

**Исследование по данным
SOHO/LASCO непрерывных по
широте распределений яркости К - и
Ф - короны, а также концентрации
электронов короны в цикле
солнечной активности**

В.Г. Файнштейн

ИСЗФ СО РАН

2009 г.

Е.А. Пономарев: полный поток протонов в нижней короне в направлении от Солнца при условии выноса тяжелых ионов (FeX, FeXIV**) на большие расстояния $A_p \approx 6 \cdot 10^{35}$ част/с. Тогда плотность потока протонов на орбите Земли:**

$$(NpV)_{\text{ЕАП}} = A_p / (4\pi(R_{S-E})^2) \approx 6 \cdot 10^{35} (\text{част/с}) / 2.83 \cdot 10^{27} (\text{см}^2) \\ \approx 2.1 \cdot 10^8 \text{ част/см}^2 \text{ с}$$

Характерная плотность потока протонов в быстрых потоках солнечного ветра, полученной из измерений Np и V на орбите Земли:

$$(NpV)_{\text{ИЗМ}} \approx 2 \cdot 10^8 \text{ част/см}^2 \text{ с} .$$

$(NpV)_{\text{ЕАП}} \approx (NpV)_{\text{ИЗМ}}$ - поразительное совпадение!

Согласно расчетам Е.А. Пономарева,
плотность потока протонов в короне
(упрощенная формула):

$$J_p \sim T_p^{3/2} \left[-\frac{2}{5} \left\{ \frac{\nabla N_p}{N_p} \right\} T_p + \nabla T_p + \left(\frac{2}{5} \right) \frac{F}{k} \right]$$

Определяющее влияние на плотность
потока протонов оказывают
температура протонов T_p и градиент
концентрации протонов ∇N_p .

Расчет J_p в различных структурах короны и сегодня актуальная задача!

$$J_p = N_p V \longrightarrow V = J_p / N_p$$

Здесь V – направленная скорость протонов, т.е. скорость солнечного ветра!

Определение концентрации протонов N_p в короне в зависимости от координат одна из ключевых задач при изучении корональных явлений.

Корональная плазма практически полностью ионизована; основной ионной компонентой корональной плазмы являются протоны; плазма квазинейтральна \longrightarrow в первом приближении $N_p \approx N_e \longrightarrow$ Плотность электронов N_e может быть использована в качестве меры плотности протонов N_p .

Пространственные вариации N_p можно исследовать, изучая вариации N_e .

Основные методы измерения электронной плотности N_e в короне: (1) анализ белой короны – свечения короны в видимом диапазоне; (2) метод радио-просвечивания короны; 3) методы, основанные на анализе излучения короны в рентгеновском диапазоне, крайнем ультрафиолете и радиодиапазоне в нижней короне.

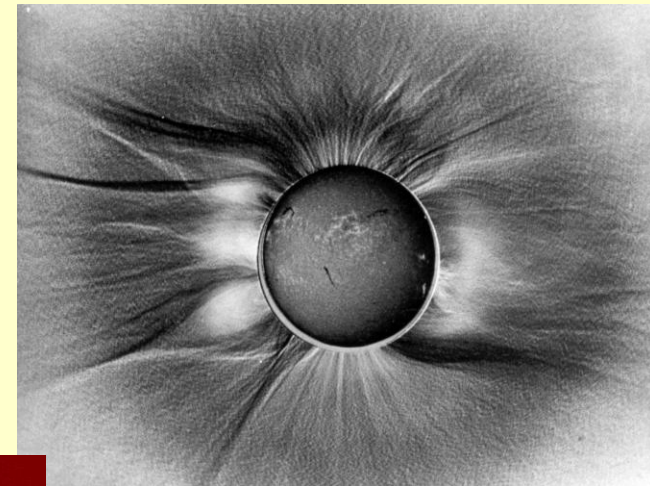
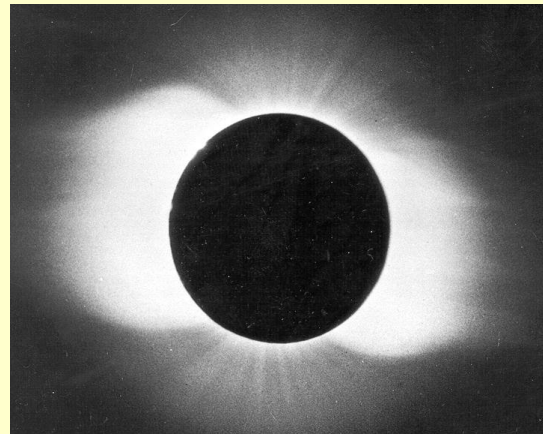
Наиболее информативным является первый метод. Достоинства: возможность одновременных измерений на всех широтах и в диапазоне расстояний $R=(1.15-1.4-2)R_0 \div (4-15-30)R_0$ (R_0 -радиус Солнца) с интервалами времени между измерениями от нескольких минут до нескольких часов.

Корона состоит из горячей плазмы и «космической пыли».

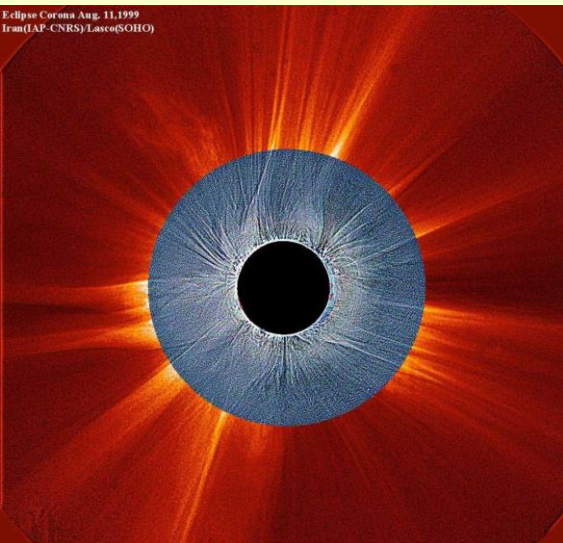
Основные компоненты корональной плазмы – электроны, протоны, ядра гелия, частично ионизованные атомы тяжелых элементов. Есть небольшая доля атомов водорода и гелия.

