

Угол с зенитом	t, мин	$N(Z \geq 2)$	$N(Z \geq 4)$	$N(Z \geq 6)$	$N(Z \geq 21)$	$\frac{N(4 \leq Z \leq 6)}{N(Z \approx 2)}$	$\frac{N(6 \leq Z \leq 21)}{N(Z \approx 2)}$	$\frac{N(Z \geq 21)}{N(Z \approx 2)}$
$\alpha < 60^\circ$	194	30224	4544	3205	206	$0,052 \pm 0,003$	$0,117 \pm 0,002$	$0,008 \pm 0,001$
$60 < \alpha < 90^\circ$	97	6352	1004	650	49	$0,066 \pm 0,008$	$0,112 \pm 0,005$	$0,009 \pm 0,001$
$90 < \alpha < 120^\circ$	103	4312	656	370	37	$0,078 \pm 0,009$	$0,091 \pm 0,006$	$0,010 \pm 0,002$
$\alpha > 120^\circ$	168	6248	1028	646	51	$0,073 \pm 0,008$	$0,114 \pm 0,008$	$0,010 \pm 0,001$

Учитывая истинные значения электрических порогов интегральных дискриминаторов и распределение по зарядам первичных космических лучей [3], а также вводя поправку на статистические просчеты для ядер

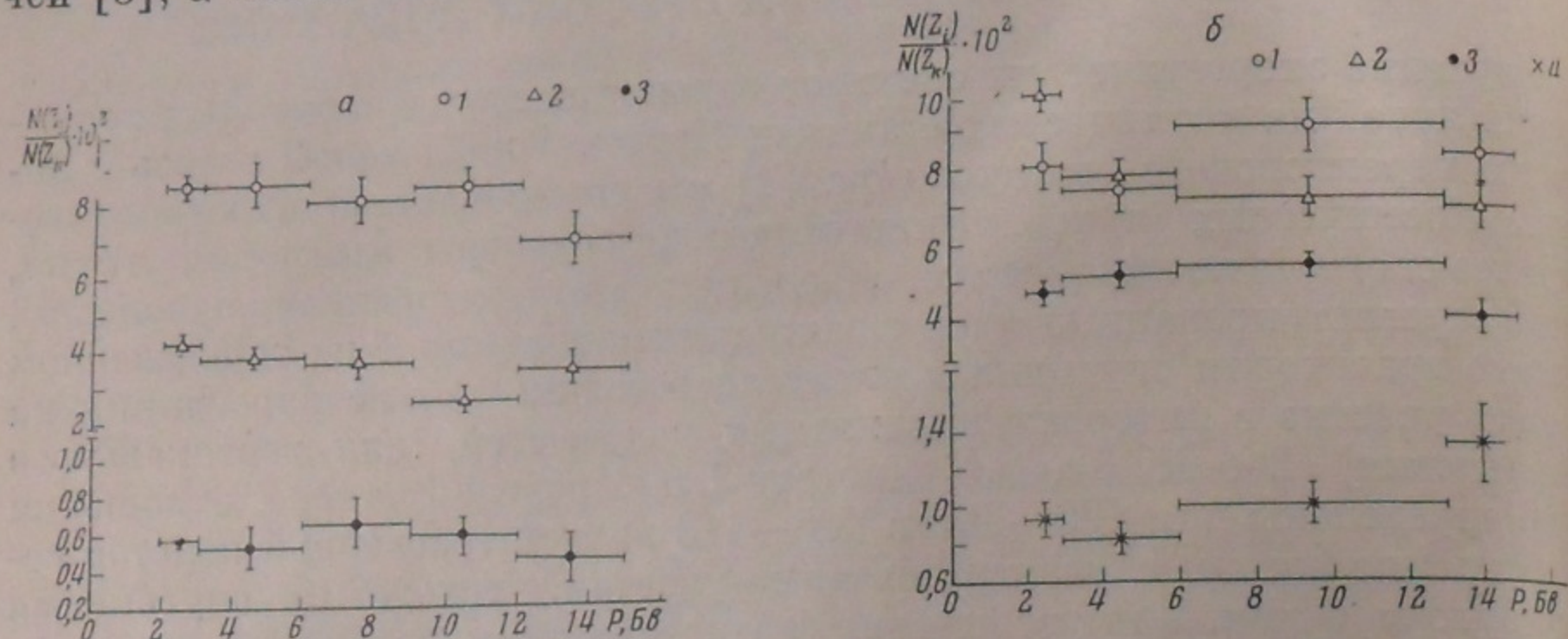


Рис. 1. Зависимость отношений зарядовых групп от жесткости: а — для 199—207 витков траектории полета ИСЗ Протон-1;

