

и ин-
их лу-
обходи-
и всех
статье

Д. Са-
Косми-
Ску-

УДК 537.591.2

Н. Л. ГРИГОРОВ, В. Е. НЕСТЕРОВ, В. Л. ПРОХИН,
И. Д. РАНОПОРТ и И. А. САВЕНКО

ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ СПЕКТР α -ЧАСТИЦ ПЕРВИЧНЫХ КОСМИЧЕСКИХ ЛУЧЕЙ В ОБЛАСТИ ВЫСОКИХ ЭНЕРГИЙ ПО ДАННЫМ ИЗМЕРЕНИЯ НА ИСЗ «ПРОТОН»

На космических станциях «Протон-1,2,3» был установлен прибор СЭЗ-14 для изучения энергетического спектра первичных частиц космических лучей с различным зарядом. Схематическое изображение прибора приведено на рис. 1, а подробное описание различных элементов и систем регистрации дано в [1].

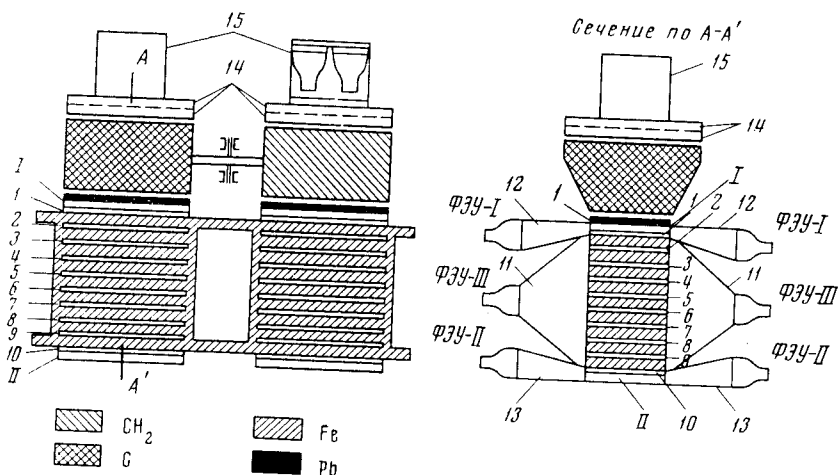


Рис. 1. Схема устройства прибора СЭЗ-14. 1 — детектор взаимодействия, 11 — нижний сцинтилляционный счетчик, 11-13 — диффузоры детектора энергии, 1-10 — сцинтилляторы детектора энергии и нижнего сцинтилляционного счетчика соответственно; 14 — детектор заряда (сдвоенный пропорциональный счетчик), 15 — детектор направления

Выделение α -частиц из потока всех частиц осуществлялось с помощью двух пропорциональных счетчиков, расположенных над каждой половиной прибора СЭЗ-14.

Для регистрации α -частицы с энерговывделением в низиональном калориметре E , требовалось, чтобы импульс в каждом пропорциональном счетчике лежал в пределах «окна», ограниченного величинами амплитуд от $2.7V_{вер}$ до $8.0V_{вер}$, где $V_{вер}$ — наименьшая амплитуда импульса, создаваемого в пропорциональном счетчике однозарядной релятивистской частицей.

Принимая во внимание ширину распределения импульсов в пропорциональных счетчиках, измеренную на Земле при регистрации мюонов, и считая, что для α -частиц ширина распределения должна уменьшаться в два

