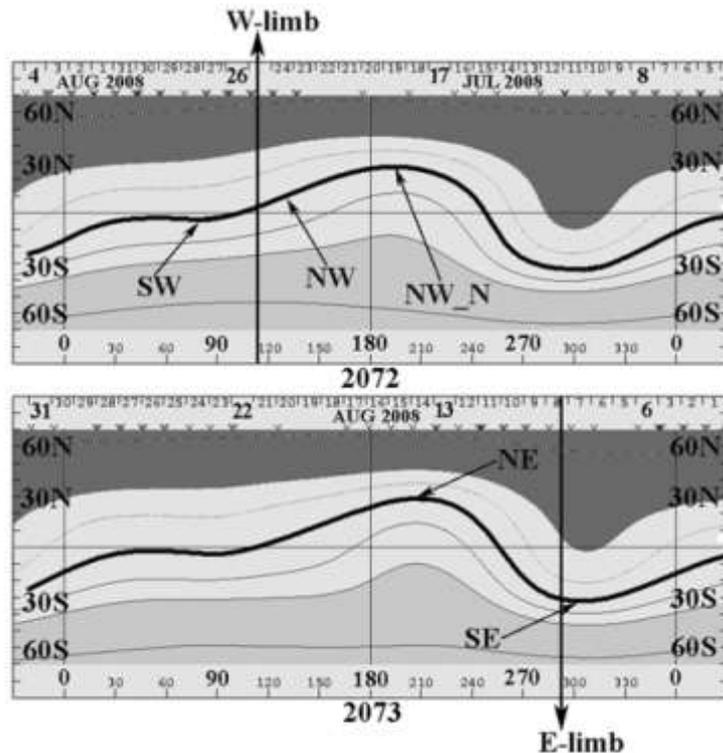


# Структура солнечной короны 1 Августа 2008 года

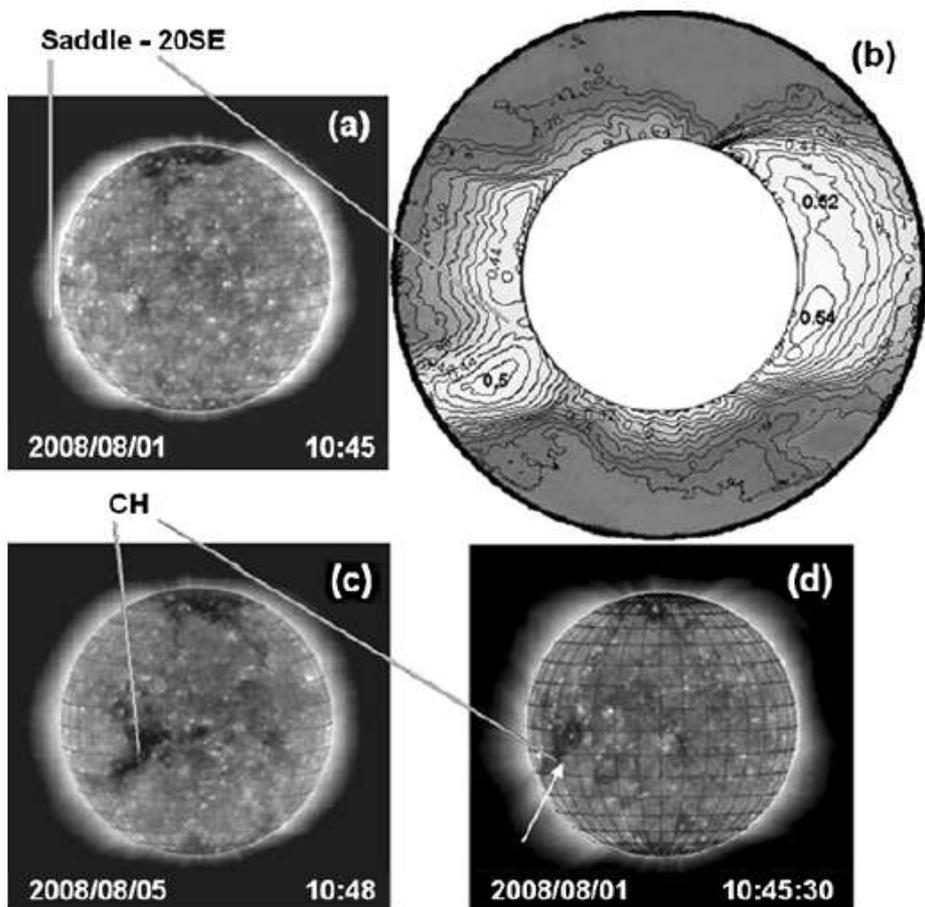


Солнечная корона во время затмения 1 Августа 2008 года соответствовала структуре короне, характерной для минимума солнечной активности.

Наблюдались две корональные дыры, - Северная и Южная, - и несколько стримеров. При анализе структуры короны мы пришли к выводу, что каждый из этих стримеров является проекцией на картинную плоскость определенного участка пояса корональных стримеров. Если принять, что нейтральная линия на поверхности источника отражает форму пояса стримеров, то можно определить участки пояса стримеров, проекция которых на картинную плоскость сформировала наблюдаемые стримеры. Самый яркий стример SE сформировался при проектировании в картинную плоскость протяженного и почти горизонтального участка пояса стримеров.



