

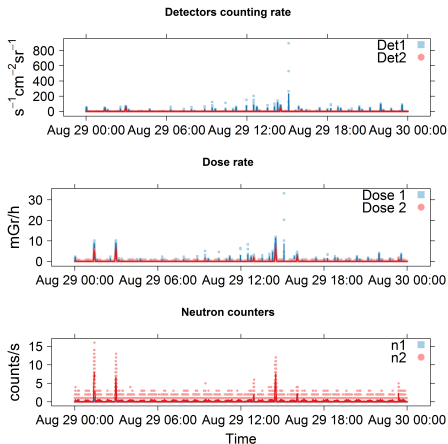


Анализ возрастных потоков заряженных частиц в авроральных областях по результатам эксперимента ДЭПРОН

Семинар ИИЯФ ОКН

И.А. Золотарев, В.В. Бенгин, О.Ю. Нечаев, М.И. Панасюк,
В.Л. Петров, И.В. Яшин, Н.Н. Веденкин, А.М. Амелюшкин

Всплески интенсивности



Временные серии данных показывают всплеск и прохождение отрогов пояса или аномалии

История исследования

Характерные публикации по теме возрастных потоков частиц в высокоширотных областях:

1. Вернов С.Н., Чудаков А.Е.
Исследования космических лучей и земного корпускулярного излучения при полетах ракет и спутников // УФН. 1960. № 4 (70). С. 585.
2. Базилевская Г.А., Калинин М.С., Квашнин А.Н., Крайнев М.Б., Махмутов В.С., Свиржевская А.К., Свиржецкий Н.С., Стожков Ю.И., Балабин Ю.В., Гвоздецкий Б.Б.
Высыпания высокоэнергичных магнитосферных электронов и сопутствующие характеристики солнечного ветра // Геомагнетизм и Аэронавтика. 2017. № 2 (57). С. 164–172.
3. **Dachev T. P., Tomov B. , Matviichuk Yu, Dimitrov PI, Bankov N.**
Relativistic electrons high doses at International Space Station and Foton M2/M3 satellites // Advances in Space Research. 2009. № 12 (44). С. 1433–1440.
4. Hendry, A. T., C. J. Rodger, M. A. Clilverd, M. J. Engebretson, I. R. Mann, M. R. Lessard, T. Raita, and D. K. Milling
Confirmation of EMIC wave-driven relativistic electron precipitation // Journal of Geophysical Research: Space Physics. 2016. № 6 (121). С. 5366–5383.
5. Horne R. B., Glauert S. A., Meredith N. P., Boscher D., Maget V., Heynderickx D. , Pitchford D.
Space weather impacts on satellites and forecasting the Earth's electron radiation belts with SPACECAST // Space Weather. 2013. № 4 (11). С. 169–186.

Новизна нашего исследования заключается в оценке дозиметрических характеристик всплесков.

Если кто то из коллег осведомлен о публикациях дозиметрических характеристик описанных всплесков, мы будем очень благодарны за указание таких работ.

Кратко по истории вопроса

Даже на небольших высотах, начиная от 300 км в интервале геомагнитных широт 55-70, наблюдается резкое возрастание интенсивности излучения и частицами, составляющими этот внешний радиационный пояс, являются электроны различных энергий, и поток с энергиями от 1 до 1 МэВ достигает $10^5 \text{ см}^{-2} \text{ сек}^{-1} \text{ стер}^{-1}$ [Вернов С.Н. 1960]. Вернов выдвигает предположение о двух энергетически разобщенных группах электронов — с энергией в десятки кэВ и единицы МэВ. Базилевская Г.А. в свои работах отмечает связь длительных периодов отрицательных значений B_z с высыпаниями высокоэнергичных электронов.

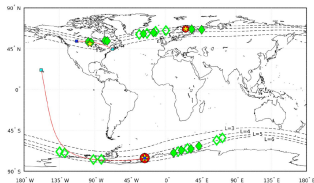


Figure 2. Map of the geographic locations of each detection of the 13 August 2013 EMIC-induced precipitation region.