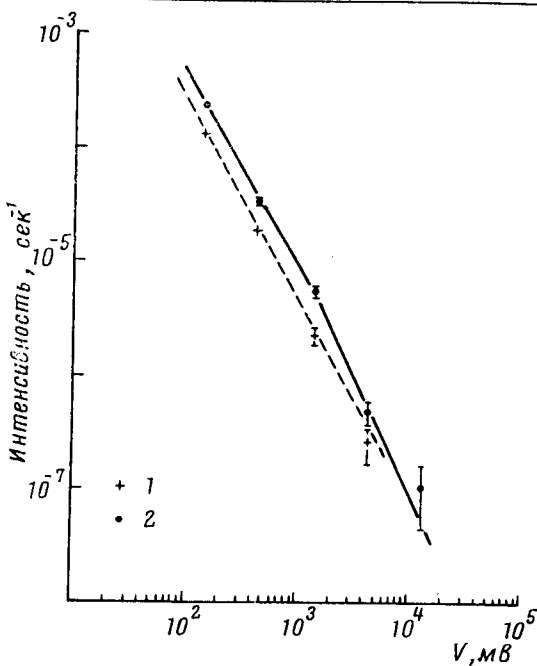


Рис. 2

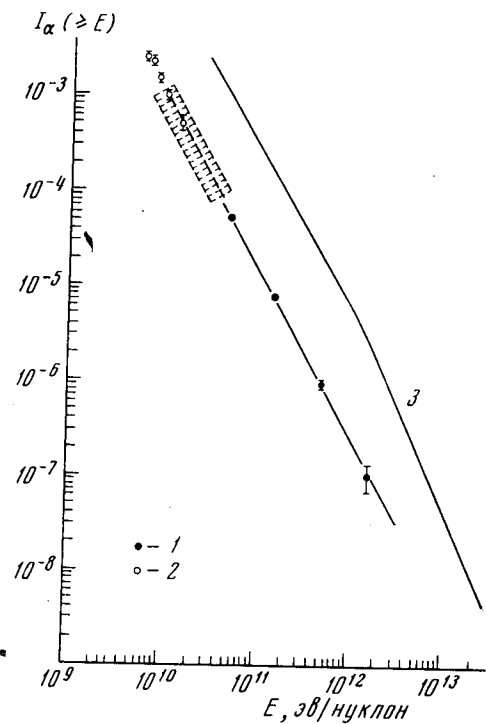


Рис. 3

$Z_2 \cdot ДНЕ_{ci}$ (результат шестикратных совпадений от указанных детекторов) поступали на пересчетные схемы, которые опрашивались один раз в 8,5 сек бортовой телеметрической системой «памяти» и передавались на Землю в сеансы радиосвязи.

Рис. 2. Зависимость темпа счета событий $Z_2 ДНЕ_{ci}$ (α -частицы), а также событий $Z_1 N_1 ДНЕ_{ci} + Z_1 N_2 ДНЕ_{ci}$ (протоны) от амплитуды сигнала, поступающего с ионизационного калориметра, по данным измерений на одной и той же половине прибора СЭЗ-14 на ИСЗ «Протон-3»: 1 — события $Z_2 ДНЕ_{ci}$, 2 — события $Z_1 N_1 ДНЕ_{ci} + Z_1 N_2 ДНЕ_{ci}$

Рис. 3. Энергетический спектр α -частиц первичных космических лучей: 1 — результаты измерения на ИСЗ «Протон-3», 2 — данные [2], штриховка — данные [3], 3 — спектр протонов по данным ИСЗ «Протон-1,2,3» [4]. Интенсивность (I_α) дана в $см^{-2} \cdot стер^{-1} \cdot сек^{-1}$

раза, мы оценили вероятность того, что импульсы, создаваемые α -частицей, будут лежать в «окне» в обоих счетчиках. Она оказалась равной $\sim 0,7$.

Основная информация о спектре α -частиц была получена нами по результатам измерений, выполненных на ИСЗ «Протон-3», на котором прибор СЭЗ-14 был дополнен тонкими черенковскими счетчиками направленного действия, служившими детектором направления движения первичной частицы (ДН). Электронные схемы отбирали импульсы от черенковского счетчика (ДН), от двух дифференциальных дискриминаторов, выбравших сигналы с пропорциональных счетчиков, попадавшие в «окно» для α -частиц (Z_2), от интегральных дискриминаторов энерговыделения в ионизационном калориметре (E_i) и обоих сцинтилляционных счетчиков. Сложные сигналы

