

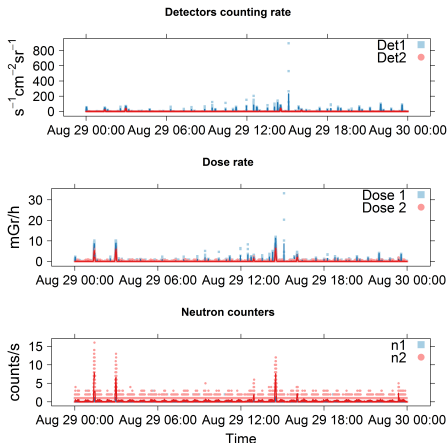


# Анализ возрастных потоков заряженных частиц в авроральных областях по результатам эксперимента ДЭПРОН

Семинар НИИЯФ 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 Pl, 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.

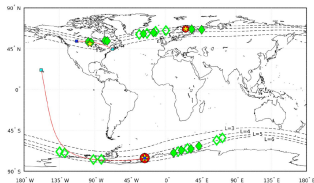


Figure 2. Map of the geographic locations of each detection of the 13 August 2013 EMIC-induced precipitation region.

- 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<sup>-2</sup>, Foton M2
- 2314 мкГр/ч за защитой 0,71 г см<sup>2</sup>, экранируя в Foton M3
- 19 195 мкГр/ч за защитой менее 0,4 г / см<sup>2</sup> на МКС (поток составляет 8363 см<sup>-2</sup>\*с<sup>-1</sup>) .

# 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

# ДЭПРОН

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
- M1 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

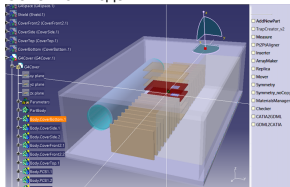
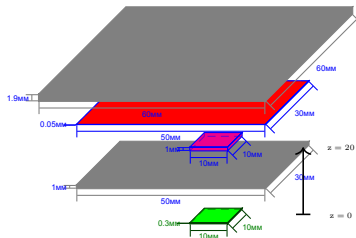


Схема расположения детекторов и защиты

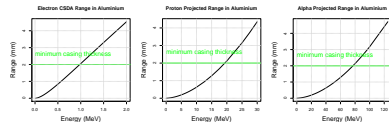


# ДЭПРОН

## 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.



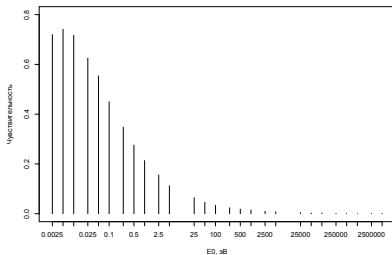
Графики средних пробегов заряженных частиц для алюминия. Представлены величины:  
 “CSDA range” — глубина в приближении непрерывного замедления  
 “Projected range” — среднее значение глубины, на которую заряженная частица проникает в процессе замедления до остановки



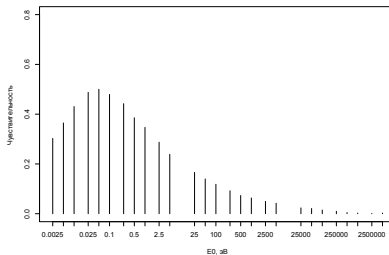
# ДЭПРОН

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

# Доступность данных

Доступность данных и порядок наземной обработки

# Результаты без всплесков

Особенности алгоритма обработки данных для поиска всплесков

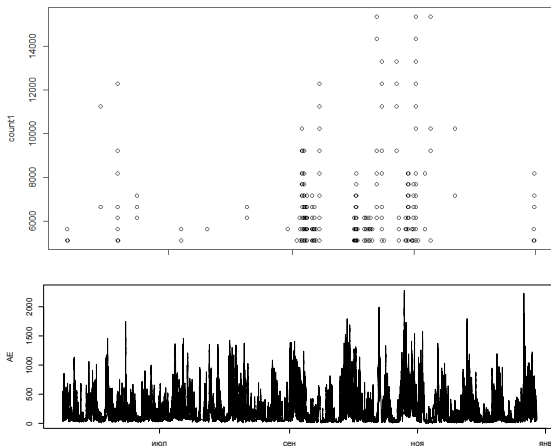
Результаты без всплесков, здесь график рассеяния для аномалии и полярной области. Скаттерплот: счёт нижнего детектора от счета верхнего детектора. Ещё по дозе?

# 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