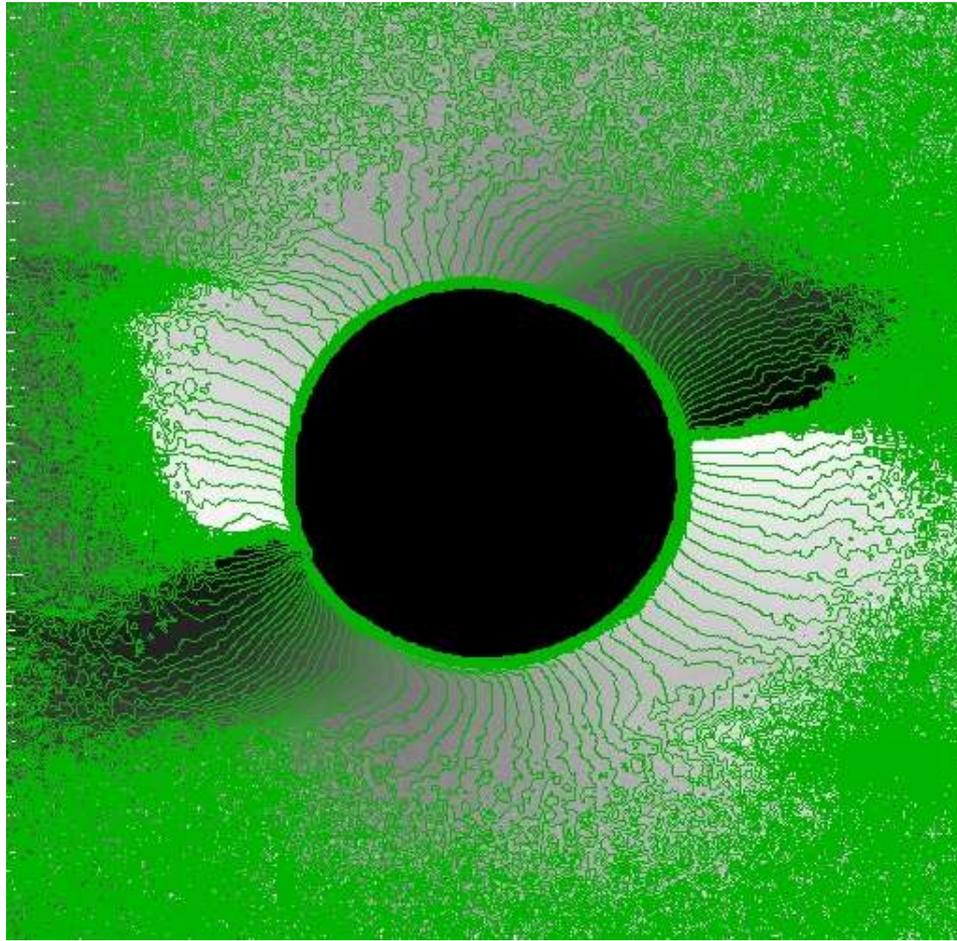
## **«Выходящая» корональная дыра – «седловина» распределений значений над лимбом полной степени поляризации**



В солнечной короне на изображениях полной степени поляризации мы обнаружили новую крупномасштабную структуру, названную нами «седловиной», которую можно рассмотреть и на изображениях, полученных другими авторами, однако никто до нас не обратил свое внимание на характерные особенности этой структуры. Мы пришли к выводу, что выделенная нами структура представляет собой протяженную по высоте область солнечной короны, расположенную между двумя стримерами.

«Седловина» предваряет на восточном лимбе Солнца в следствии его вращения появление корональной дыры, расположенной на момент наблюдения в невидимой полусфере Солнца. На рисунках (a) и (c) показаны изображения SOHO EIT в линии 193 Å в разные моменты времени, (d) – изображение STEREO с корональной дырой вблизи солнечного экватора и восточного лимба, которая была невидима во время наблюдений с Земли 1 августа 2008 года).

