Протон

ИЗВЕСТИЯ АКАДЕМИИ НАУК СССР

Т. XXXV, № 12 СЕРИЯ ФИЗИЧЕСКАЯ 1971

УДК 537.591.2

Н. Л. ГРИГОРОВ, В. Е. НЕСТЕРОВ, В. Л. ПРОХИН,
И. Д. РАПОПОРТ 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].

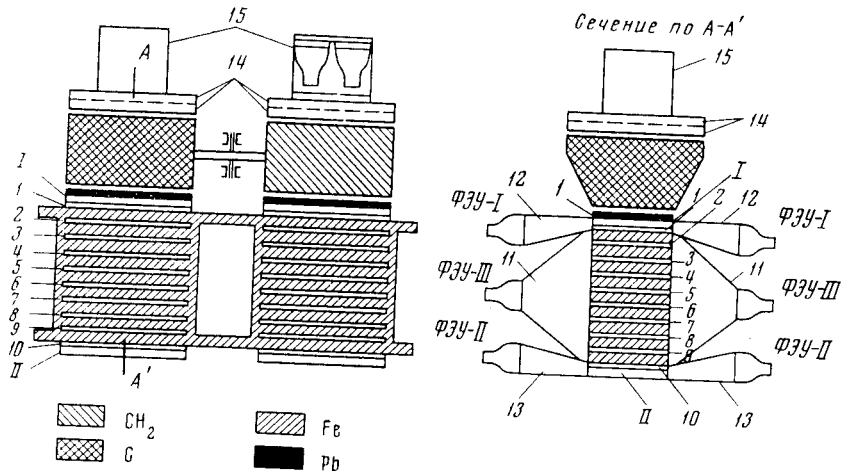

Рис. 1. Схема устройства прибора СЭЗ-14. *I* — детектор взаимодействия, *II* — нижний сцинтилляционный счетчик, *1—10* — сцинтилляторы детектора энергии, *11—13* — диффузоры детектора энергии, детектора взаимодействия и нижнего сцинтилляционного счетчика соответственно; *14* — детектор заряда (сдвоенный 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 энерговыделением в ионизационном калориметре E_i требовалось, чтобы импульс в каждом пропорциональном счетчике лежал в пределах «окна», ограниченного величинами амплитуд от $2{,}7V_{вер}$ до $8{,}0V_{вер}$, где $V_{вер}$ — наивероятная 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

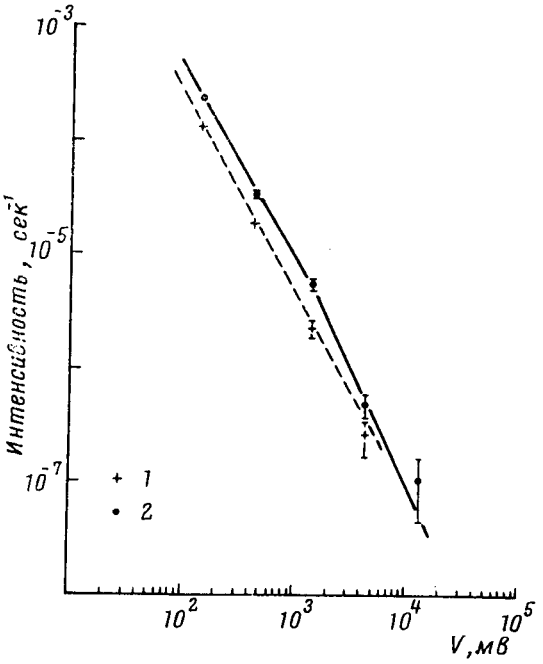

Рис. 2

Рис. 2. Зависимость темпа счета событий $Z_2ДНE_{ci}$ (α-частицы), а также событий $Z_1N_1ДНE_{ci} + Z_1N_2ДНE_{ci}$ (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 $Z_2ДНE_{ci}$, *2* — события $Z_1N_1ДНE_{ci} + Z_1N_2ДНE_{ci}$

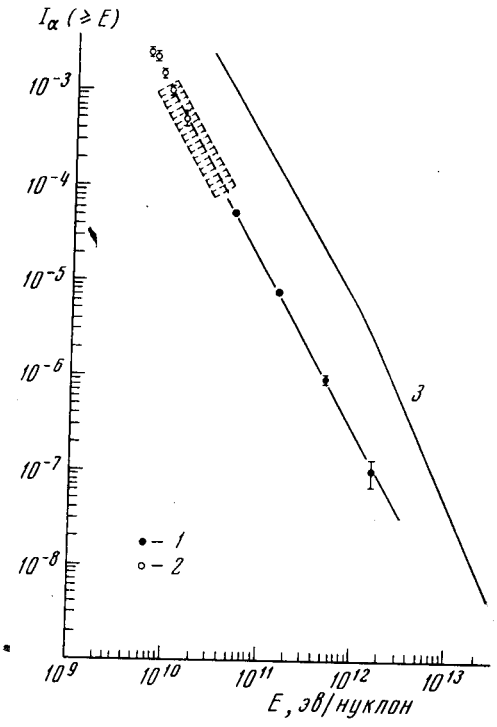

Рис. 3

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, выбиравших 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 $Z_2 \cdot ДНE_{ci}$ (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.

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_2ДНE_{ci} (крестики). Точками на том же рисунке указан темп счета событий $I = Z_1N_1$ДН$E_{ci} + Z_1N_2$ДНE_{ci}, характеризующий интенсивность протонов с тем же энерговыделением в ионизационном калориметре. Интенсивность Z_1N_1ДН$E_{ci} + Z_1N_2$ДНE_{ci} определялась за то же время, за которое определялась интенсивность Z_2ДНE_{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 ~0,8) и α-частиц (равную ~0,7). Отношение темпов счета (Z_1N_1ДН$E_{ci} + Z_1N_2$ДНE_{ci}) и Z_2ДНE_{ci} (при равном энерговыделении в ионизационном калориметре) равно $0{,}57 \pm 0{,}01$, а с учетом указанных эффективностей отношение потоков α-частиц и протонов $\dfrac{I_\alpha(E)}{I_p(E)} = 0{,}65 \pm 0{,}01$.

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_2E_{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 $R = 2 \cdot 10^3$ *Гв*) 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 $R > 2 \cdot 10^3$ *Гв*. 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., Шишков 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).