

36 ВККЛ



**СПЕКТР ЮПИТЕРИАНСКИХ ЭЛЕКТРОНОВ В
МИНИМУМЕ СОЛНЕЧНОЙ АКТИВНОСТИ 2007-2008 ГГ.**

Е. И. Дайбог , Ю. И. Логачев

ИИЯФ МГУ

daibog@srd.sinp.msu.ru

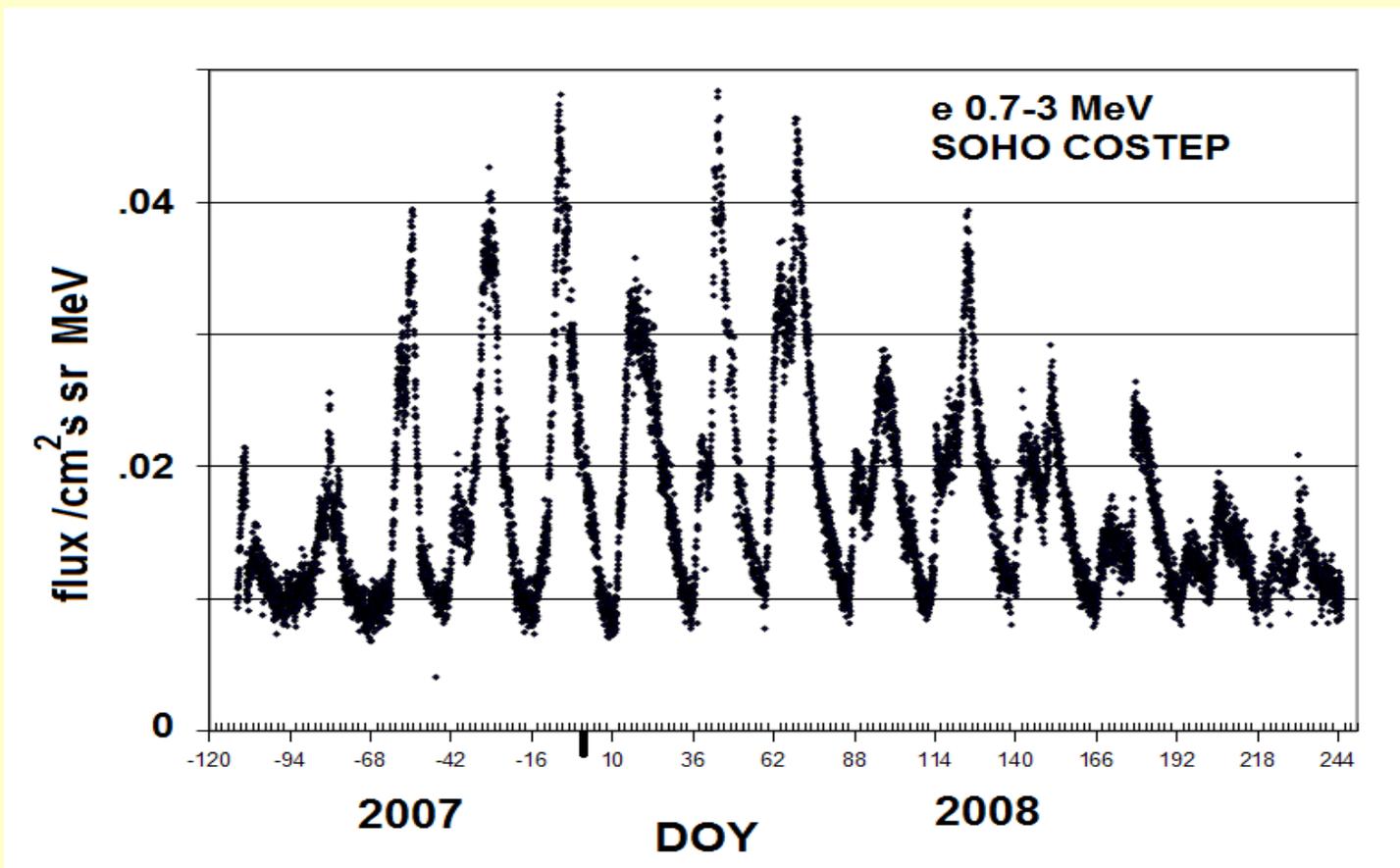
скайп Elena Daibog

Электроны МэВ-ных энергий в гелиосфере на 1а.е.

