

## ОБНАРУЖЕНИЕ АНОМАЛЬНО ВЫСОКИХ ПОТОКОВ ТЯЖЕЛЫХ ЯДЕР МАЛЫХ ЭНЕРГИЙ НА ОРБИТАЛЬНЫХ СТАНЦИЯХ "САЛЮТ-6", "САЛЮТ-7", "МИР"

*Ю.Ф.Гагарин, Я.В.Дворянчиков, В.А.Дергачев, А.П.Лобаков,  
В.И.Лягушин, А.Ю.Овчинникова, А.В.Соловьев, И.Г.Хилито,  
Е.А.Якубовский*

*Физико-технический институт им.А.Ф.Иоффе РАН,  
194021, Санкт-Петербург*

Поступила в редакцию 30 октября 1991 г.

В трековом детекторе на высоте  $\sim 300 - 350$  км зарегистрированы значительные потоки ядер Са-Fe с энергией ниже 50-100 МэВ/нуклон, увеличивающиеся с уменьшением энергии. Уникально высокие потоки ядер в диапазоне энергий 140-5 МэВ/нуклон в 1988-1990 гг., превышающие потоки в предыдущих экспозициях на 1-4 порядка, скоррелированы с мощными протонными вспышками на Солнце в августе-октябре 1989 г.

С целью систематического изучения наименее исследованных тяжелых ядер космических лучей с зарядом  $z \geq 20$  и энергией  $< 200$  МэВ/нуклон осуществлены три длительные экспозиции трекового детектора (лавсан-полиэтилентерефталата) на орбитальных станциях с наклоном орбиты к плоскости экватора  $\sim 51,6^\circ$  на высоте  $\sim 300 - 350$  км: 1 - с 29.07.1978 г. по 15.08.1979 г., 2 - с 8.08.1984 г. по 4.08.1985 г., 3 - с 26.02.1988 г. по 11.01.1990 г. Камеры с набором слоев лавсана толщиной от 20 до 180 мкм, с общей толщиной 7-9 мм и площадью  $\sim 300$  см<sup>2</sup> в 1 и 2 экспозициях и  $\sim 600$  см<sup>2</sup> в 3 экспозиции устанавливались на наружной поверхности станции и снимались при выходе экипажей в открытое пространство и затем доставлялись на Землю. Толщина термозащитных покрытий камер, обеспечивших в детекторах температуры  $\leq 40 - 50^\circ\text{C}$ , составляла  $\sim 27$ ,  $\sim 6$ , и  $\sim 8,5$  мг·см<sup>-2</sup> соответственно в 1, 2 и 3 экспозициях. Технология обработки детекторов и методика идентификации заряда ядер изложены ранее <sup>1</sup>.

На рис.1 представлены предварительные оценки интегральных потоков ядер с  $z \geq 20$  в трех экспозициях. На рис.2 приведены подробные данные о потоках ядер группы Sc-Cr и Fe в диапазоне энергии  $\sim 70 - 200$  МэВ/нуклон в 1 экспозиции. Пересчитанные в межпланетное пространство значения потоков ядер на рис.2а получены при использовании функции геомагнитного пропускания при условии, что отношение заряда к массовому числу ядра  $z/A \cong 0,5$ , и в предположении, что детектор в течение 50% времени экранируется Землей и величина потока постоянна во времени. Полученные спектры в 1 и 2 экспозициях можно сравнить с галактическими космическими лучами: а) поток ядер железа, пересчитанный в межпланетное пространство, при энергии  $\sim 200$  МэВ/нуклон совпадает с потоком этих лучей в 1978-1979 гг. (кривая на рис.2а); б) наблюдаемый относительный состав ядер с  $z$  от 16 до 28 при энергии  $\sim 100 - 200$  МэВ/нуклон в экспозиции 1 идентичен составу галактических космических лучей; в) поток ядер в экспозиции 2 (рис.1) при максимальной энергии  $\sim 100 - 140$  МэВ/нуклон уменьшен относительно экспозиции 1 в  $\sim 1,7$  раза, что соответствует модуляции галактических космических лучей малых энергий в зависимости от солнечной активности в этот период.

