

изменения ионизирующей способности частицы и амплитудную дискриминацию импульсов от счетчиков, допускают уменьшение эффективности регистрации при переходе от энергии 10^{11} эв к 10^{13} эв не более чем на 30%.

Другой паразитный эффект может заключаться в образовании обратного тока вторичных ливневых частиц в момент попадания первичной частицы в прибор. Проникая в пропорциональный или сцинтилляционный счетчик одновременно с первичной, эти частицы приводят к выключению события из регистрации. Проведенные расчеты показывают, что этим эффектом нельзя объяснить результаты измерений.

Авторы благодарят Р. Н. Басилову за помощь в определении магнитной жесткости и привязку к данным Протона-2, а также Л. П. Любимову, Л. Е. Куликову, В. Ф. Новикова за помощь в обработке материалов.

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

Литература

1. Duthie J. G., Fowler P. H., Kaddoura A., Perkins D. H., Pinkau K., Nuovo cimento, 24, 122 (1962).
2. Malhotra P. M., Shukla P. G., Stephens S. A. et al., Nature, 209, № 5023, 567 (1966).
3. Григоров Н. Л., Нестеров В. Е., Рапопорт И. Д., Савенко И. А., Скуридин Г. А., Доклад на Междунар. конф. по космическим лучам, Препринт, Лондон, 1965.
4. Григоров Н. Л., Рапопорт И. Д., Савенко И. А., Скуридин Г. А., Космические исследования, 2, в. 5, 724 (1964).
5. Григоров Н. Л., Кахидзе Г. П., Нестеров В. Е., Рапопорт И. Д., Савенко И. А., Титенков А. Ф., Смирнов А. В., Космические исследования (1967) (в печати).

Н. Н. ВОЛОДИЧЕВ, Н. Л. ГРИГОРОВ, В. Е. НЕСТЕРОВ,
И. Д. РАПОПОРТ и И. А. САВЕНКО

ИЗУЧЕНИЕ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ПЕРВИЧНЫХ КОСМИЧЕСКИХ ЛУЧЕЙ В ОБЛАСТИ УМЕРЕННЫХ ЭНЕРГИЙ НА КОСМИЧЕСКИХ СТАНЦИЯХ ПРОТОН-1 И ПРОТОН-2

Изучение энергетических спектров зарядовых групп первичных космических лучей на космических станциях Протон-1 и Протон-2 велось с помощью черенковского спектрометра [1] с использованием широтного эффекта космических лучей. Энергетические спектры зарядовых групп, а точнее спектры по жесткостям, определялись путем сравнения отношений числа зарегистрированных ядер с данными значениями Z на определенном участке траектории спутника к числу ядер гелия, зарегистрированных на том же участке в интервале магнитных жесткостей (для вертикального направления) $2 \div 15$ Бв. На Протоне-1 и Протоне-2 такие отношения были определены для 199—207 и 105—113 витков траекторий полетов соответственно, которые были разбиты на участки, проходимые спутниками примерно за 6 мин. Для увеличения статистики суммировались ядра с данными значениями Z на участках, относящихся к одинаковым интервалам жесткости.

На рисунке показана зависимость этих отношений групп ядер с $Z \approx 6 \div 9$, $9 \div 21$ и ≥ 21 для Протона-1 и $Z \approx 4 \div 6$, $6 \div 10$, $10 \div 21$ и ≥ 21 для Протона-2 к ядрам гелия от жесткости для вертикального направления. В пределах точности, указанной на рисунке, отношения групп ядер не зависят от жесткости.

Во время движения по орбите спутник вращается вокруг трех своих осей с периодами, являющимися сложными функциями времени. Вследствие этого часть времени прибор не затенен Землей, другую часть он затенен частично и третью — полностью. Интересен вопрос, как меняется спектр зарядовых групп первичного излучения в зависимости от зенитного угла. В таблице представлены эти данные для 45—52 витков траектории полета ИСЗ Протон-2. В первой колонке даны интервалы углов, образованных осью прибора с зенитом, в следующих колонках количество ядер в заданном диапазоне углов с данным Z и отношения зарядовых групп с $Z \approx 4 \div 6$, $6 \div 21$ и ≥ 21 к ядрам гелия. Можно считать, что эти отношения не меняются с изменением зенитного угла.