- Высыпания электронов по данным POES, скорее всего вызваны волнами EMIC, обнаруживаемыми на поверхности
- EMIC-IPDP неоднократно срабатывал при одном MLT, тесно связанном с POES-обнаруженными осадками электронов
- Волны EMIC, обнаруженные через POES-обнаруженное электронное осаждение, представляют собой в основном гелиевые полосы IPDPwaves

Кратко по истории вопроса

По сообщению Dachev T. P. [2009], измеренные абсолютные максимумы мощности дозы по релятивистским электронам:

- 304 мкГр/ч за защитой 1,75 г см⁻², Foton M2
- 2314 мкГр/ч за защитой 0,71 г см², экранируя в Foton M3
- 19 195 мкГр/ч за защитой менее 0,4 г / см² на МКС (поток составляет 8363 см⁻²с⁻¹) .

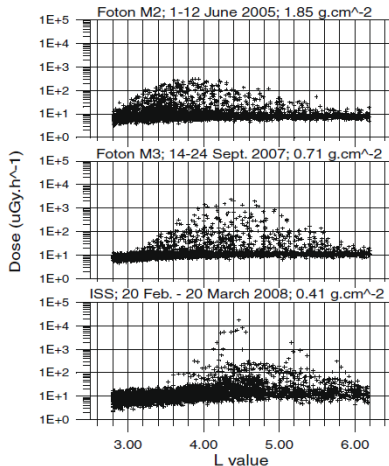


Fig. 7. Comparison of REP data obtained on the ISS and the Foton M2/

План доклада

1. Описание прибора ДЭПРОН
2. Алгоритм обработки данных
3. Доступность данных и порядок наземной обработки
4. Результаты без всплесков
5. Статистика всплесков и их феноменология. Критерии отбора событий.
6. Географическое распределение всплесков
7. Связь с параметрами солнечной активности
8. Дозиметрические характеристики всплесков

Коэффициенты перехода от внутренних единиц к потоку и дозе. Схема расположения детекторов прибора и защиты вокруг них, минимальные энергии проникающих частиц.

ДЭПРОН - Дозиметр Электронов, ПРОтонов и Нейтральных частиц

1. Корпус — 1,9 мм алюминия, Д16Т;
2. Бериллиевая бронза — фольга 50 мкм;

Детекторы:

- D1 Детектор — 0,3 мм кремний
MI Модератор — 0,3 мм алюминий
D2 Детектор — 0,3 мм кремний
D3 He-3 счетчик
D4 He-3 с защитой 1 см оргстекла

Объемная модель

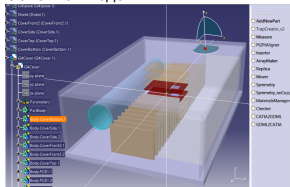
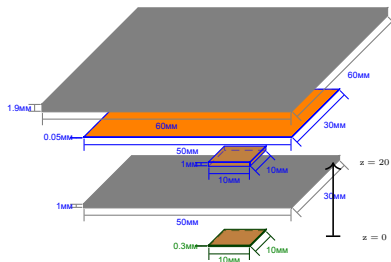


Схема расположения детекторов и защиты

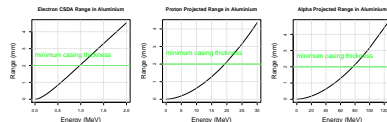


ДЭПРОН

Детекторная система

Наиболее чувствительный информационный параметр при работе ДЭПРОН — скорость счета детектора 1. Проведем оценку минимальной энергии заряженных частиц, к которым данный детектор чувствителен. Так как детектор закрыт сверху алюминиевой крышкой толщиной 2 мм, он должен быть чувствителен к протонам с энергией больше 20 МэВ и электронам с энергией больше примерно 0,5 МэВ, а также - возможно - к тормозному излучению. Порог дискриминации сигналов с детектора около 100 КэВ.

Пользуясь представленными зависимостями для уточненной минимальной толщины корпуса прибора, которая составляет 2,5 мм, что соответствует $0,65 \text{ г/см}^2$, была повышена предварительная оценка порога нижних энергий, которые способен регистрировать ДЭПРОН по электронам до 1 МэВ и по протонам до 20 МэВ. Для ядер гелия прибор чувствителен начиная с 90 МэВ.