«Космическая пыль» – это твердые частицы и даже тела, размеры которых могут варьироваться в широком диапазоне: 1-100 мк, и более 100 мк.

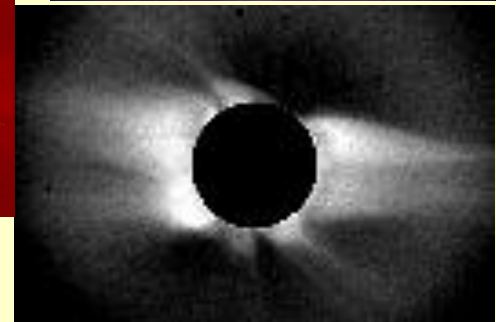
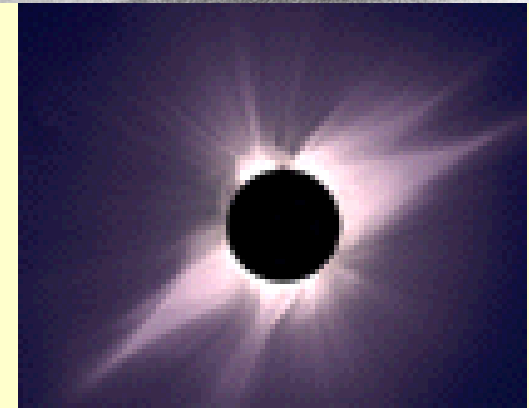
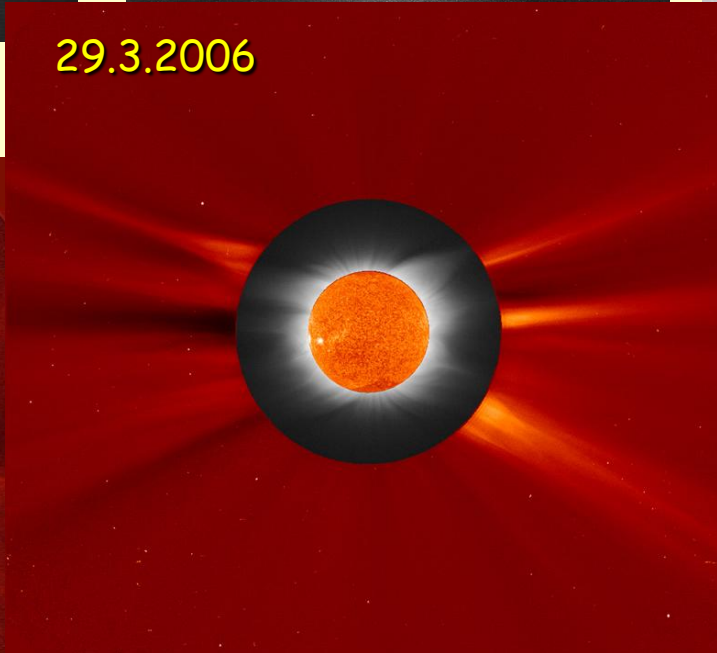
Наиболее интенсивно корона светит в видимом диапазоне, формируя «белую корону».



Eclipse Corona Aug. 11, 1999
Iram (IAP-CNRS) Lasco(SOHO)



29.3.2006



Полная поверхностная яркость белой короны V равна сумме яркости К-короны (V_K) и яркости Ф-короны (V_Φ):

$$V = V_K + V_\Phi.$$

К-корона формируется фотосферным излучением, рассеянным на свободных электронах короны, а Ф-корона - на частицах космической пыли.

Для определения физических параметров корональной плазмы и свойств пылевой составляющей короны необходимо разделить яркость К- и Ф-короны или исключить из анализа свечение Ф-короны.

$$B_K \sim \int Ne(l) G(R, l) dl$$

$$pV = B_t - B_r = B_{Kt} - B_{Kr} \sim \int Ne(l) J(R, l) dl$$

Методы разделения яркости К- и Ф-короны до 2001 г.:

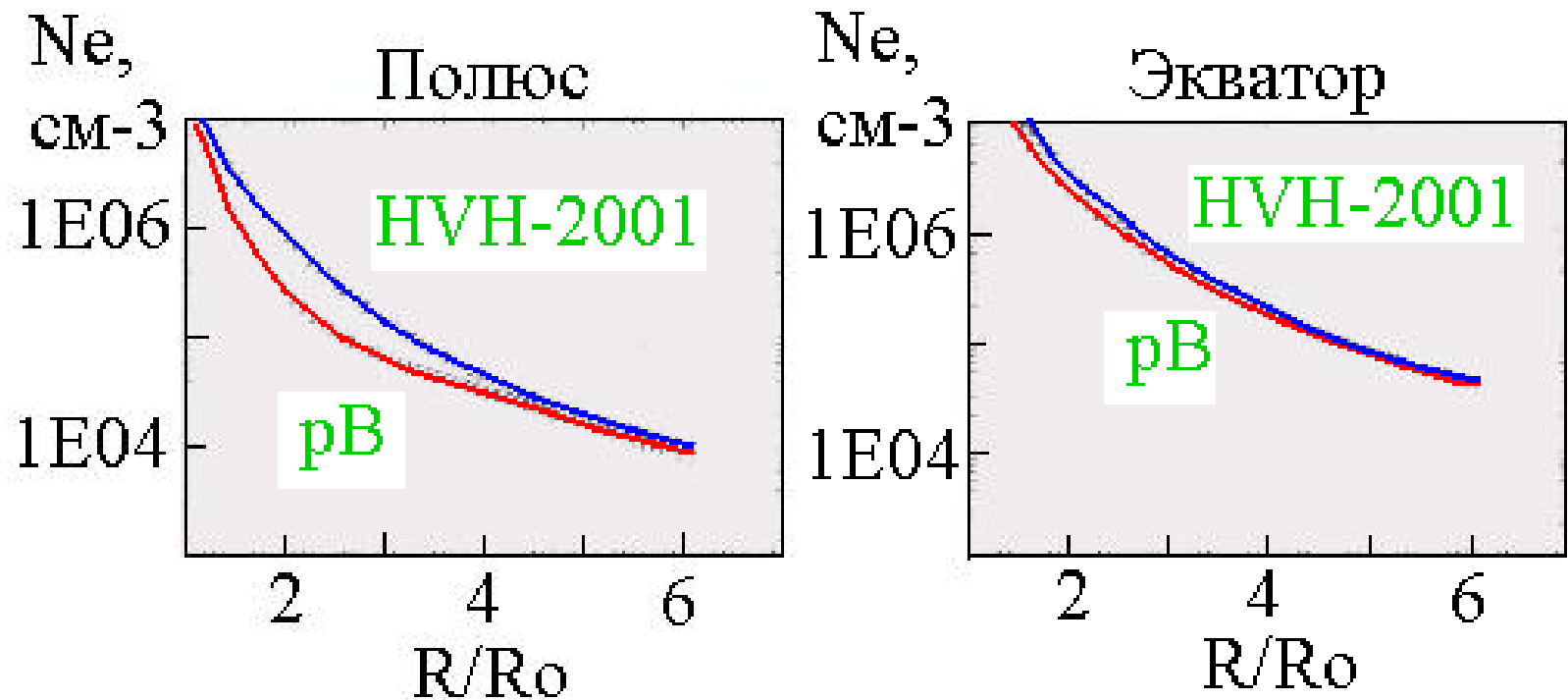
Grotian (Zs.f. Astrophys. 1934. V.8. P. 124-146) предложил метод, основанный на измерении отношения глубины фраунгоферовых линий в фотосферном излучении и в излучении белой короны. С помощью этого метода удалось разделить К- и F-корону до относительно больших расстояний $R = 16R_0$ (**Blackwell D.E., Petford A.D. Mon. Not. R. astr. Soc. 1966. V. 131. P. 383-398**).