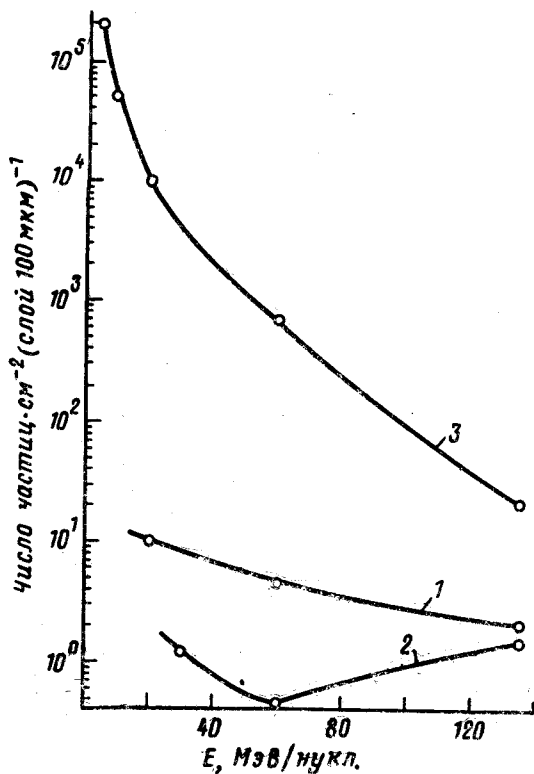


Рис.1

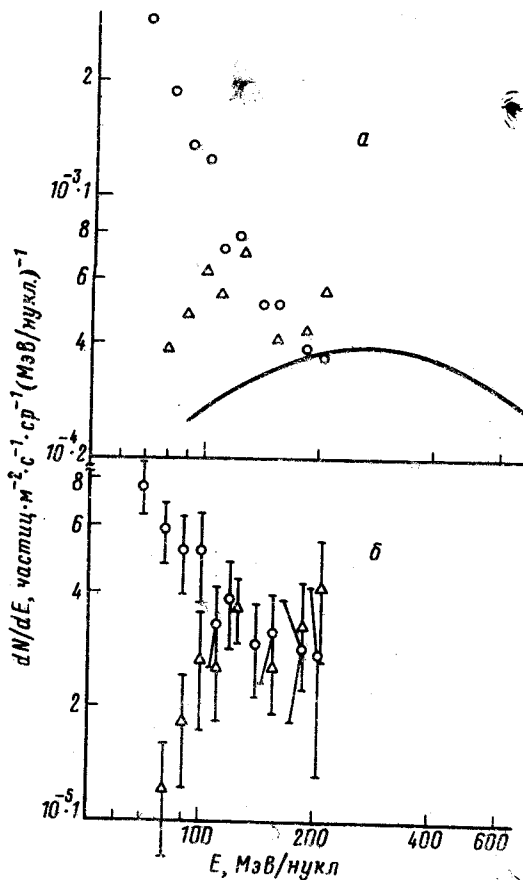


Рис.2

Рис. 1. Энергетическая зависимость интегральных потоков ядер с  $z \geq 20$  в различных экспозициях: 1 - станция "Салют-6", 29.07.1978 - 15.08.1979 г., 23.09.78 г.; 2 - станция "Салют-7", 8.08.1984 - 4.08.1985 г., 24.04.85 г.; 3 - станция "Мир", 26.02.1988 - 11.01.1990 г., 19 - 26.10.89 г.; (подчеркнуты даты солнечных протонных вспышек, которые дают определяющий вклад - до 80 - 95% в интегральные потоки протонов с энергией  $> 25 - 30$  МэВ за все время соответствующей экспозиции)  
Рис.2. Энергетические спектры ядер в экспозиции 1:  $\Delta$  - группы Sc-Cr,  $\circ$  - Fe; а - пересчитанные в межпланетное пространство при условии:  $z/A = 0,5$ ; б - на орбите станции "Салют-6"; кривая - спектр ядер железа галактических космических лучей в 1978 - 1979 г.

Попытаемся выделить дополнительный компонент или сумму компонентов тяжелых ядер в трех экспозициях над фоном галактических космических лучей. Отметим, что при энергии ниже  $\sim 50$  МэВ/нуклон, соответствующей геомагнитному порогу обрезания при наклоне орбиты к плоскости экватора  $\sim 52^\circ$ , внутри магнитосферы ядра галактических космических лучей не должны регистрироваться. В эксперименте же частицы с энергией ниже пороговой обнаружены во всех экспозициях. Более того, с уменьшением энергии имеет место не уменьшение, как в случае галактических космических лучей, а увеличение потоков (рис.1): в экспозиции 2 - вдвое в интервале от  $\sim 60$  до  $\sim 30$  МэВ/нуклон (увеличение статистически значимо -  $\sim 7\sigma$ ); в экспозиции 1 - в 5 раз от  $\sim 140$  до  $\sim 20$  МэВ/нуклон и в экспозиции 3 - в  $2 \cdot 10^3$  раз от  $\sim 140$  до  $\sim 10$  МэВ/нуклон. Как следует из рис.2, в экспозиции 1 это увеличение обусловлено, в основном, ростом потока ядер железа в диапазоне 120-70 МэВ/нуклон. Вследствие этого происходит и резкое (в  $\sim 5$  раз) уменьшение от  $\sim 1$  до  $\sim 0,2$  отношения (Sc-Cr)/Fe в интервале энергий 120-80

1. Ю.Ф.Гагарин и др., Препринт ФТИ-1430. Л.: 1990, 21 ICRC, 1990. Conf Papers. 3, 11.
2. S.Biswas et al. *Astrophys. J.* 359, 15 (1990).
3. Н.Л.Григоров и др. ЯФ 53, 1340 (1991).
4. P.Fernando et al., 21 ICRC. 1990. Conf. Papers. 3, 40.
5. Солнечные протонные события. Каталог 1980-1986 гг., под ред. Логачева Ю.И., М.: МГК АН СССР. 1990.
6. Каталог солнечных протонных событий 1970-1979 гг., под ред. Логачева Ю.И., М.: ИЗМИРАН. 1983.
7. Авдошин С.И. и др., Изв. АН СССР. Сер. физ., 55, 1885 (1991).