$$1 - \frac{N(6 \leq Z \leq 9)}{N(Z \approx 2)}; 2 - \frac{N(9 \leq Z \leq 21)}{N(Z \approx 2)}; 3 - \frac{N(Z \geq 21)}{N(Z \approx 2)}$$

$$б - \text{для } 105-113 \text{ витков траектории полета ИСЗ Протон-2:}$$

$$1 - \frac{N(4 \leq Z \leq 6)}{N(Z \approx 2)}; 2 - \frac{N(6 \leq Z \leq 10)}{N(Z \approx 2)}; 3 - \frac{N(10 \leq Z \leq 21)}{N(Z \approx 2)}$$

По оси ординат отложены отношения групп ядер

с $Z \geq 10$, связанную со специфической системой выведения информации на телеметрию, получим, что за время измерений ~ 775 мин было зарегистрировано 74 200 ядер He, 2790 ядер с $3 \leq Z \leq 5$ (L-группа), 5800 ядер с $6 \leq Z \leq 9$ (M-группа), 2400 ядер с $Z \geq 10$ (H-группа) и 474 ядра с $Z \geq 20$ (VH-группа). Отсюда отношение ядер He к S-группе ($Z \geq 6$) $He/S = 9,4 \pm 2,0$; групп $L/S = 0,35 \pm 0,04$; $H/M = 0,36 \pm 0,08$; $VH/H = 0,23 \pm 0,04$. Ошибки в отношениях обусловлены учетом возможного изменения порогов дискриминаторов, которое не превышает 10%, шириной амплитудных распределений.

Авторы выражают благодарность Ю. Ф. Галактионовой и А. Н. Подольскому за помощь при обработке результатов измерений.

Научно-исследовательский институт ядерной физики
Московского государственного университета
им. М. В. Ломоносова

Литература

- Володичев Н. Н., Григоров Н. Л., Кисляков О. В. и др., Космические исследования, 5, вып. 1, 119 (1967).
- Володичев Н. Н., Григоров Н. Л., Савенко И. А., см. настоящий номер журнала, стр. 1231.
- Webber W. R., Handbuch der Phys., Preprint, 46/2, 1965.

Н. Н. ВОЛОДИЧЕВ, Н. Л. ГРИГОРОВ и И. А. САВЕНКО

ИЗУЧЕНИЕ ВИДА ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СПЕКТРОВ ЯДЕР
РАЗЛИЧНЫХ Z ПО ИЗМЕРЕНИЯМ НА КОСМИЧЕСКИХ
СТАНЦИЯХ ПРОТОН-1 И ПРОТОН-2

При планировании экспериментов на космических станциях «Протон» вопросу изучения химического состава космических лучей в области сверхтяжелых ядер было уделено большое внимание. Для этих целей был сконструирован черенковский спектрометр СЭЗ-1, обладавший большой светосилой и широким динамическим диапазоном, позволявшим измерять заряды ядер Z от 1 до ≥ 50 [1].

В табл. 1 приведены результаты измерения очень тяжелых и сверхтяжелых ядер, выполненные на ИСЗ Протон-1 и Протон-2 по 20 сеансам измерений. Неопределенность в значении заряда ядер обусловлена возможным изменением электрических порогов интегральных дискриминаторов на $\pm 10\%$ и степенью разрешающей способности прибора.

Таблица 1

t, мин	$N(Z \geq 21 \pm 2)$	$N(Z \geq 30 \pm 3)$	$N(Z \geq 42 \pm 4)$	$N(Z \geq 48 \pm 5)$	$\frac{N(Z \geq 30 \pm 3)}{N(Z \geq 21 \pm 2)}$	$\frac{N(Z \geq 42 \pm 4)}{N(Z \geq 21 \pm 2)}$	$\frac{N(Z \geq 48 \pm 5)}{N(Z \geq 21 \pm 2)}$
Протон-1	9897	3113	118	39	$0,038 \pm 0,004$	$0,013 \pm 0,002$	$0,004 \pm 0,001$
Протон-2	14630	7596	—	127	—	$0,017 \pm 0,002$	$0,004 \pm 0,001$
Сумма	—	10709	—	166	—	—	—
Среднее	—	—	—	—	—	$0,015 \pm 0,001$	$0,004 \pm 0,001$

Примечание. t — время измерения, N — число зарегистрированных ядер.