Метод, опирающийся на измерения полной яркости $[BK+BF+BA]$ и полной поляризации белой короны P_{tot} , а также на расчеты степени поляризации К-короны P_K в предположении сферической или осевой симметрии К-короны (Koutchmy S. Adv.Space Res. 1994. V. 14. N4. P. (4)29-4(39)). При этом предполагается, что Ф-корона не поляризована. Это означает, что данный метод применим лишь для $R < (5\div 6)R_0$.

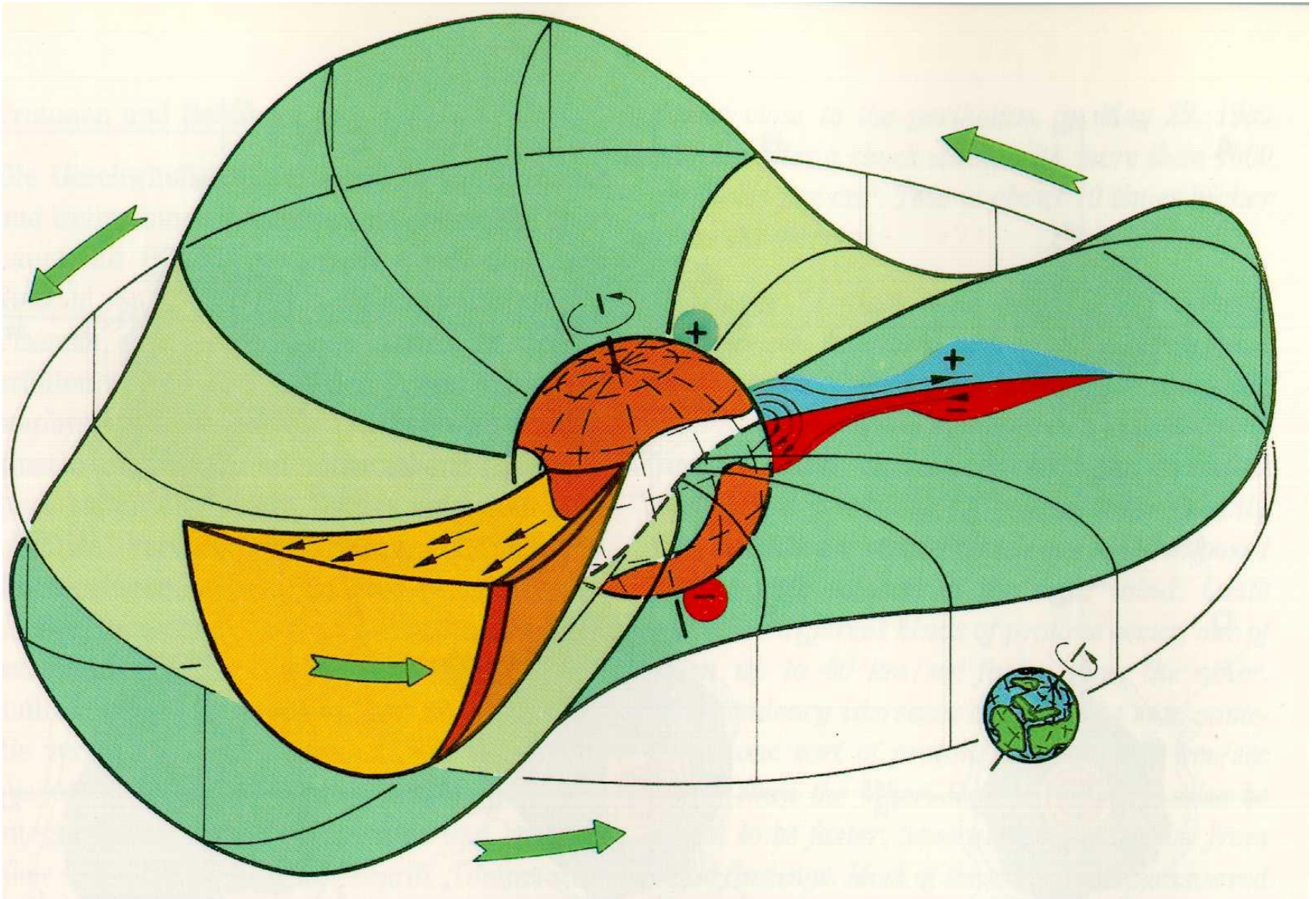
$$BK = (P_{tot}/P_K)[BK+BF+BA]$$

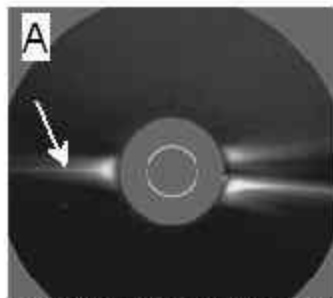
В работе Hayes A.P., Vourlidas A., Howard R.A. *Astrophys. J.* 2001. V. 548, P. 1081 был предложен метод разделения яркости К- и Ф-короны по данным LASCO, который не опирается на указанные выше упрощающие предположения. В этом методе яркость F-короны в каждом пикселе изображения белой короны находилось как минимальное значение яркости за промежуток времени, равный 56 суток, умноженное на корректирующий множитель «К», меняющийся от 0.9 до 1 в зависимости от расстояния.