## Направление поляризации

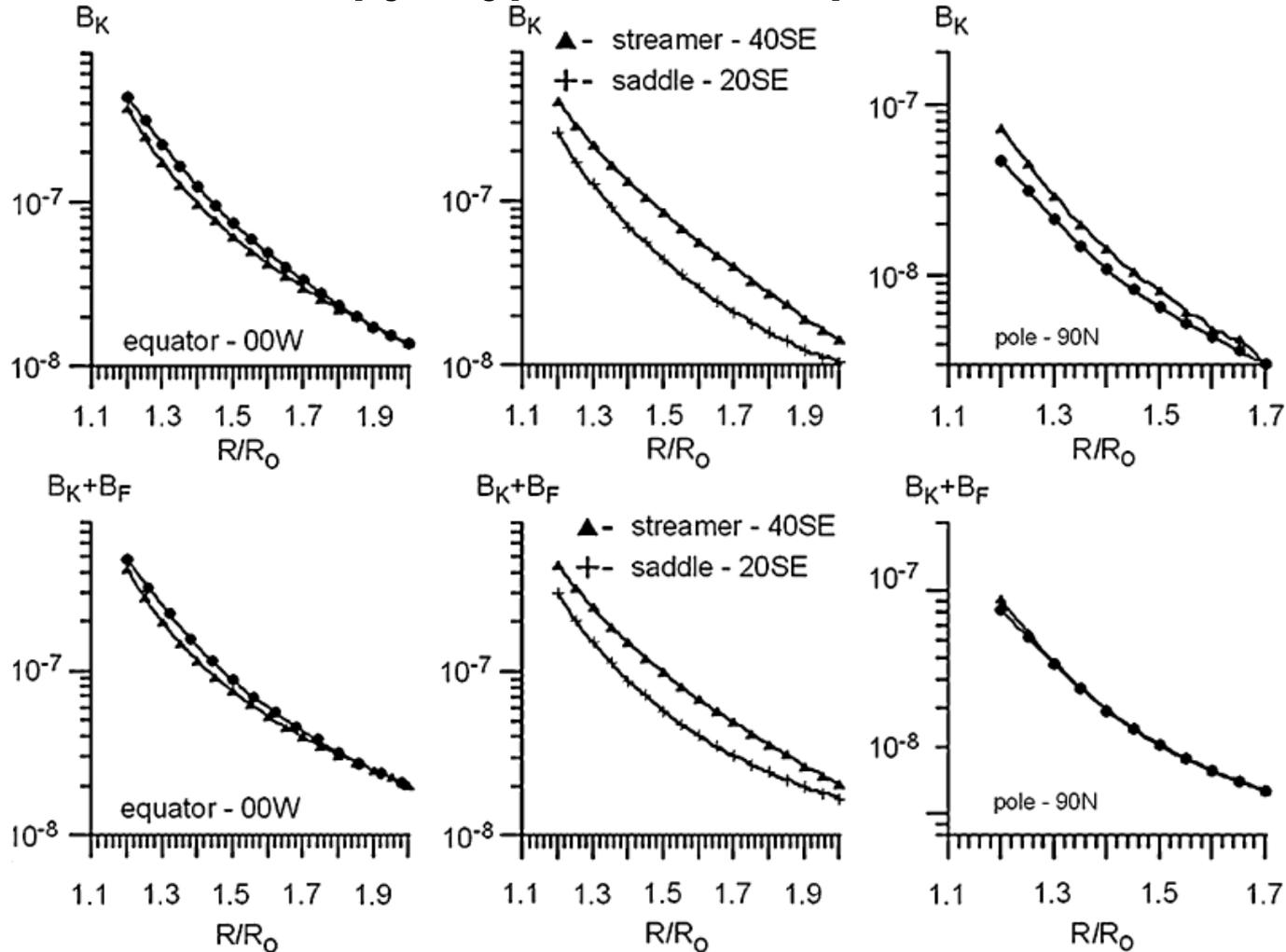


← На рисунке для наглядности показаны изолинии значений направления поляризации в перпендикулярном к тангенциальному направлению.

С учетом малых значений экспозиции интервал высот, для которых наиболее достоверно определены значения направления поляризации, соответствуют  $\sim 0.7$  радиусам Солнца; в отдельных случаях, - в основном вблизи полюсов, -  $\sim 0.5$  солнечным радиусам. Можно видеть, что направление поляризации белой короны совпадает с тангенциальным направлением.

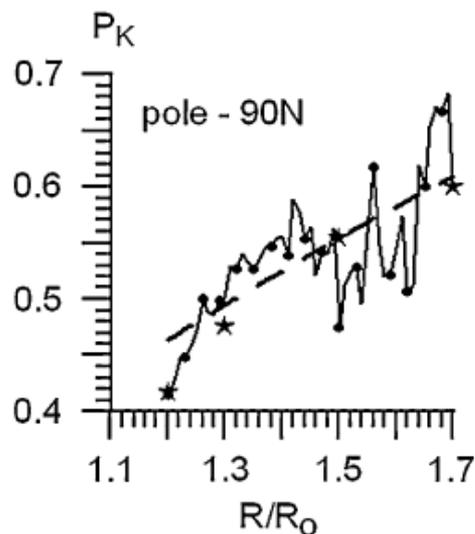
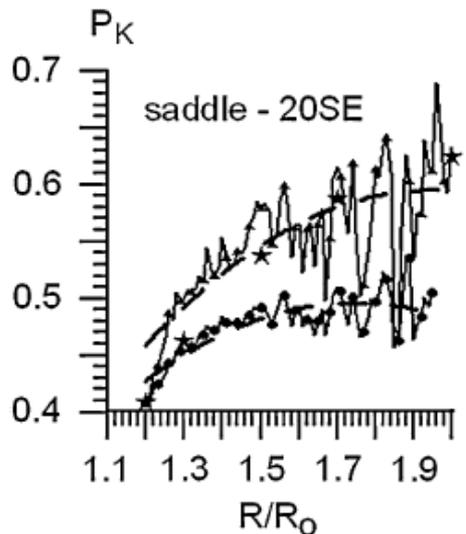
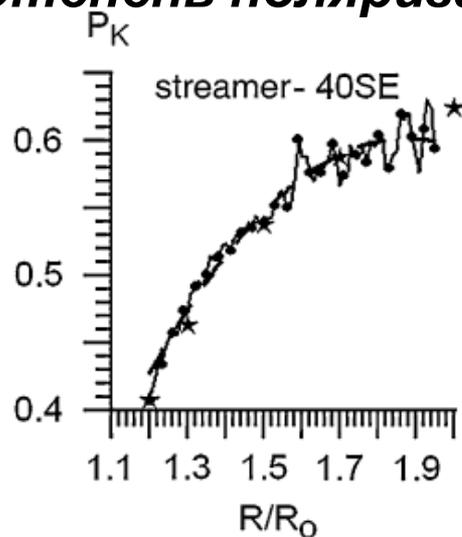
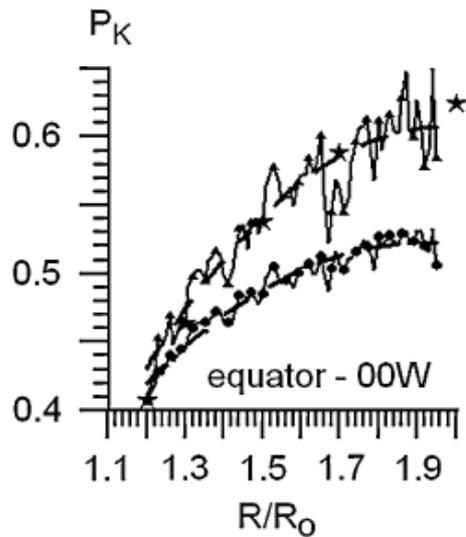
Однако в отдельных случаях наблюдается слабое отклонение значений направления поляризации от тангенциального: в основании самого яркого SE стримера и в области протуберанца, отчетливо различающегося на северо-западном лимбе в момент полного солнечного затмения 1 августа 2008 года, а также незначительно для области полярных щеточек (*результаты требуют детальной проверки и проведения наблюдений с высоким пространственным разрешением и на больших расстояниях от Солнца*).