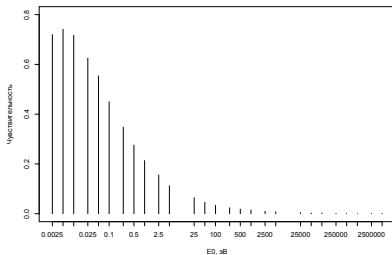


Графики средних пробегов заряженных частиц для алюминия. Представлены величины:
 “CSDA range” — глубина в приближении непрерывного замедления
 “Projected range” — среднее значение глубины, на которую заряженная частица проникает в процессе замедления до остановки

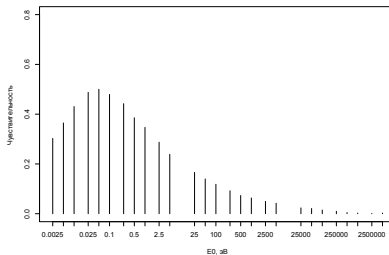
ДЭПРОН

Чувствительность нейтронных счетчиков, мне кажется не нужна в этой презентации

Чувствительность первого нейтронного детектора Дэпрон



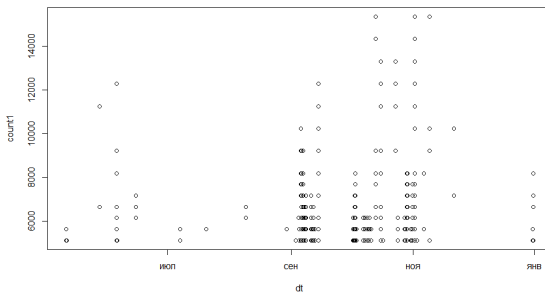
Чувствительность второго нейтронного детектора Дэпрон



Профили чувствительности нейтронных счетчиков, отражают отношение зарегистрированных в счетчиках нейтронов к потоку нейтронов, прошедших через объем счетчика. Эта величина соответствует функции чувствительности. Фактом регистрации нейтрона в детекторе при моделировании считалось энерговыделение в объеме заполняющего газа более 500 кэВ. При сравнении профилей чувствительности не защищенного и окруженного оргстеклом нейтронных детекторов можно заметить что пик чувствительности более защищенного детектора находится на 0,005 эВ, а для защищенного этот пик находится на 0,5 эВ энергии нейтронов.

Алгоритм обработки данных

Особенности алгоритма обработки данных для поиска всплесков



Временное распределение зарегистрированных всплесков. Общее число выделенных всплесков за время работы прибора ДЭПРОН достигает 90.

Были найдены и выделены возрастания скоростей счета в первом детекторе, превышающие по абсолютной величине 5000 отсчетов в секунду, что соответствует более $800 \text{ с}^{-1} \text{ см}^{-1} \text{ стер}^{-1}$. Величины повышенных потоков, зарегистрированных в первом полупроводниковом детекторе, в среднем в 30-100 раз выше, чем во втором детекторе и при одновременной регистрации в двух детекторах.

Доступность данных

Доступность данных и порядок наземной обработки

Результаты без всплесков

Особенности алгоритма обработки данных для поиска всплесков

Результаты без всплесков, здесь график рассеяния для аномалии и полярной области. Скаттерплот: счёт нижнего детектора от счета верхнего детектора. Ещё по дозе?

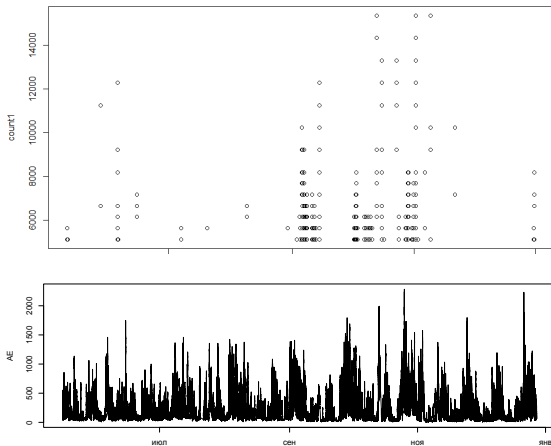
Статистика всплесков и их феноменология.

Критерии отбора событий.

Географическое распределение всплесков



Связь с параметрами солнечной активности



Временное распределение зарегистрированных вспышек. Общее число выделенных вспышек за время работы прибора ДЭПРОН достигает 90.

Второй график показывает вариации индекса AE, при отрицательном Bz. Данные предоставлены сервисом

[OMNIweb.](http://OMNIweb.org)

SINP MSU

Дозиметрические характеристики всплесков