На рисунке показаны зависимость $N_e(R)$ из работы Hayes - Vourlidas – Howard-2001.

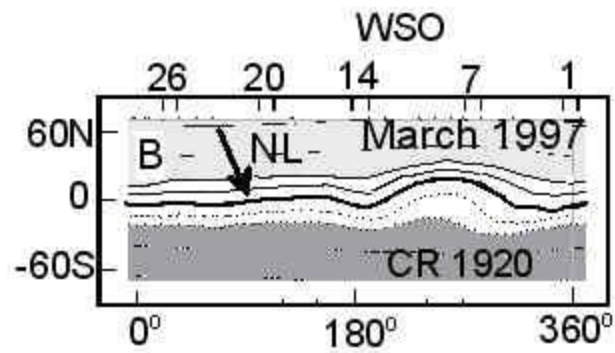


Метод NVN-2001 был реализован в нашем институте. Основные процедуры были автоматизированы. К настоящему времени с помощью этого метода найдены яркость К- и Ф-короны для 12 лет как на восточном, так и на западном лимбе в различные периоды солнечной активности.

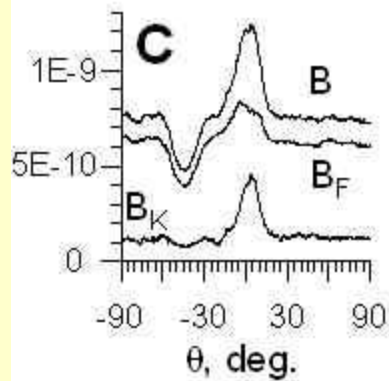




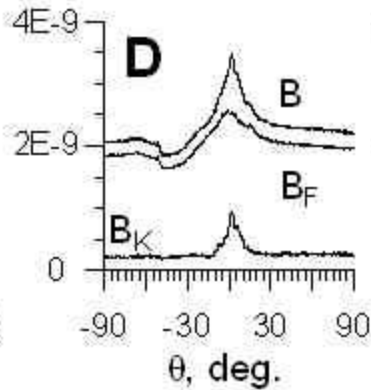
1997/03/14 04:32



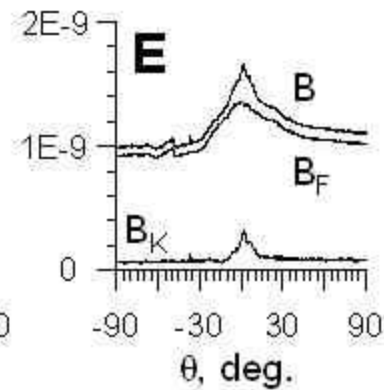
B, B_F, B_K, relat.un.



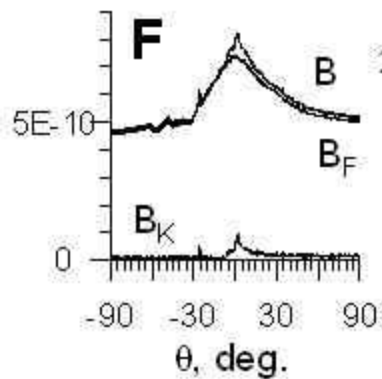
B, B_F, B_K, relat. un.



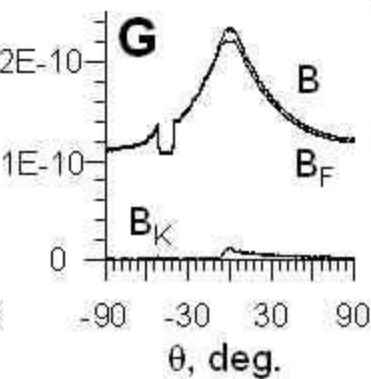
B, B_F, B_K, relat un.



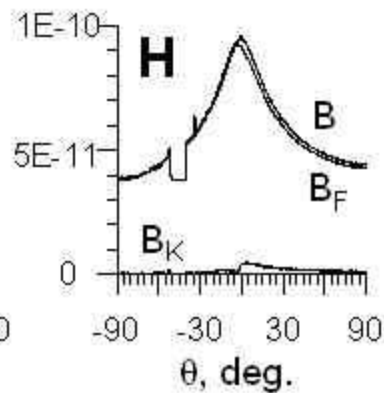
B, B_F, B_K, relat. un.

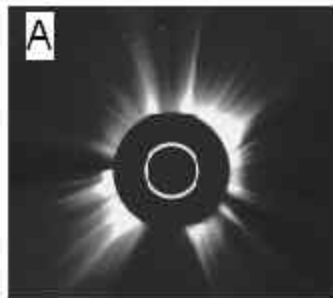


B, B_F, B_K, deg.