Основным источником электронов МэВ-ных энергий вблизи Земли в спокойные периоды солнечной активности является магнитосфера Юпитера. Пролеты космических зондов Юпитера Pioneer -10 и - Pioneer - 11 показали, что Юпитер является их постоянным источником.

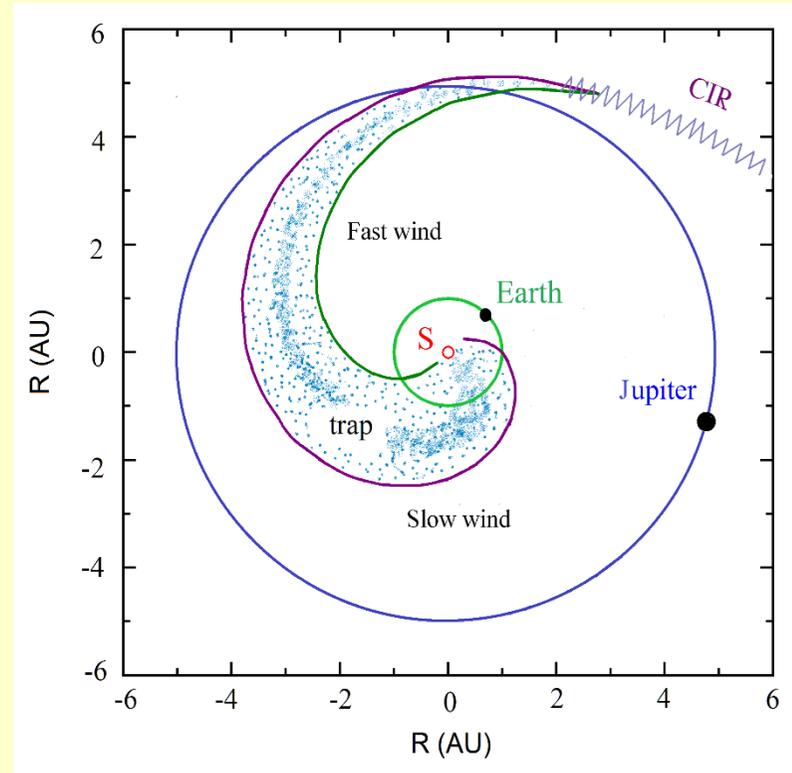
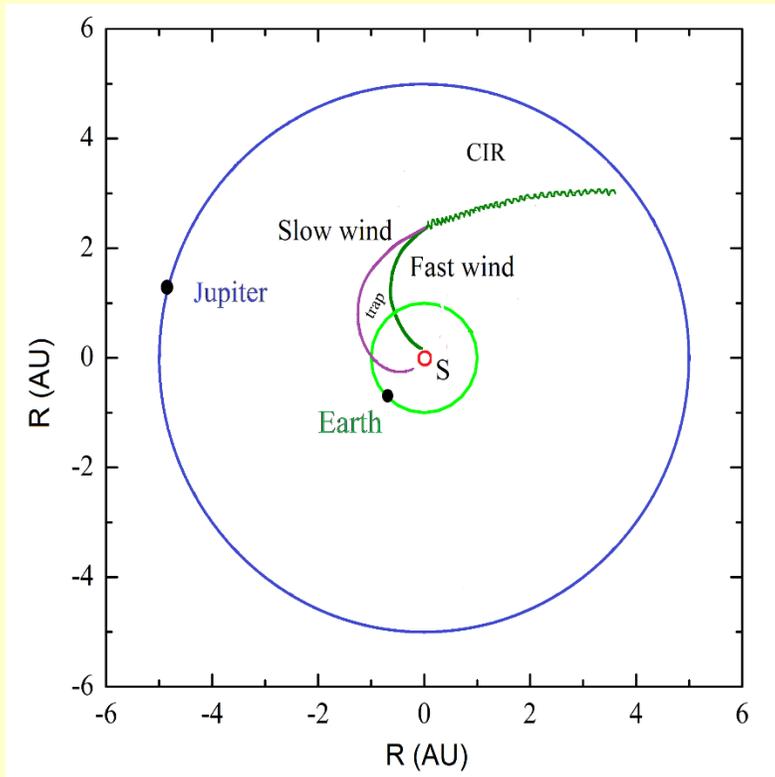
Особый интерес представляют периодические 27-дневные возрастания их потоков, наблюдаемые на орбите Земли.