# Яркость К-короны и полная яркость в различных структурах белой короны



Линиями с окружностями показаны распределения  $B_{K-KL}(R)$  яркости К-короны из работы Koutchmy and Lamu (1985).  $B_{KF-KL} = B_{K-KL}(R) + B_{F-KL}(R)$  – распределения полной яркости, взятой из работы Koutchmy and Lamu (1985) для полюса и экватора [[Koutchmy, S., Lamu, P.L.: 1985, In: Properties and Interactions of Interplanetary Dust, Proceedings of the Eighty-fifth Colloquium, Marseille, France, 9 – 12 July 1984, 63 – 74 \(A86-42326 20-90\)](#)].

## Степень поляризации К-короны



Построены и изучены радиальные распределения степени поляризации К-короны для различных крупномасштабных структур. Выполнено сравнение с результатами работы Ван-де-Хюлста [van de Hulst, H.C.: 1950, *Bull. Astron. Inst. Neth.* **XI**(410), 135 – 150].

!!! Радиальные распределения степени поляризации К-короны до сих пор остается очень сложным параметром для оценки из-за проблем с калибровкой данных и требуемых ресурсов для расчетов (необходимы распределения яркости К-короны, полученных исключением из полной яркости значительной F-короны). Приведены распределения К-короны для «сшитых» поляризационных изображений короны при различных экспозициях (нижняя кривая на графиках слева).

Показаны радиальные распределения степени поляризации К-короны, полученные по одному кадру с одной экспозицией 10 мс. Однако на всех распределениях прослеживается монотонный рост значений степени поляризации К-короны от радиуса, что хорошо согласуется с теорией и распределениями ван-де-Хюлста, вычисленными еще в 1950 году.

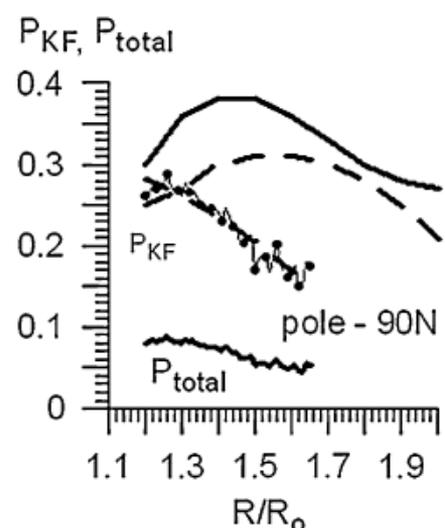
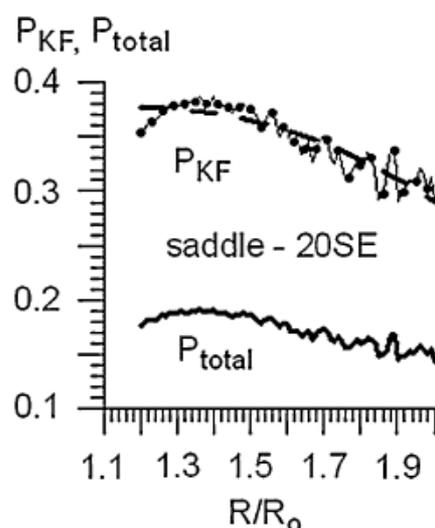
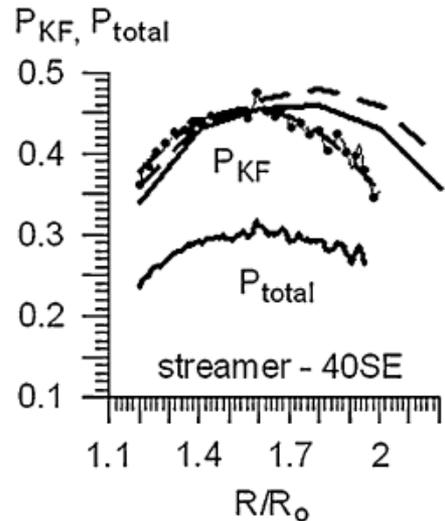
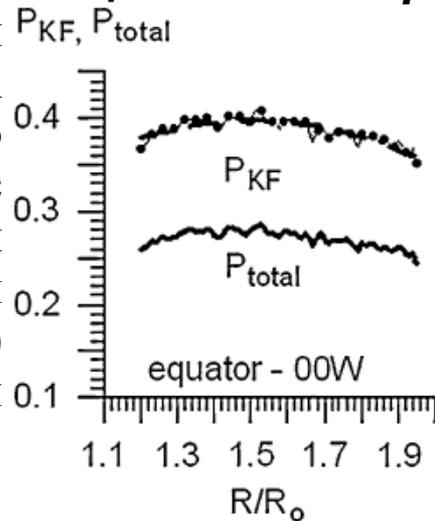
## Полная степень поляризации белой короны

Были получены распределения полной степени поляризации в различных крупномасштабных структурах. Выполнено сравнение зависимостей  $P(R)$  с зависимостями, полученными другими авторами. Сплошной и пунктирной линиями показаны распределения значений  $P_{KF}(R, \theta)$  для затмения 30 июня 1973 из работы [Koutchmy, Picat, and Dantel, 1977, *Astron. Astrophys.* 59(3), 349-357] и [Badalyan, Livshits, and Sykora, 1997, *Solar Phys.* 173, 67-80] соответственно.

