

АНИЗОТРОПИИ СОЛНЕЧНЫХ КОСМИЧЕСКИХ ЛУЧЕЙ
ВО ВСПЫШКЕ 29 АПРЕЛЯ 1973 Г.
ПО НАБЛЮДЕНИЯМ НА СПУТНИКЕ "КОСМОС-555"

Г. А. Базилевская, Л. В. Курносова, В. И. Логачев,
Л. А. Разоренов, Ю. И. Стожков, М. И. Фрадкин

УДК 537.591

Описана вспышка солнечных космических лучей по наблюдениям на спутнике "Космос-555" и на шарах-зондах в стратосфере. Зарегистрировано угловое распределение частиц, существенно отличающееся от изотропного. Во время вспышки зарегистрирован большой поток частиц от Земли.

Во время солнечной вспышки 29 апреля 1973 г. проводились наблюдения потока заряженных частиц при помощи приборов, размещенных на борту спутника "Космос-555" и посредством подъема регистрирующей аппаратуры на шарах-зондах в стратосферу. На спутнике "Космос-555" экспонировались приборы с различной светосилой и ориентацией в пространстве. Узкоугольный, вертикально направленный телескоп из двух спинтилляционных счетчиков со светосилой $\Gamma \approx 4,1 \text{ см}^2$ стер и полууглом раскрытия около 10° мог регистрировать протоны с энергией $E_p > 175 \text{ Мэв}$ и электроны с $E_e > 50 \text{ Мэв}$. Энергетические пороги определялись количеством вещества в телескопе. Телескоп с той же светосилой, образованный теми же спинтилляторами, но включавший черенковский счетчик, обращенный вверх, регистрировал протоны с $E_p > 400 \text{ Мэв}$ и электроны с $E_e > 50 \text{ Мэв}$. Один из образующих телескоп спинтилляторов (геометрический фактор $\Gamma \approx 450 \text{ см}^2$ стер) был использован в качестве самостоятельного прибора для регистрации полного потока однозарядных частиц (пороговая энергия регистрации протонов 60–80 Мэв, электронов – 15–20 Мэв). Кроме того, на спутнике "Космос-555" были размещены два широкоугольных телескопа со светосилой $\Gamma \approx 32,2 \text{ см}^2$ стер и полууглом раскрытия около 45° , состоящие из спинтиллятора и черенковского счетчика. Оси обоих телескопов были направле-

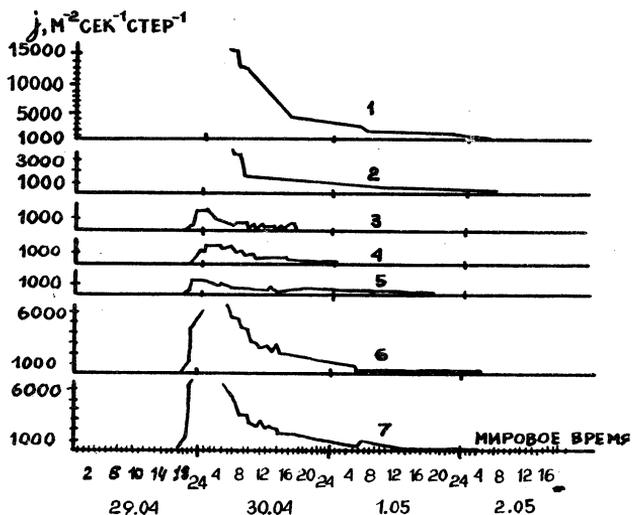
ны по вертикали, но один из них был обращен вверх, а другой вниз к Земле. В обоих широкоугольных телескопах имелось по два канала регистрации, различавшихся значением энергетического порога для протонов: $E_p > 400$ Мэв и $E_p > 1,7$ Гэв (пороги регистрации электронов для всех каналов составляли $E_e > 20$ Мэв).

На шарах-зондах, поднимавшихся в Мурманске и Мирном (Антарктида), устанавливались одиночный газоразрядный счетчик ($E_p > 5$ Мэв, $E_e > 200$ кэв) и телескопическое устройство из газоразрядных счетчиков ($E_p > 30$ Мэв, $E_e > 5$ Мэв).