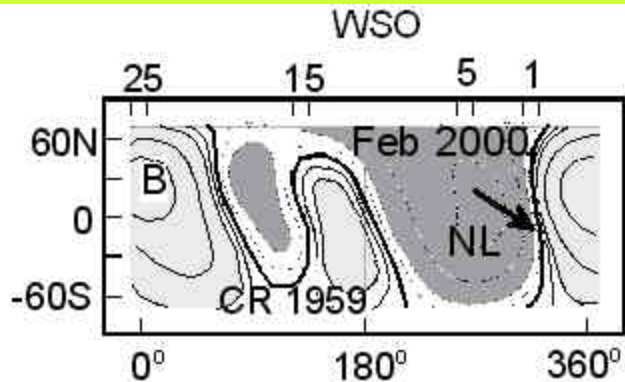


B, B_F, B_K, relat.un.

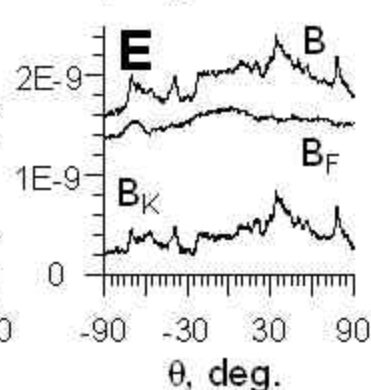
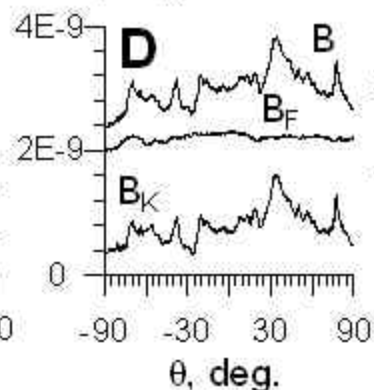
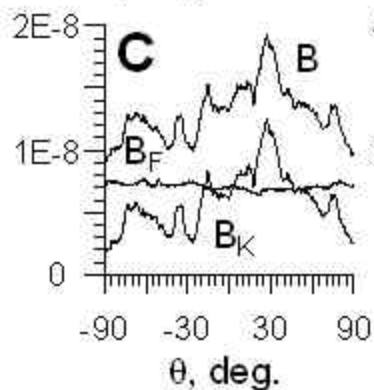




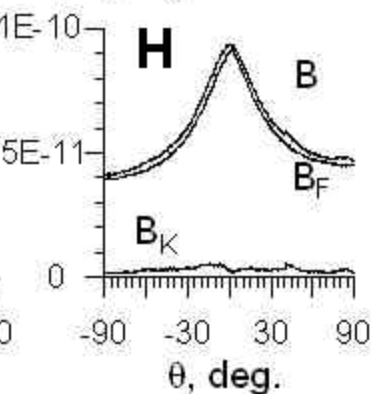
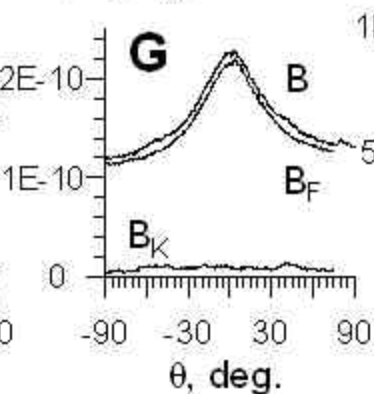
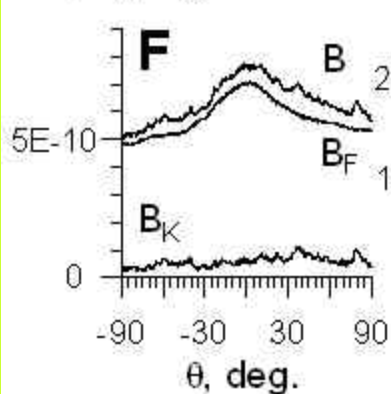
2000/02/08 00:06

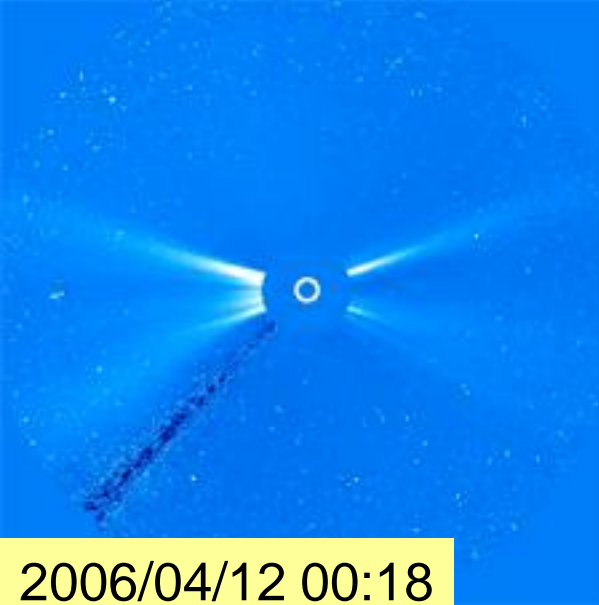


B, B_F, B_K, relat. un. B, B_F, B_K, relat. un. B, B_F, B_K, relat. un.