1.  $P_{total} = pV/V$ , где  $V$  – полная измеренная яркость белой короны без исключения «паразитного» рассеянного света различной природы, [Koutchmy, 1994, *Adv. Space Res.* 14(4), 29 – 39].

2.  $P_{KF} = pV/V_{KF}$ , где  $V_{KF} = V_K + V_F = V(R, \theta)_{calib} + V_{F-KL}(R)$ , где  $V_K(R, \theta) = V(R, \theta)_{calib}$  – яркость К-короны, а  $V_{F-KL}(R)$  – яркость F-короны

из модели Koutchmy–Lamy [Koutchmy and Lamy, In: *Properties and Interactions of Interplanetary Dust, Proceedings of the Eighty-fifth Colloquium, Marseille, France, 9-12 July 1984, 63-74 (A86-42326 20-90)*]. При  $R \leq 2R_0$ ,  $V_{F-KL}(R)$  радиальные распределения на полюсах и экваторе ничтожно малы. Для нахождения  $V_K(R, \theta)$  как на полюсах, так и вблизи экватора, мы использовали распределения  $V_{F-KL}(R)$ , полученные для этих областей.

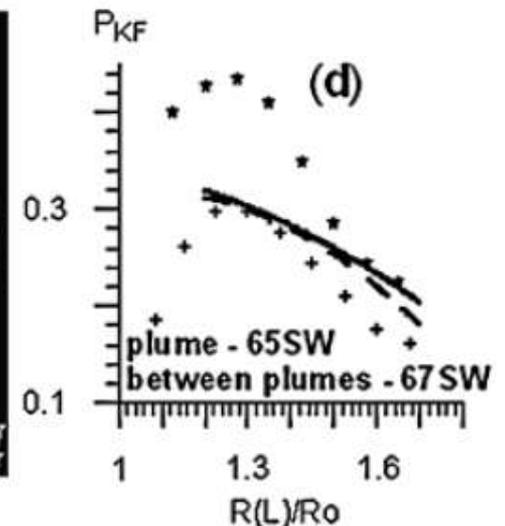
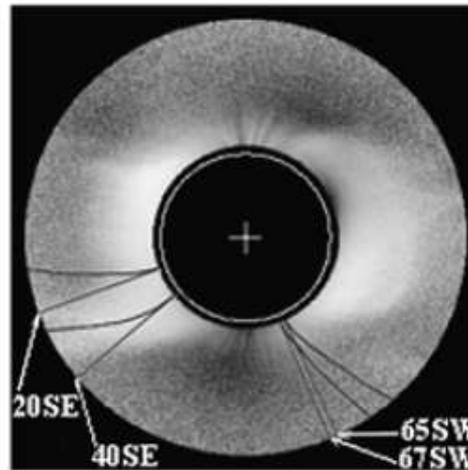
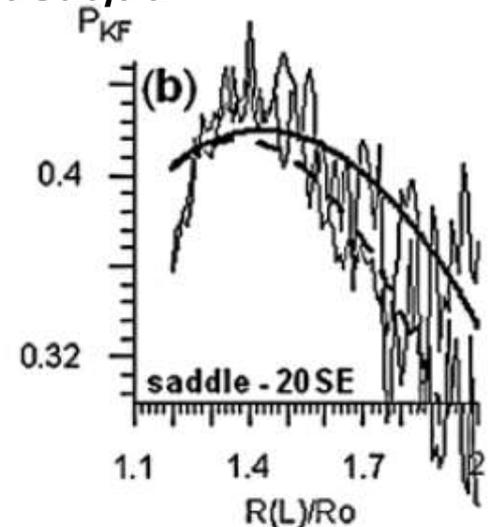
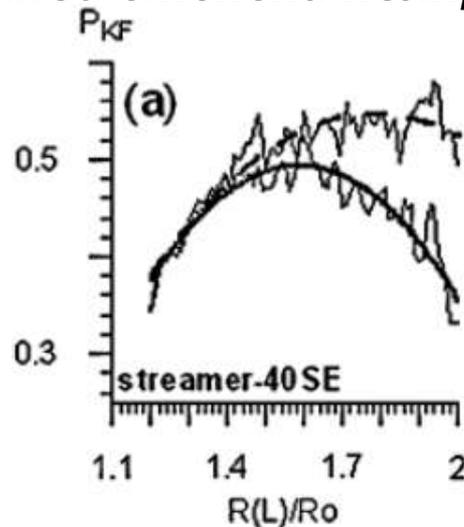