Солнечная вспышка 29 апреля 1973 г. (мощность 2В) произошла в 20 час 56 мин (мировое время) и длилась до 22 час 38 мин (с максимумом около 21 час). Координаты вспышки на диске Солнца были 14°N , 73°W . Вспышка сопровождалась сильными радиовсплесками в широком диапазоне частот (от 2,8 до 19 ГГц). Наблюдалась повышенная интенсивность рентгеновского излучения Солнца в диапазонах $1-8 \text{ \AA}$ и $8-20 \text{ \AA}$ по измерениям на спутниках ("Солард 10", "Эксплорер 44"). Наконец, можно отметить ионосферное возмущение класса 3+ (от 20 час 59 мин до 22 час 50 мин) /1/. Некоторые нейтронные мониторы, расположенные на высоких широтах, показали в период вспышки увеличение скорости счета, что свидетельствует о заметном потоке солнечных космических лучей сравнительно высоких энергий. По данным спутника "Эксплорер 43", возросли потоки протонов с энергией ≥ 10 Мэв, ≥ 30 Мэв и ≥ 60 Мэв. Возрастание началось с 21 часа, и интенсивность достигла максимума через 5 часов, после чего начался спад, длившийся около суток /1/. Приборы, размещенные на спутнике "Космос-555" (средняя высота полета около 250 км), зарегистрировали увеличение потоков заряженных частиц только при прохождении спутником полярных зон. Широтная зависимость скорости счета показывает, что во вспышке присутствовали только частицы с жесткостью < 2 Гв, что соответствует для протонов энергии около 1,3 Гэв (для ядер это соответствует энергии менее 0,43 Гэв/нуклон, что близко к порогу черенковского счетчика). Потоки солнечных космических лучей, измеренные в различных энергетических диапазонах, показаны на рис.1 (значения потоков в спокойное время вычтены).

Надо указать на следующие особенности полученных результатов:

1) Потоки, зарегистрированные широкоугольным и узкоугольным телескопами в одном и том же диапазоне энергий, различаются на порядок.



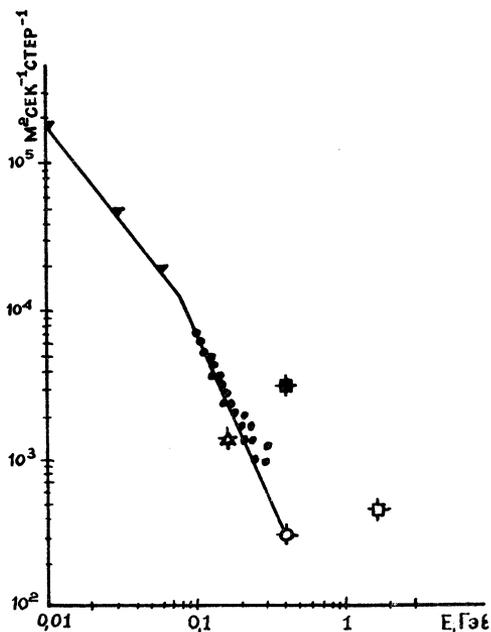
Р и с.1. Потоки, измеренные различными приборами на спутнике "Космос-555" во время вспышки 29 апреля 1973 г. 1 - сцинтиллятор; 2 - сцинтилляционный узкоугольный телескоп ($E_p > 175$ Мэв, $E_e > 50$ Мэв); 3 - черенковско-сцинтилляционный телескоп, направленный вверх ($E_p > 400$ Мэв, $E_e > 50$ Мэв); 4 и 5 - широкоугольные телескопы, направленные вниз и вверх, соответственно ($E_p > 1,7$ Гэв, $E_e > 50$ Мэв); 6 и 7 - широкоугольные телескопы, направленные вниз и вверх, соответственно ($E_p > 400$ Мэв, $E_e > 50$ Мэв)

2) Величина потока, измеренного узкоугольным телескопом, хорошо согласуется с результатами измерений в стратосфере (рис.2).

3) Потоки, измеренные широкоугольными телескопами, направленными от Земли и к Земле, имеют примерно одни и те же значения.

Различие в потоках, измеренных широкоугольным и узкоугольным телескопами, указывает на угловую зависимость потока солнечных космических лучей во вспышке. В то же время измерения в стра-

тосфере не обнаруживают заметной анизотропии, так как энергетические спектры, полученные по данным одиночного счетчика и телескопа, совпадают. Отличие показаний прямоугольного и узкоуголь-



Р и с.2. Энергетический спектр солнечных космических лучей во вспышке 29 апреля 1973 г. ∇ - данные спутника "Эксплорер-43"; \bullet - данные стратосферных измерений; Δ - узкоугольный телескоп, $E_p > 175$ Мэв; \circ - узкоугольный телескоп $E_p > 100$ Мэв; \blacksquare - широкоугольный телескоп $E_p > 400$ Мэв; \square - широкоугольный телескоп $E_p > 1,7$ Мэв

ного телескопов свидетельствует о сложном характере движения частиц солнечного происхождения в магнитном поле Земли. Более того, примерное равенство потоков, регистрируемых приборами, ориентированными в направлении от Земли и к Земле, указывает на присутствие обратного тока частиц во время вспышки.

То обстоятельство, что каналы, регистрирующие протоны только с $E > 1,7$ Гэв, показали увеличение скорости счета в полярных областях, при нормальном уровне счета на других участках траектории, могло бы указывать на присутствие во вспышке электронов с энергией $E_e > 20$ Мэв. Однако, этот вывод требует более тщательного анализа временной зависимости скоростей счета.

Общий характер временной зависимости интенсивности во вспышке близок к $t^{-1,5}$ для высоких порогов и несколько круче для низких порогов (показатель $\approx 1,9$).

Поступила в редакцию
13 мая 1975 г.

Л и т е р а т у р а

1. Solar Geoph. Data, N 345, p. I; N 350, p. II; N 346, p.I; N 353, p. II.