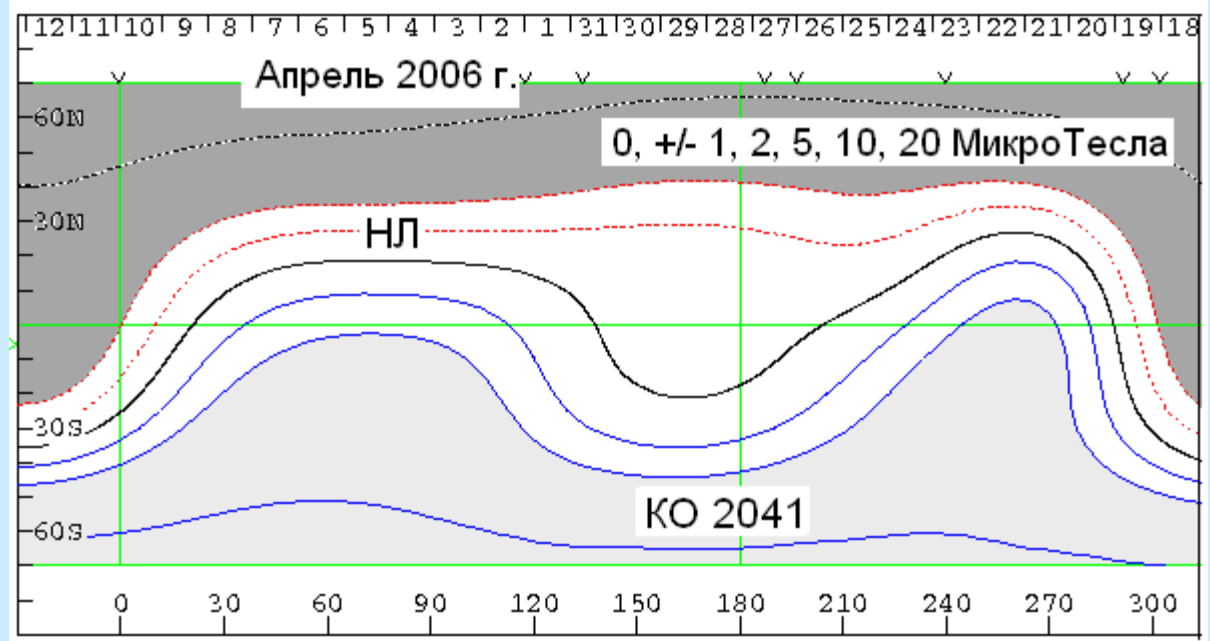


B, B_F, B_K, relat. un. B, B_F, B_K, relat. un. B, B_F, B_K, relat. un.

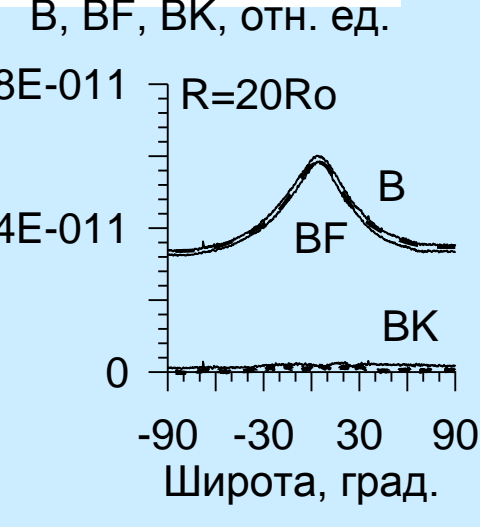
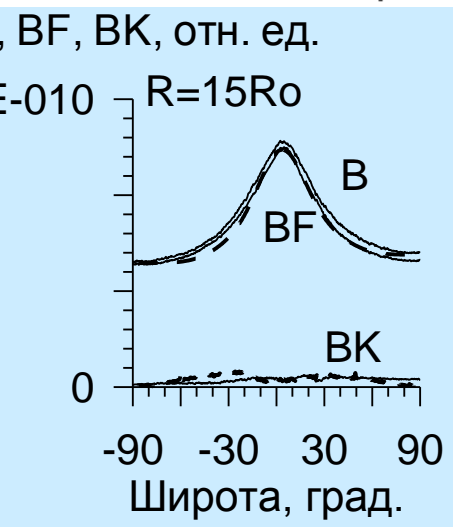
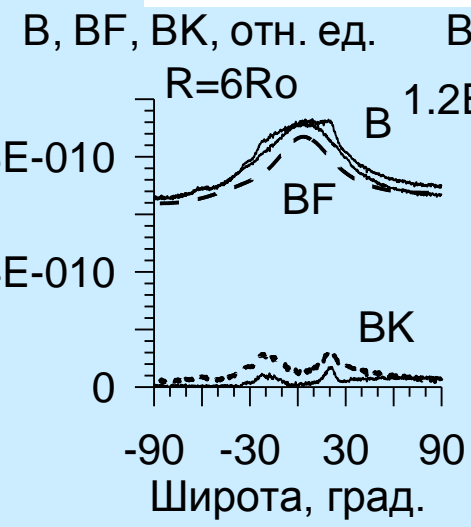
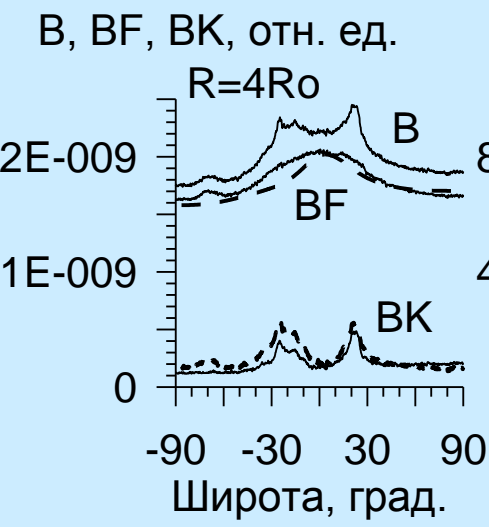