Юпитерианские электроны на 1 а.е. в минимуме солнечной активности 2007-2009 гг



Потоки электронов Юпитера в 14 последовательных оборотах Солнца.

27-дневные вариации в модели магнитной ловушки



Ловушка заполняется Ю-электронами при каждом ее прохождении мимо Юпитера. Слева ловушка «не дотягивается» до Юпитера. Справа ловушка простирается на расстояние $R > 5$ а.е.

Отличительной особенностью Ю-электронов, по сравнению с электронами солнечного и магнитосферного происхождения, является их более жесткий энергетический спектр. **Показатель дифференциального спектра, начиная с наблюдений на Pioneer 10, $\gamma \approx 1.5-1.6$.**

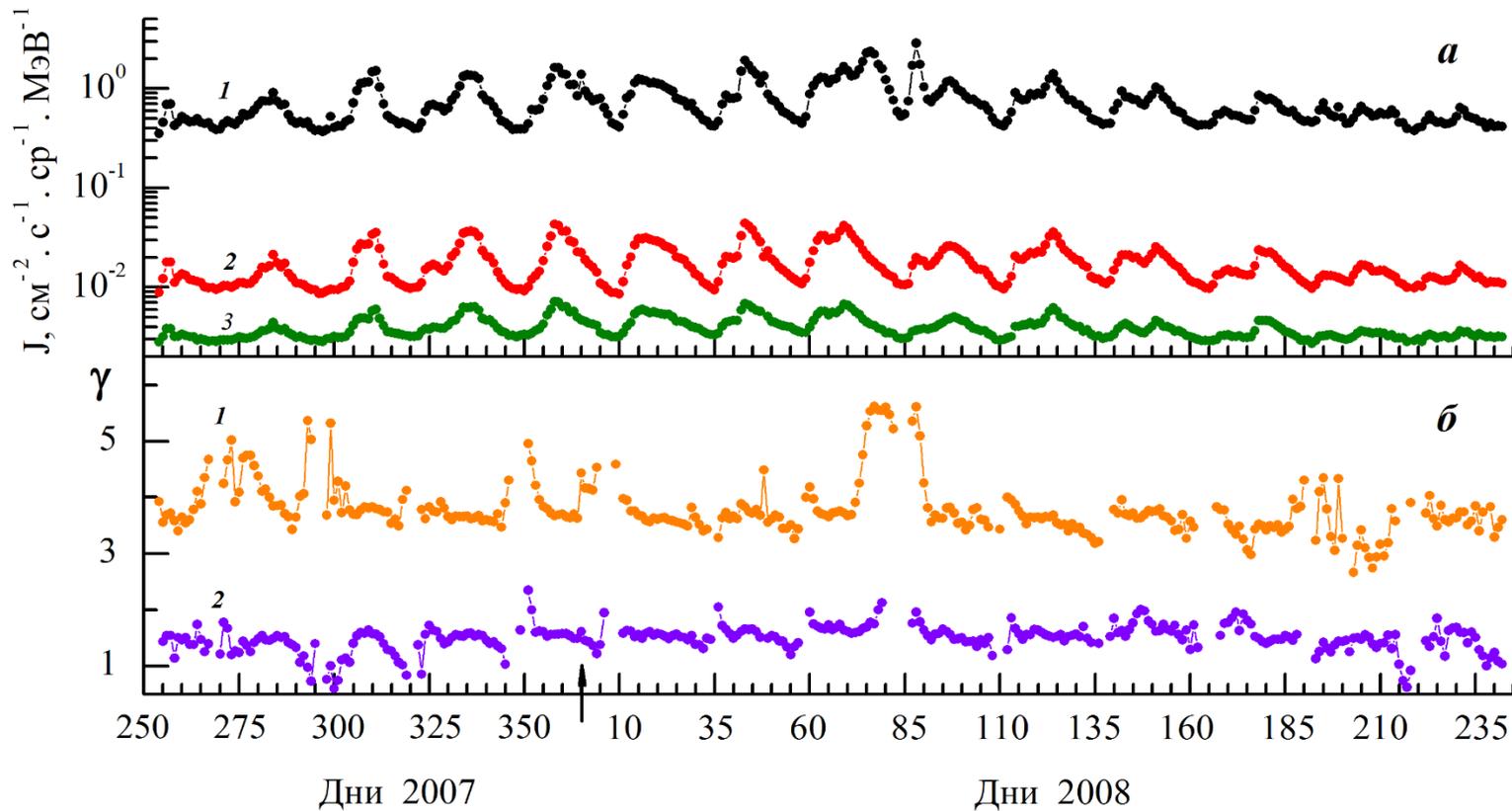
Здесь рассматривается динамика спектра в течение отдельных 27-дневных вариаций. Используется анализ отношений потоков электронов по данным SOHO/EPHIN в энергетических интервалах $e1(0.25-0.7)$, $e2(0.67-3)$ и $e3(2.64-10.4$ МэВ). Значения показателей степенных спектров электронов в интервалах энергий 0.25-3 и 0.67-10.4 МэВ (γ_1 и γ_2) определялись отдельно для низко - $e1/e2$ и высоко - $e2/e3$ энергетической частей из отношений максимальных значений потоков электронов в соответствующих каналах.