## Распределение полной степени поляризации

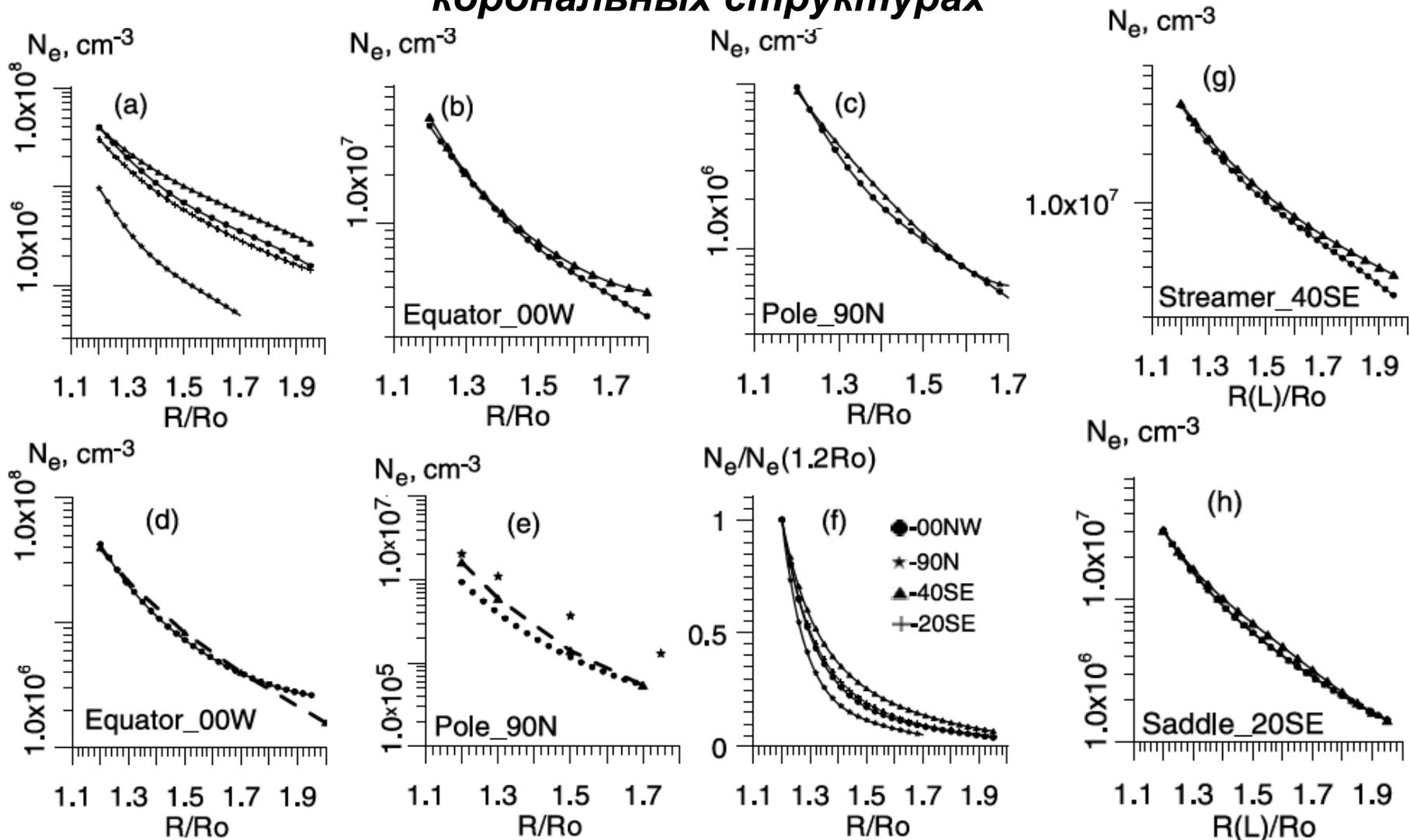
Выполнено сравнение полной степени поляризации в радиальном направлении и в направлении оси симметрии крупномасштабных корональных структур: яркого SE стримера, седловины, в полярных щеточках и в промежутках между щеточками.

Показано, что для ярких структур с высоким значением степени поляризации, в направлении от Солнца и в направлении оси симметрии структур значения полной степени поляризации сначала возрастают в пределах  $\sim 0.5-0.7$  солнечных радиусов, а затем остаются постоянными.

Если рассматривать радиальные сканы, то наблюдается сначала рост, а потом после достижения максимального значения – уменьшение значений степени поляризации. И такое поведение на самом деле объясняется легко – выходом за границы исследуемого объекта (в случае SE стримера – в область между стримеров и Южной корональной дырой).



# Концентрация электронов в различных корональных структурах



Расчет концентрации электронов по методу инверсии [[Hayes A.P., Vourlidas A., Howard R.A.: 2001, Astrophys. J. 548, 1081 – 1086.](#)]

$$N_e(r) = \sum_k \alpha_k r^{-k}, \quad k = 1 \dots n.$$

Подбираются коэффициенты так, чтобы рассчитанная яркость К-короны совпала с наблюдаемой.

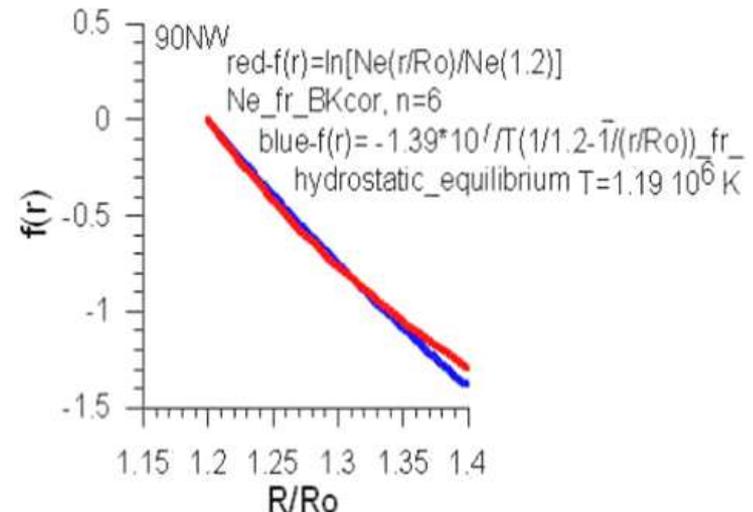
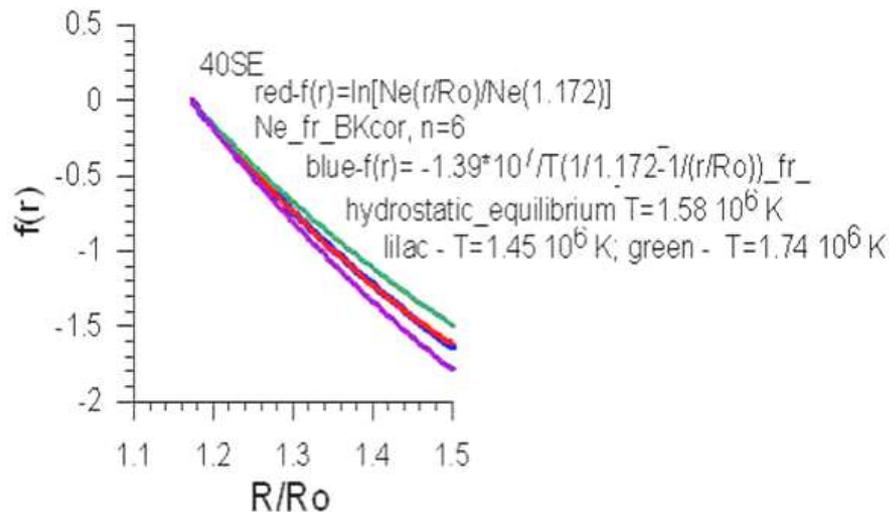
# ТЕМПЕРАТУРА КОРОНАЛЬНОЙ ПЛАЗМЫ В РАЗЛИЧНЫХ СТРУКТУРАХ КОРОНЫ