Была обработана информация за ~ 850 час. Результаты обработки приведены на рис. 2, на котором по оси абсцисс отложена величина порога срабатывания соответствующего энергетического порога E_i , а по оси ординат — темп счета сигналов $Z_2 ДНЕ_{ci}$ (крестики). Точками на том же рисунке указан темп счета событий $I = Z_1 N_1 ДНЕ_{ci} + Z_1 N_2 ДНЕ_{ci}$, характеризующий интенсивность протонов с тем же энерговыделением в ионизационном калориметре. Интенсивность $Z_1 N_1 ДНЕ_{ci} + Z_1 N_2 ДНЕ_{ci}$ определялась за то же время, за которое определялась интенсивность $Z_2 ДНЕ_{ci}$ и на той же половине СЭЗ-14. Из рис. 2 видно, что спектры α -частиц и протонов в большей части интервала энергий имеют одинаковый показатель степени.

Для того чтобы получить отношение абсолютных интенсивностей α -частиц и протонов, нужно учесть эффективность регистрации пропорциональными счетчиками протонов (равную $\sim 0,8$) и α -частиц (равную $\sim 0,7$). Отношение темпов счета ($Z_1 N_1 ДНЕ_{ci} + Z_1 N_2 ДНЕ_{ci}$) и $Z_2 ДНЕ_{ci}$ (при равном энерговыделении в ионизационном калориметре) равно $0,57 \pm 0,01$, а с учетом указанных эффективностей отношение потоков α -частиц и протонов $\frac{I_\alpha(E)}{I_p(E)} = 0,65 \pm 0,01$.

На ИСЗ «Протон-2» для получения информации о спектре α -частиц использованы только те интервалы времени, в которые прибор СЭЗ-14 был ориентирован «вверх» — ось прибора отклонялась от вертикали не более 40° . За все время полета ИСЗ «Протон-2», для которого имелась информация об ориентации спутника, общее время, удовлетворяющее этому требованию, составило около 13 час.

Поток α -частиц определялся темпом счета сложных сигналов $Z_2 E_{ci}$, соответствующих пятикратным совпадениям: импульсов от двух дифференциальных дискриминаторов, выделяющих «окна», соответствующие α -частицам в спектре амплитуд от обоих пропорциональных счетчиков, импульса от интегрального дискриминатора энерговыделения в ионизационном калориметре и двух импульсов от сцинтилляционных счетчиков.

Результаты, полученные на ИСЗ «Протон-2», не противоречат данным, приведенным на рис. 2. На рис. 3 приведен энергетический спектр α -частиц по результатам измерений на ИСЗ «Протон-3». Там же приведены наши данные о спектре протонов по результатам измерения на ИСЗ «Протон-3» и данные других авторов. Как видно из результатов наших измерений, до энергий 10^{12} эв/нуклон (или жесткостей $R = 2 \cdot 10^3$ Гэ) спектры α -частиц и протонов подобны и различаются только по интенсивности. Что касается вида спектра α -частиц в области больших жесткостей, то имеющаяся статистическая точность не позволяет говорить о «загибе» спектра α -частиц в области $R > 2 \cdot 10^3$ Гэ. Выяснение этого вопроса требует проведения новых экспериментов, которые обеспечили бы большую статистику.

Авторы выражают благодарность за помощь в обработке информации Л. П. Масловой и Н. Е. Кравченко.

Литература

1. Григоров Н. Л., Кахидзе Г. П., Нестеров В. Е., Рапопорт И. Д., Савенко И. А., Смирнов А. В., Титенков А. Ф., Шижков П. П., Космические исследования, 5, 383 (1967).
2. Anand K. C., Daniel R. R., Stephens S. A., Howik B. B., Krishna C. S., Mathur P. C., Kditya P. K., Puri R. K., Proc. IXth Int. Conf. Cosmic Rays, v. 1, London, 1965, p. 362.
3. Pinkau K., Pollvogt U., Schmidt W. K. H., Huggett R. W., Proc. XIth Int. Conf. Cosmic Rays, Budapest, 1969, 1, 291.
4. Григоров Н. Л., Нестеров В. Е., Рапопорт И. Д., Савенко И. А., Скуридин Г. А., Ядерная физика, 11, 1058 (1970).