Потоки Ю-электронов на орбите Земли очень малы: $J_e (1 \text{ МэВ}) \approx 10^{-2} \text{ см}^{-2}\text{с}^{-1}\text{ср}^{-1}\text{МэВ}^{-1}$, поэтому весьма **актуален вопрос об учете фона в возрастаниях интенсивности**. Спектры определялись отдельно для каждого 27-дневного периода вариации. Значением фона в каждом канале считались минимальные потоки непосредственно перед началом очередного 27-дневного возрастания.

Для интервалов энергий 0.25-3 МэВ (γ_1) и 0.67-10.4 МэВ (γ_2) значения величин γ определялись из соотношений

$$\gamma_1 = \lg(J_1/J_2)/\lg(E_1/E_2); \quad \gamma_2 = \lg(J_2/J_3)/\lg(E_2/E_3),$$

для значений E_i принимались энергии начала рассматриваемого энергетического интервала ($E_1 = 0.25 \text{ МэВ}$, $E_2 = 0.67 \text{ МэВ}$ и $E_3 = 2.64 \text{ МэВ}$). J_1 , J_2 и J_3 - значения потоков соответственно для энергетических интервалов: $e_1(0.25-0.7)$, $e_2(0.67-3)$ и $e_3(2.64-10.4 \text{ МэВ})$.



а. Временные профили потоков электронов в энергетических каналах:
 0.25-0.7 МэВ (1); 0.67-3 МэВ (2); 2.64-10.4 МэВ (3).

б. Показатель энергетического спектра γ :

1. γ_1 - низкоэнергичной части спектра 0.25-3 МэВ,

2. γ_2 - высокоэнергичной части спектра 0.67-10.4 МэВ.

В интервале энергий 0.67-10.4 МэВ спектры, наблюдаемые вблизи максимумов потоков, имеют показатели

$\gamma_2 = 1.6 \pm 0.2$, что свидетельствует об их юпитерианском происхождении.

В интервале энергий 0.25-3 МэВ спектры гораздо мягче. Значения $\gamma_1 \geq 3.5$, и наблюдаются значительные вариации потоков электронов.

Это говорит об иной, не-юпитерианской природе этих электронов.