Электроны и различные сорта положительных ионов имеют в короне разные температуры и для их измерения используют разные методы. По наблюдениям белой короны оценивают характерную температуру корональной плазмы в нижней короне в предположении, что *плазма сферически-симметричная и находится в гидростатическом равновесии; температура всех заряженных компонент плазмы одинаковая; температура плазмы не зависит от расстояния.*

При гидростатическом равновесии концентрация электронов изменяется с расстоянием как:

$$Ne(r) = Ne(r_1) \exp\{[-\mu m_H G M_o / kT](1/r_1 - 1/r)\},$$

где  $\mu \approx 0.6$  - средний молекулярный вес частиц в короне,  $m_H$  - масса протона,  $M_o$  - масса Солнца,  $T$  - температура плазмы,  $G$  - гравитационная постоянная,  $k$  - постоянная Больцмана. Температура плазмы, при которой распределение  $Ne(R)$  рассчитанное и наблюдаемое максимально совпадают, принимается за температуру плазмы на данной широте. Наибольшая температура  $T \approx 1.7 \cdot 10^6 K$  - в основании стримера SE, наименьшая температура  $T \approx 10^6 K$  - в полярной области, в других областях короны - температура плазмы принимает промежуточное значение. Оценена электронная температура: в основании стримера SE  $T_e \approx (1.6-1.9)10^6 K$ , в полярных областях  $T_e \approx 10^6 K$ .



# MAPPING THE DISTRIBUTION OF ELECTRON TEMPERATURE AND Fe CHARGE STATES IN THE CORONA WITH TOTAL SOLAR ECLIPSE OBSERVATIONS

S. RIFAI HABBAL<sup>1</sup>, M. DRUCKMÜLLER<sup>2</sup>, H. MORGAN<sup>1</sup>, A. DAW<sup>3,4</sup>, J. JOHNSON<sup>5</sup>, A. DING<sup>6</sup>, M. ARNDT<sup>7</sup>, R. ESSER<sup>8</sup>, V. RUŠIN<sup>9</sup>,  
AND I. SCHOLL<sup>1</sup>