Различная средняя интенсивность ядер на Протоне-1 и Протоне-2 обусловлена разными характерами вращения спутников. Отношение же интенсивностей различных групп ядер не должно зависеть от характера вращения спутников. Чтобы в этом убедиться, мы провели сравнение отношений различных групп более легких ядер на участке траектории с известной ориентацией прибора СЭЗ-1 относительно вертикали в различные моменты времени [2]. Из этой работы следует, что хотя от ориентации сильно зависит абсолютная интенсивность каждой группы ядер, отношение же интенсивностей остается постоянным для любых ориентаций прибора. Поэтому естественным является и совпадение результатов, полученных на Протоне-1 и Протоне-2 для отношения групп сверхтяжелых ядер к очень тяжелым ядрам с $Z \geq 21$. Усредненная по измерениям на двух спутниках относительная распространенность сверхтяжелых ядер по отношению к очень тяжелым равна $0,038 \pm 0,004$ для $Z \geq 30 \pm 3$; $0,015 \pm 0,001$ для $Z \geq 42 \pm 2$ и $0,004 \pm 0,001$ для $Z \geq 48 \pm 5$.

Из результатов наших измерений отношения $N(Z \geq 21) / N(Z \geq 2)$ и литературных данных для отношения интенсивностей $I(Z \geq 2)$ ядер с $Z \geq 2$ к интенсивности всех космических лучей $I_{\text{вс}}$ можно получить отно-

сительное содержание в космических лучах сверхтяжелых ядер с Z_j :

$$\frac{I(Z \geq Z_j)}{I_{к.л}} \equiv \frac{N(Z \geq Z_j)}{N(Z \geq 21)} \frac{N(Z \geq 21)}{N(Z \geq 2)} \frac{I(Z \geq 2)}{I_{к.л}}$$

По нашим измерениям

$$\frac{I(Z \geq 30)}{I_{к.л}} = (2,5 \pm 0,3) \cdot 10^{-5},$$

$$\frac{I(Z \geq 40)}{I_{к.л}} = (1,0 \pm 0,1) \cdot 10^{-5},$$

$$\frac{I(Z \geq 48)}{I_{к.л}} = (2,4 \pm 0,4) \cdot 10^{-6}.$$

Из работы [2] следует, что в первом приближении соотношение между различными группами ядер, измеренными за одно и то же время на любом участке траектории спутника, остается неизменным, что является следствием подобия их спектров. Поэтому, чтобы оценить энергетический спектр сверхтяжелых ядер, вся траектория спутника Протон-2 примерно за 25 суток полета была разбита на три географические зоны: высокоширотную, среднеширотную и экватор. Для каждой зоны подсчитано число зарегистрированных ядер с зарядом $Z \geq 2$ и сверхтяжелых ядер с $Z \geq 42 \pm 4$ и 48 ± 5 . Результаты представлены в табл. 2. Из таблицы видно, что отношения числа сверхтяжелых ядер к числу ядер с $Z \geq 2$, зарегистрированных за одно и то же время в тех же широтных зонах, в пределах статистических ошибок остаются неизменными. Это дает основание сделать вывод, что энергетические спектры сверхтяжелых ядер с зарядом $Z \geq 42 \pm 4$ и $\geq 48 \pm 5$ в пределах указанной точности подобны спектру ядер гелия в интервале умеренных энергий.

В заключение авторы выражают благодарность В. М. Гавриловой и Ю. Ф. Галактионовой за помощь при обработке результатов измерений.

Научно-исследовательский институт ядерной физики
Московского государственного университета

Литература

1. Володичев Н. Н., Григоров Н. Л., Кисляков О. В. и др., Космические исследования, 5, вып. 1, 119 (1967).
2. Володичев Н. Н., Григоров Н. Л., Нестеров В. Е., Рапопорт И. Д., Савенко И. А., см. наст. номер журнала, стр. 1229.