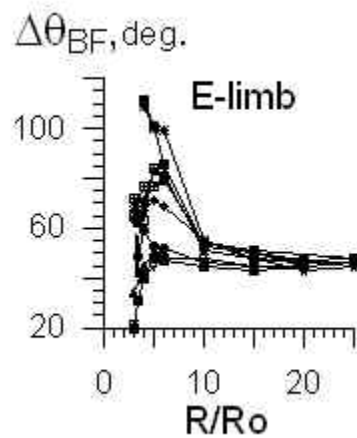
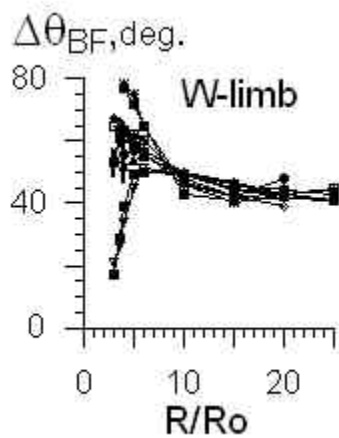
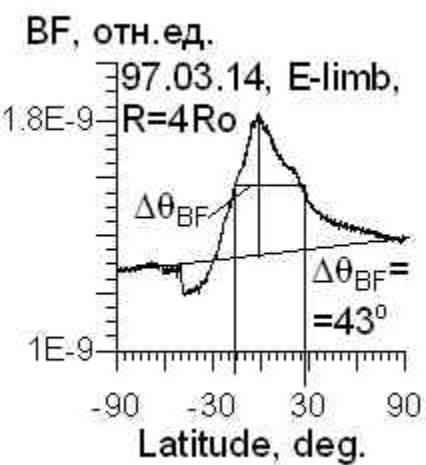
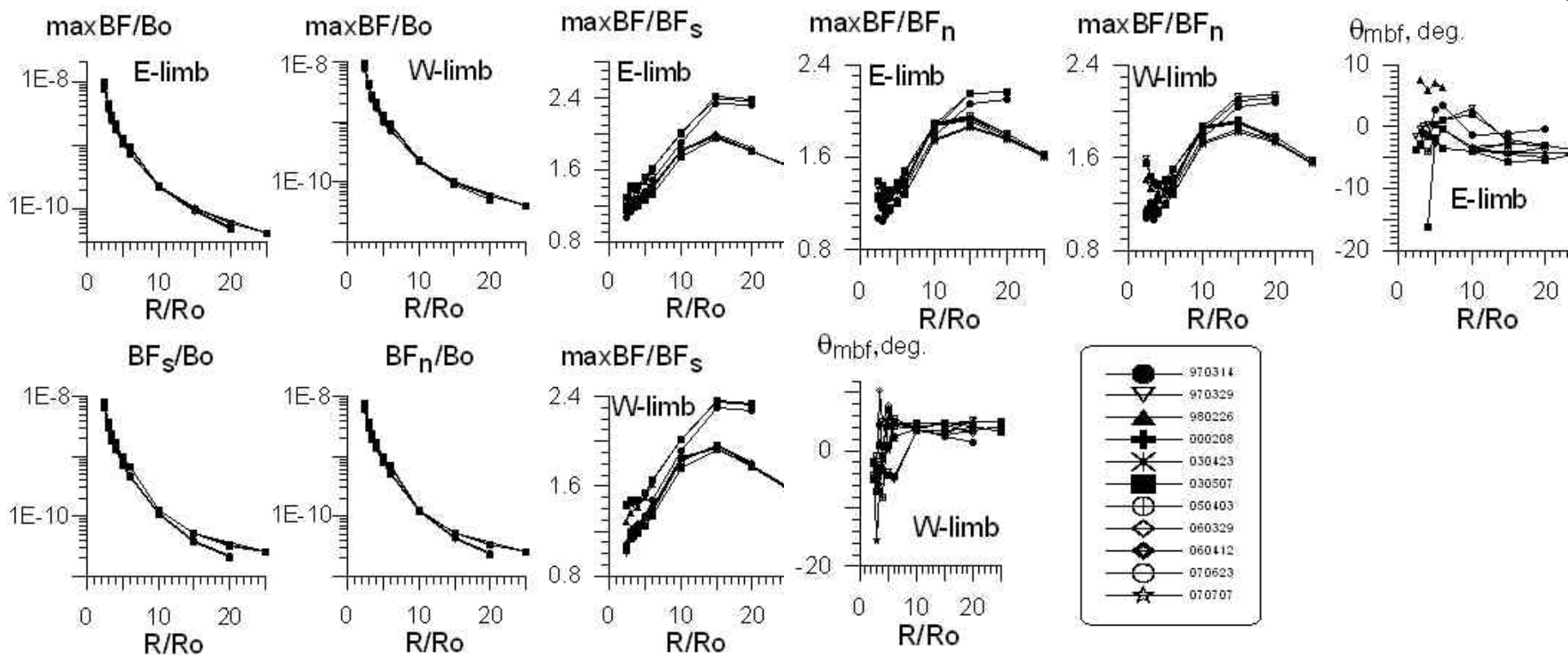


