

К. И. АЛЕКСЕЕВА, С. Н. ВЕРНОВ и Р. М. ОСОКИНА

ИЗУЧЕНИЕ В СТРАТОСФЕРЕ СВОЙСТВ ПРОНИКАЮЩИХ ЧАСТИЦ КОСМИЧЕСКИХ ЛУЧЕЙ

(Представлено академиком Д. В. Скобелцыным 27 VII 1951)

В 1947—1948 г. нами было выполнено в стратосфере исследование образования ливней частицами космических лучей в фильтре из свинца толщиной 4 и 8 см (^{1,2}). Из сравнения вероятности образования ливней частицами с ливневым пробегом $R > 4$ см свинца и $R > 8$ см свинца мы пришли к заключению, что среди частиц космических лучей, обладающих пробегом $4 < R < 8$ см свинца, имеется значительное число электронов. Это заключение было сделано на основании результатов полетов, произведенных в разное время с приборами, обладавшими различной геометрией. Для более точного определения вероятности образования ливня этими частицами, а также и для изучения характера ливня был сконструирован прибор для одновременной регистрации частиц с пробегом $4 < R < 8$ см свинца и с пробегом $R > 8$ см свинца. Этот прибор позволял с помощью годоскопа изучать также число и характер ливней, образованных этими частицами в свинце.

Схема расположения счетчиков и свинцового фильтра в приборе приведена на рис. 1. Размеры счетчиков 1, 2, 3, входивших в телескоп, были: диаметр 3,1 см, длина цилиндра 12 см, расстояние между осями счетчиков 1 и 3 16,6 см. Диаметр и длина остальных счетчиков были 2,2 и 30 см, соответственно. Между телескопическими счетчиками 1, 2, 3 были помещены два блока свинца А и В толщиной по 2 см каждый. Под счетчиком 3 помещался дополнительный блок свинца С толщиной 4 см, перекрывающий полностью телесный угол телескопа 1, 2, 3. Под блоком свинца С были помещены пять запараллеленных между собой счетчиков 4. Их длина была достаточна для того, чтобы перекрыть телесный угол телескопа 1, 2, 3. По измерениям на земле эффективность регистрации группой счетчиков 4 потока частиц, выделяемого телескопом 1, 2, 3, равна 98,5%. Определение эффективности было произведено при наличии блоков свинца А и В без блока С. Группа счетчиков 4 была включена годоскопически. Годоскопически были включены также и все остальные объединенные по группам счетчики, окружавшие телескоп и свинец. Управляющим импульсом для годоскопа было тройное совпадение разрядов в телескопических счетчиках 1, 2, 3. В основном эти управляющие импульсы вызывались частицами космических лучей с пробегом $R > 4$ см свинца, проходившими через телескоп. Частицы с пробегом $4 < R < 8$ см свинца определялись путем регистрации случаев, когда счетчик 4 не срабатывал. Таким образом, частицы с пробегом $R > 8$ см свинца регистрировались с помощью четырехкратных совпадений разрядов в счетчиках

1, 2, 3, 4. О характере ливня, созданного в свинце данной частицей, можно было судить по числу и положению сработавших годоскопических счетчиков.

Годоскоп был собран по схеме, разработанной А. Н. Чарахчяном⁽³⁾. Разрешающая способность схемы на тройных совпадениях была равна $\tau = 3 \cdot 10^{-6}$ сек., на годоскопических каналах $\tau = 5 - 10 \cdot 10^{-6}$ сек. Прибор был поднят в стратосферу 4 VIII 1950 г. на высоту 24,8 км. Сигналы прибора передавались на землю с помощью передатчика и записывались фоторегистратором⁽¹⁾ путем фотографирования на движущейся киноленте электронного пучка осциллографа, включенного на выходе приемника.

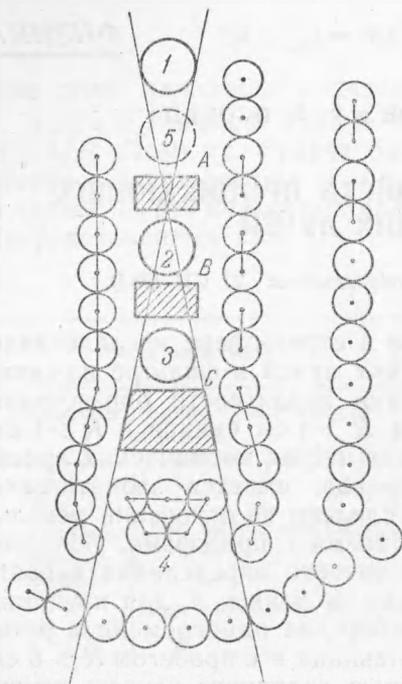


Рис. 1. Схема расположения счетчиков и фильтра (счетчик 5 был включен только во время контрольных измерений на земле, после полета)

Так как основной целью нашей работы являлось обнаружение электронов с пробегом $4 < R < 8$ см свинца по их ливнеобразованию, то при конструировании прибора были приняты меры для осуществления наилучших условий регистрации ливней от электронов: а) для уменьшения поглощения ливневых частиц в свинцовом фильтре и их наилучшего выхода свинцовый фильтр был составлен из блоков толщиной 2, 2 и 4 см; б) было осуществлено практически всестороннее окружение свинца длинными годоскопическими счетчиками.

В нашем приборе основная масса свинца была значительно удалена от верхнего телескопического счетчика 1. Вследствие этого вероятность регистрации телескопом частиц, идущих вне телесного угла телескопа и давших ливень в свинце (зарегистрированных телескопом из-за попадания ливневых частиц в нижние счетчики телескопа), была значительно меньше, чем при помещении свинца непосредственно под счетчиком 1.