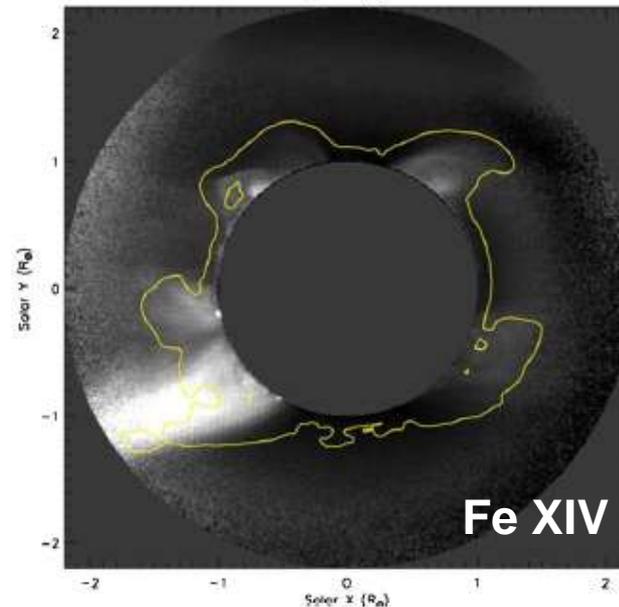
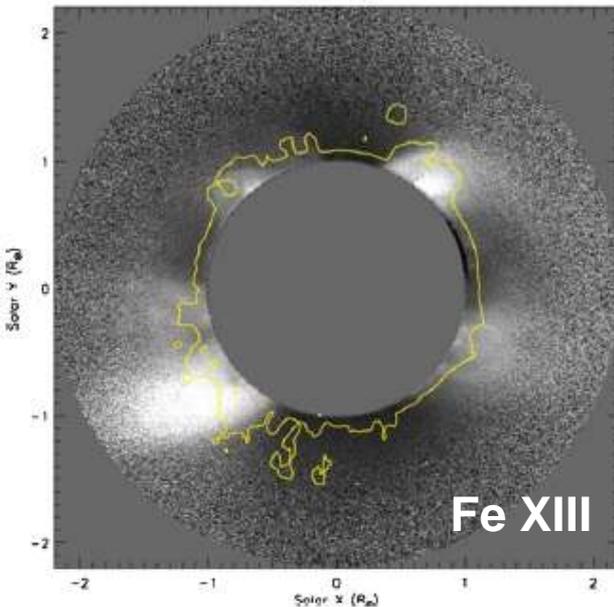
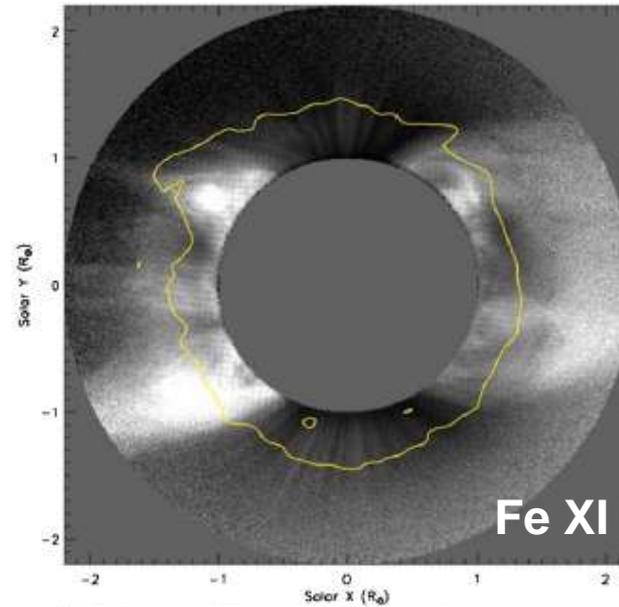
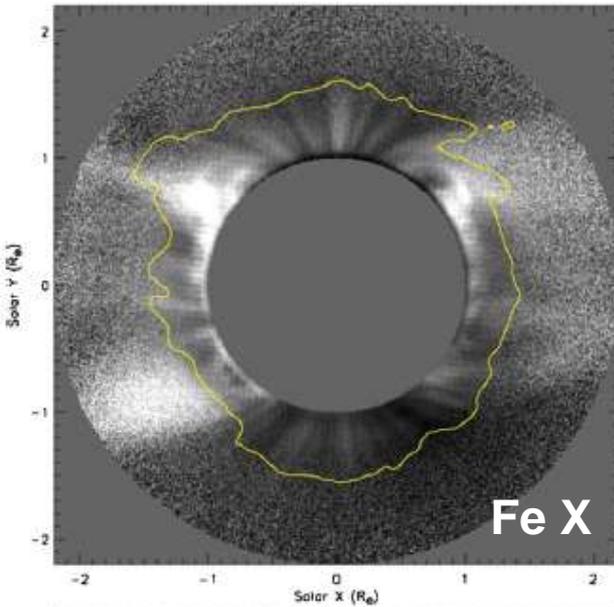


В этой работе проведено измерение электронной температуры в корональной плазме во время двух полных солнечных затмений 29 марта 2006 года и 1 августа 2008 года с использованием хорошо известного метода определения температуры из отношения интенсивностей эмиссионных линий. Этот метод можно использовать только в том случае, если плазма столкновительная.

Если плазма бесстолкновительная, т.е. отсутствует термодинамическое и ионизационное равновесие, то определить электронную температуру и ее градиент из таких измерений невозможно. На гелиоцентрических расстояниях, где переход происходит от столкновительной к бесстолкновительной плазме зарядовое состояние различных химических элементов короны перестает изменяться. Это то зарядовое состояние, которое измеряется в межпланетном пространстве. В этом исследовании показано как во время затмений 29 марта 2006 года и 1 августа 2008 года наблюдения числа эмиссионные линии железа позволяет эмперически определить расстояние, где эмиссия переходит от состояния, определяемое столкновениями, к радиативному состоянию (возбуждение атомов за счет излучения; рассеяние на атомах). Это расстояние изменяется от 1,1 до 2 радиусов Солнца в зависимости от зарядового состояния и плотности окружающих корональных структур.

Температура в крупномасштабных объектах короны: В корональной дыре -  $10^6\text{K}$ ; в стримере –  $1,6\text{-}2,2 \cdot 10^6\text{K}$ . Зарядовые состояния различных ионов железа, определенные в бесстолкновительной области согласуются с измерениями этих зарядовых состояний с помощью различных космических аппаратов.

# Распределение температуры электронов белой и эмиссионной короны



На изображениях контурами отмечена граница, в пределах которой температура плазмы эмиссионной внутренней короны можно определить из отношения интенсивности спектральных эмиссионных линий ионизованного железа. За пределами контура – плазма является бесстолкновительной, поэтому этот метод для определения температуры уже не подходит.

За пределами контура концентрацию электронов можно оценить только методом инверсии, а температура корональной плазмы определяется из наблюдений белой короны (методом, который был упомянут ранее).

В настоящее время все чаще высказываются мнения, что уже невозможно получить во время полных солнечных затмений новые сведения о свойствах солнечной короны. С завидным постоянством оглашается, что всё давно изучено и исследовано, и такие экспедиционные исследования, на которые уходит множество денежных средств, якобы себя не окупают, не имеют должной ожидаемой отдачи и т.д.

Но с другой стороны, почти после каждого события полного солнечного затмения в реферируемых журналах выходят всё новые и новые работы, в которых освящаются до сих пор неизвесные результаты о свойствах солнечной короны.

Кроме этого, необходимо помнить, что даже частные фазы солнечных затмений дают незаменимый материал для определения вида «аппаратной функции телескопа», учет которой в ряде случаев необходим на этапе обработки данных, как спектральных, так и фильтровых наблюдений, проводимых вне затмений.

***Спасибо за внимание!***