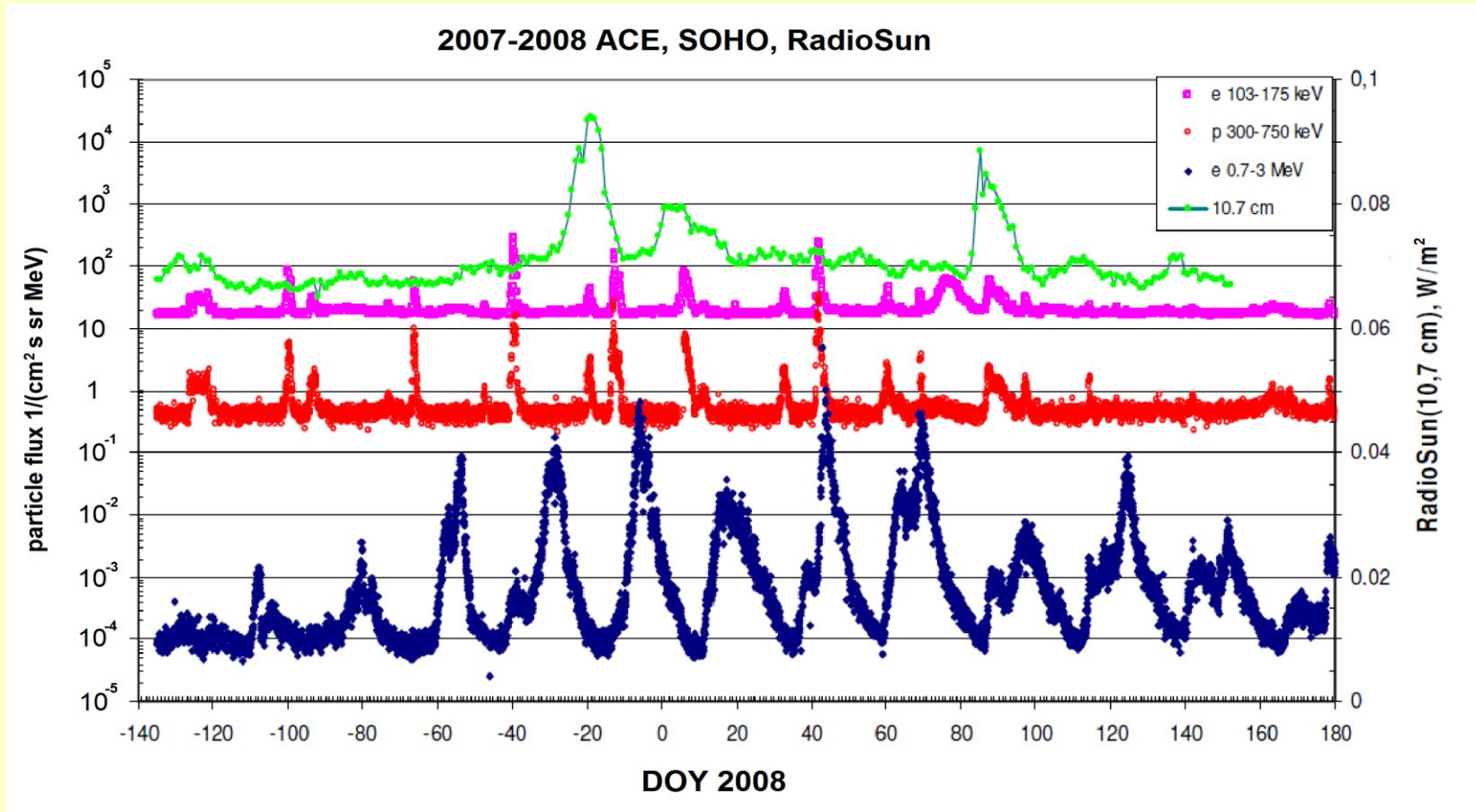
Поскольку временной профиль потоков электронов в канале 0.25-0.7 МэВ повторяет временные профили более высоко-энергичных электронов, имеющих юпитерианское происхождение, становится очевидным, что и те и другие «привязаны» к одним и тем же структурам магнитного поля, т.е. электроны малых энергий ускоряются и продолжают свою жизнь, в основном, там же, где и Ю-электроны.

Одновременно с 27-дневными вариациями Ю-электронов МэВ-ных энергий наблюдались также кратковременные (2-3 дня) увеличения потоков электронов и протонов с энергией 0,1-1 МэВ. Потоки электронов (45–300 кэВ, ACE/EPAM) и протонов (300–750 кэВ, SOHO/LION) не совпадали по фазе с Ю-электронами. Это может иметь место на турбулизованной границе раздела между быстро и более медленно движущимися потоками плазмы, исходящими из соседних областей на Солнце.