В. И. РУБЦОВ и В. И. ЗАЦЕПИН

ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ СПЕКТР ЭЛЕКТРОНОВ В ПОТОКЕ ГАЛАКТИЧЕСКИХ КОСМИЧЕСКИХ ЛУЧЕЙ

В августе 1966 г. в стратосферу на высоту 32 км (остаточное давление $8 \cdot 10^{-2}$ г.см⁻²) были подняты два идентичных прибора, предназначенных для измерения интенсивности электронов (рис. 1). Каждый прибор состоял из трех сцинтилляторов S_1 , S_2 и S_3 . Над сцинтилляторами S_2 и S_3 помещались свинцовые пластины P_2 и P_3 , толщина которых составляла $3t$ -единицы или 0,1 ядерного пробега протона. Свинцовый поглотитель P_1 с толщиной $3t$ -единицы представлял собой свинцовую дробь, которая сбрасывалась в середине полета. Отбор электронных событий осуществлялся следующим образом.

1. Требовалось взаимодействие в пластине P_2 при котором в S_2 и S_3 возникала ионизация, превышающая $10 I_\mu$ и $34 I_\mu$ соответственно, где I_μ — ионизация, производимая в сцинтилляторе релятивистским μ -мезоном.

2. Требовалось, чтобы ионизация в S_1 соответствовала прохождению через него однозарядной частицы. Взаимодействия, удовлетворяющие этим требованиям, вызываются смесью электронов с $E_e \geq 5,4$ Бэв и протонов с энергией, в несколько раз большей. Ниже показано, что число электронов и протонов в этой смеси примерно одинаково, в то время как в естественном потоке космических лучей протонов значительно больше.

3. Если над сцинтиллятором S_1 находится поглотитель P_1 , то при соблюдении условий 1) и 2) прибор регистрирует только протонные взаимодействия, так как электроны будут создавать в S_1 ионизацию, значительно превышающую ионизацию от однозарядной частицы. Введя в темп счета с поглотителем P_1 поправку на взаимодействия протонов в нем, найдем число протонов, присутствующих в смеси частиц. Разность между темпом счета смеси частиц и темпом счета протонов дает темп счета электронов.

На рис. 2 представлена гистограмма, показывающая частоту появления заданной ионизации в сцинтилляторе S_1 , когда ионизация в среднем и нижнем сцинтилляторах превышала $10 I_\mu$ и $34 I_\mu$ соответственно, а наверху имелся поглотитель P_1 . Величина выделенной ионизации в сцинтилляторе S_1 регистрировалась семиканальным амплитудным дискриминатором. Из рис. 2 видно, что в интервалах II — VI счет был обусловлен регистрацией однозарядных частиц (протонов). α -Частицы могли давать заметный вклад только в интервал VII. Это видно из анализа пунктирной гистограммы, полученной с помощью аналогичного прибора в том же полете. На рис. 2 изображен ожидаемый вклад от α -частиц (кривая 2) и вклад от однозаряд-

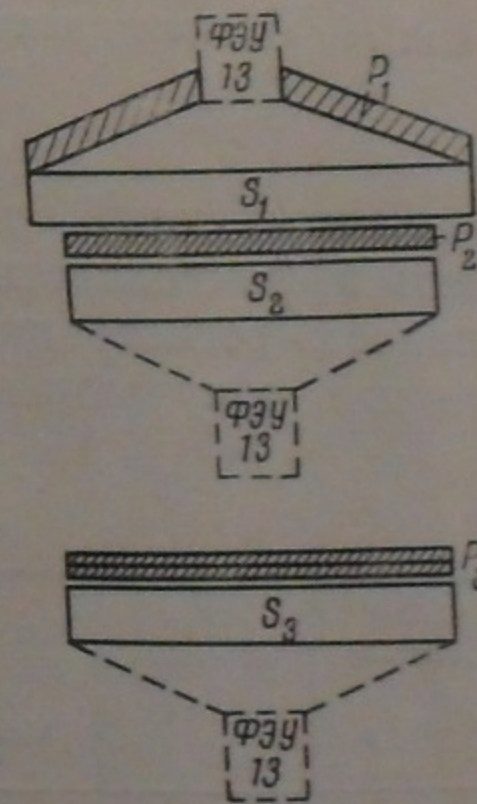


Рис. 1. Принципиальная схема прибора