Таким образом, по результатам рисунка, где в данном интервале жесткостей прибор мог быть ориентирован как угодно, и таблицы, где в заданном диапазоне зенитных углов значения жесткостей также могли быть любыми, можно сделать вывод, что в первом приближении спектры расматриваемых зарядовых групп подобны спектру ядер гелия. Данные работы [2] позволяют распространить этот вывод и на ядра до $Z \geq 48 \pm 5$.

Для определения химического состава ядерной компоненты мы использовали все частицы с разными Z , зарегистрированные прибором за все время полета Протона-2 в интервале 105—113 витков, что справедливо, если учесть только что сделанный вывод. За это время было зарегистрировано 60 350 ядер с $Z \geq 2$, 9886 ядер с $Z \geq 4$, 6280 ядер с $Z \geq 6$, 1836 ядер с $Z \geq 10$ и 422 ядра с $Z \geq 21$.

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

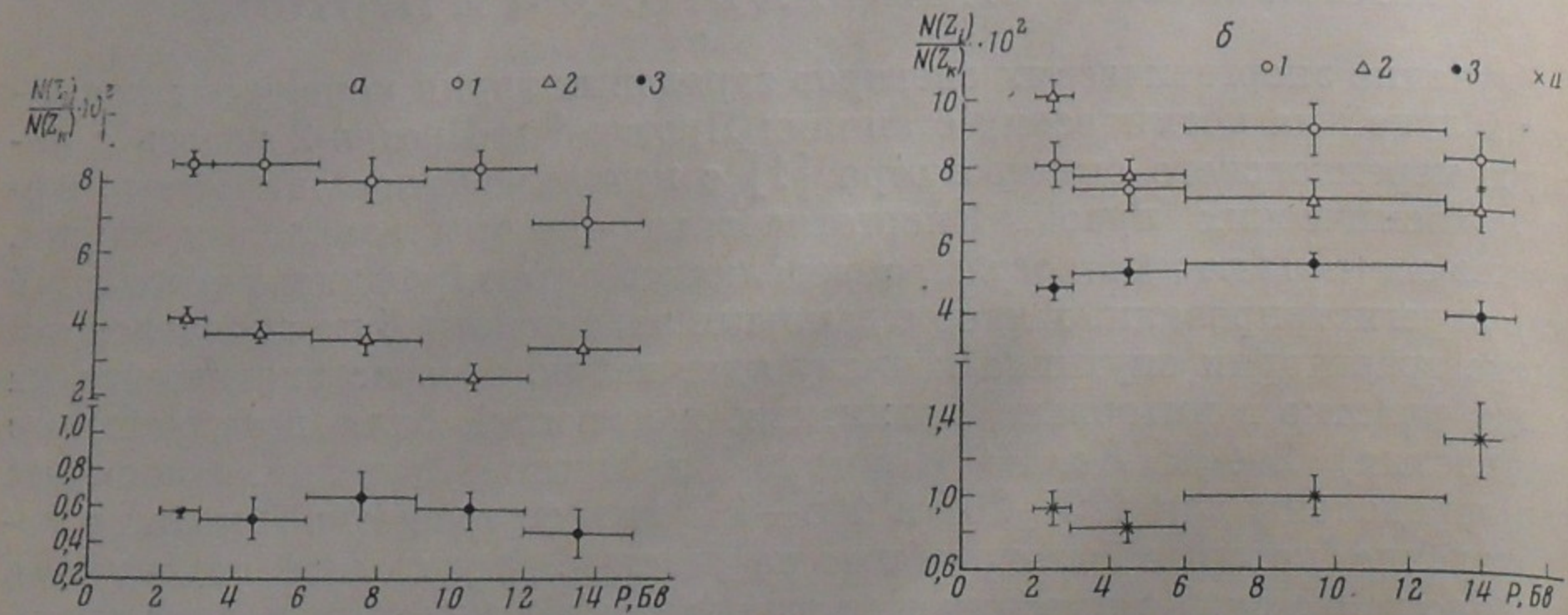


Рис. 1. Зависимость отношений зарядовых групп от жесткости: а — для 199—207 витков траектории полета ИСЗ Протон-1;

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

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

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

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), 2100 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 = $0,36 \pm 0,08$ и VH/H = $0,23 \pm 0,04$. Ошибки в отношениях обусловлены учетом возможного изменения порогов дискриминаторов, которое не превышает 10%, и 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

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., Савенко И. А., см. настоящий номер журнала, стр. 1231.
3. 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 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			
Сумма	—	10709	—	166			
Среднее	—	—	—	39	$0,015 \pm 0,001$	$0,004 \pm 0,001$	

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 $I_{\text{кл}}$ можно получить отно-