Э

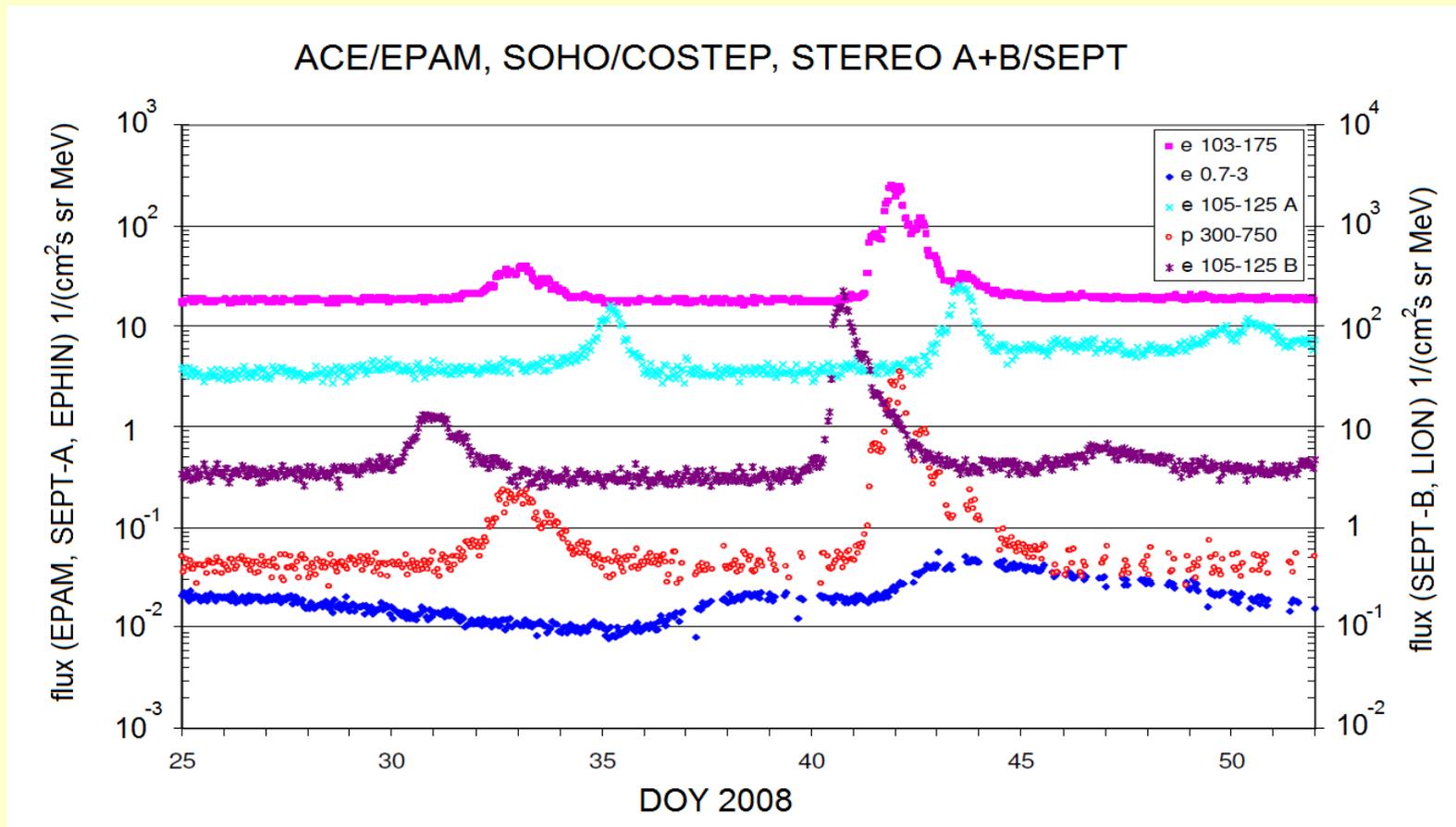
Эти возрастания были невспышечного происхождения: Солнце было очень спокойным в течение всего рассматриваемого периода

Радио излучение и частицы



Всплески низко энергичных частиц не коррелируют с потоками Ю-электронов и возникают при спокойном Солнце

Наблюдения е и р всплесков на разных гелиодолготах



Эти же всплески наблюдались космическими аппаратами STEREO-B/SEPT (e 105-125 кэВ), ACE/EPAM (e 103-175 кэВ) и SOHO/LION (p 300-750) кэВ) и STEREO -A/SEPT (e 105-125 кэВ) в порядке, соответствующем местоположению аппаратов на орбите .

ВЫВОДЫ

1. Электроны, зарегистрированные во время минимума солнечной активности 2007-2008 гг., имеют две составляющие:

(а) периодические 27-дневные возрастания юпитерианского происхождения с показателем спектра в степенном представлении $\gamma \approx 1.5-1.6$.

(б) электроны с $E < 1$ МэВ с более мягким спектром ($\gamma \geq 3.5$), появление которых может быть обусловлено ускорением частиц в межпланетном пространстве, аналогичном ускорению частиц в рекуррентных потоках.

2. В минимуме солнечной активности 2007-08 гг. наблюдались также потоки ускоренных протонов с энергиями < 1 МэВ несолнечной природы, генерируемых, по-видимому, тем же механизмом, что и электроны с мягким спектром