2006/04/12 00:18

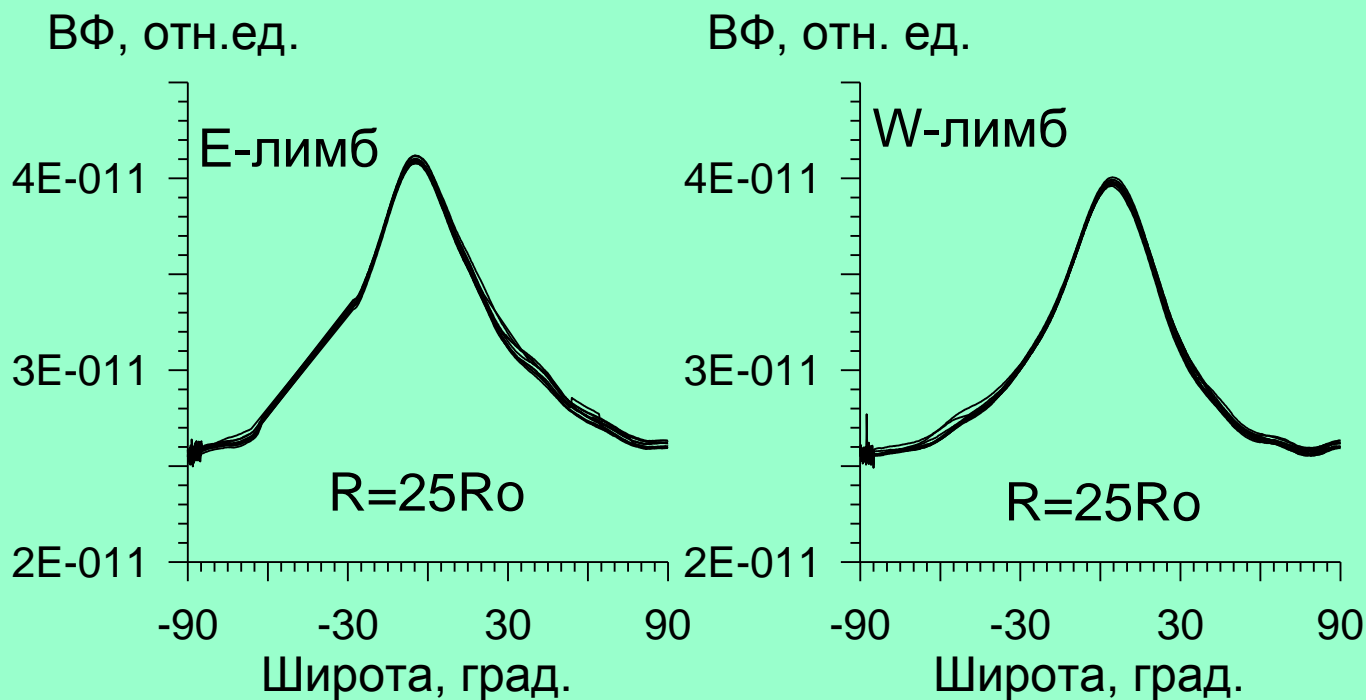


Расчеты WSO: магнитное поле на поверхности источника

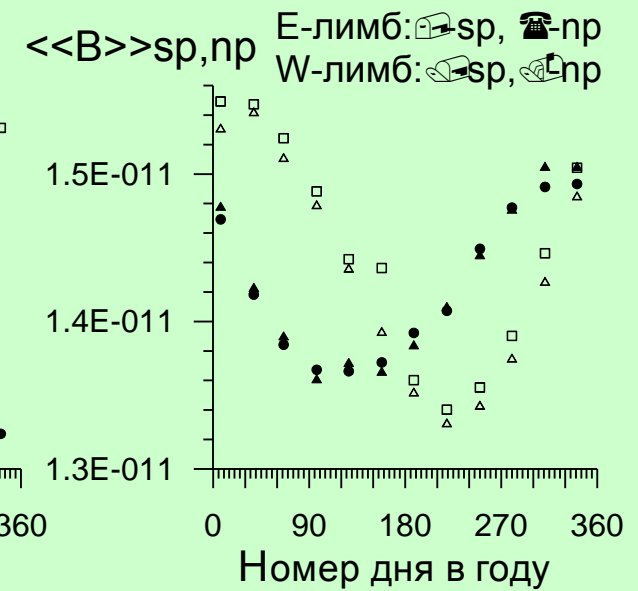
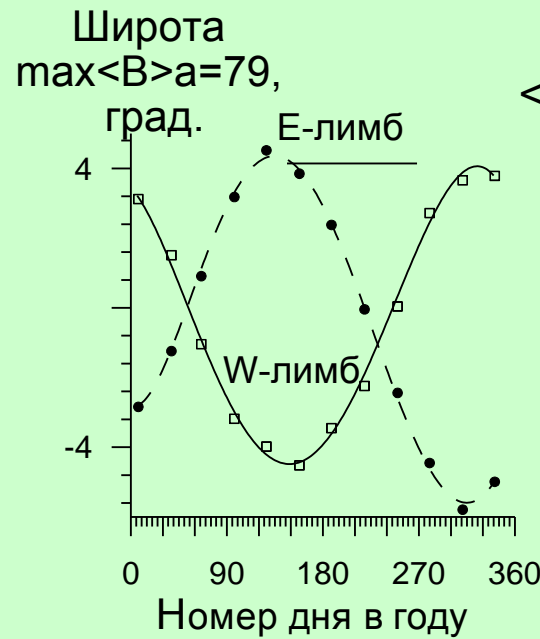
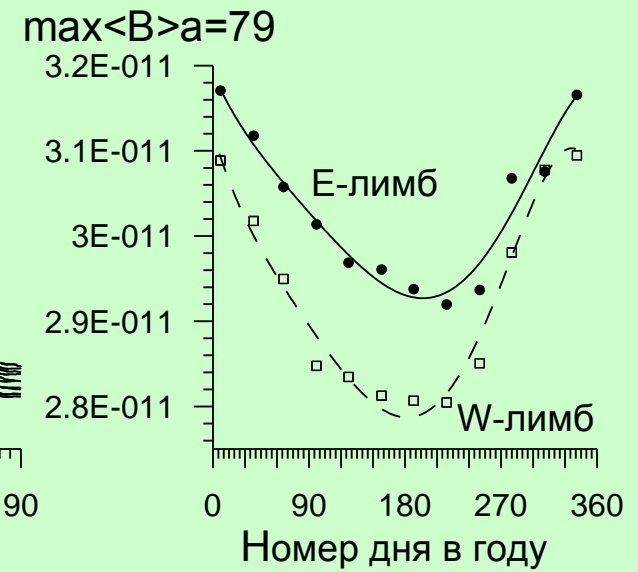
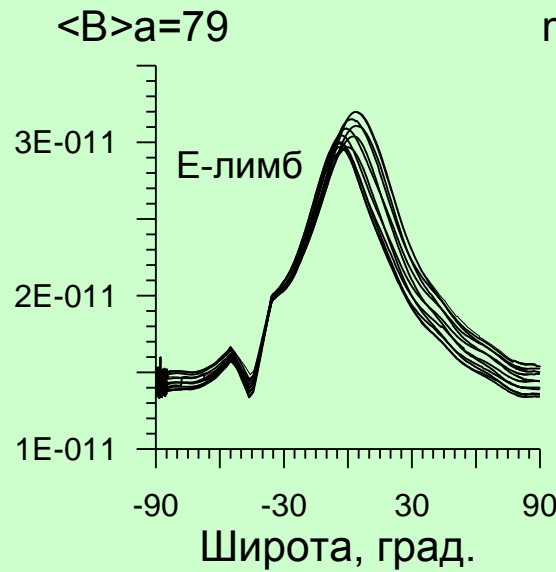




Изменение яркости Ф-короны на больших расстояниях в течение месяца



Изменение яркости Ф-короны на больших расстояниях в течение года



Изменение яркости Ф-короны на больших расстояниях в цикле солнечной активности