На рис. 2 приведены: кривая 1 для числа частиц с пробегом $R > 4$ см свинца (в единице телесного угла в 1 мин. на 1 см^2); кривая 2 для числа частиц с пробегом $R > 8$ см свинца; кривая 3 для полного числа частиц с пробегом $4 < R < 8$ см свинца; кривая 4 для числа частиц с пробегом $4 < R < 8$ см свинца, не сопровождавшихся разрядом в годоскопических счетчиках (неливнеобразующая компонента с пробегом $4 < R < 8$ см свинца).

Пунктирная кривая 1 на рис. 3 дает полное число ливней от частиц с пробегом $R > 8$ см свинца (введена поправка только на случайные совпадения). Точки на кривой 2 рис. 3 дают число электронно-ядерных ливней от частиц с пробегом $R > 8$ см свинца (вычтены случайные совпадения и ливни от δ -электронов). Поправка на δ -ливни была введена на основании результатов измерений на земле, выполненных с данным прибором, результатов измерений с нашим прибором, а также результатов измерений на различных высотах, выполненных нами с приборами, которые давали возможность непосредственно изучать образование δ -электронов. Возможно, что быстрый рост числа электронно-ядерных ливней на высотах больше 20 км следует объяснить наличием α -частиц в составе первичного космического излучения.

726

Полученные экспериментальные данные полностью согласуются с результатами наших предыдущих полетов (1, 2).

Так как необходимые условия для наилучшего обнаружения каскадных электронов в нашем приборе были выполнены, то можно было предположить, что почти каждый электрон регистрировался нами как частица, образовавшая ливень.

С другой стороны, среди частиц, не давших ливень, мы вправе были ожидать наличия мезонов и большого числа протонов. Протоны с пробегом $4 < R < 8$ см свинца в основном попадали в число частиц, не давших ливень (вероятность образования ливня протоном в 4 см свинца невелика). Мы можем воспользоваться экспериментальными данными Поуэлла с сотрудниками (4) для спектра π -мезонов и протонов и на основании их оценить число мезонов и протонов на высоте 15—20 км. Оказывается, что полученное из этой оценки значение для суммарного числа протонов и мезонов не противоречит нашему предположению о том, что зарегистрированные нашим прибором неливнеобразующие частицы с пробегом $4 < R < 8$ см свинца в основном состоят из протонов и мезонов.

Тройные совпадения, не сопровождающиеся разрядом в счетчике 4 (рис. 1), но сопровождающиеся разрядом в годоскопических счетчиках (разность кривых 3 и 4 на рис. 2), повидимому, в основном вызываются электронами.

Однако, делая такой вывод, мы обязательно должны произвести оценку влияния на результаты измерений регистрируемых нашим прибором ливней частиц космических лучей, образующихся вне фильтра. Случай, когда такой ливень вызовет разряд в трех телескопических счетчиках 1, 2, 3, не вызвав одновременно разряда в счетчике 4, будет зарегистрирован нашим прибором как частица с пробегом $4 < R < 8$ см свинца, сопровождаемая ливнем (вследствие практически всестороннего окружения телескопа годоскопически-

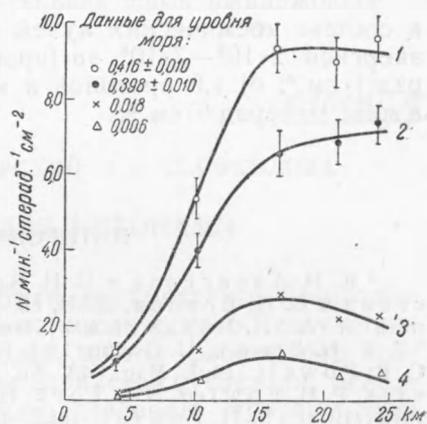


Рис. 2. Высотный ход частиц космических лучей с различным пробегом (для всех точек указана средняя квадратичная ошибка и введена поправка только на случайные совпадения). Пояснения к кривым 1—4 в тексте

ми счетчиками этот ливень обязательно вызовет срабатывание одного или нескольких годоскопических счетчиков). Оценку числа таких ливней мы произвели с помощью контрольных измерений на уровне моря с дополнительным годоскопическим счетчиком 5, а также путем контрольных измерений в стратосфере без фильтра с другими приборами. Мы получили число таких ливней в нашем приборе на

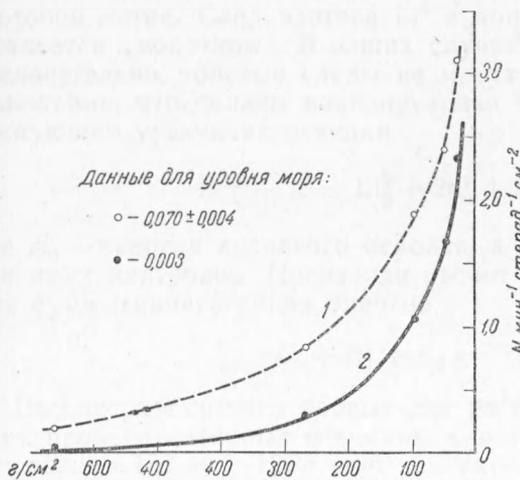


Рис. 3. Высотный ход ливней от частиц с пробегом $R > 8$ см свинца

ми счетчиками этот ливень обязательно вызовет срабатывание одного или нескольких годоскопических счетчиков). Оценку числа таких ливней мы произвели с помощью контрольных измерений на уровне моря с дополнительным годоскопическим счетчиком 5, а также путем контрольных измерений в стратосфере без фильтра с другими приборами. Мы получили число таких ливней в нашем приборе на

высотах около 20 км порядка одной частицы в минуту. Полное число ливней от частиц с пробегом $4 < R < 8$ см свинца, регистрируемых нашим прибором в 1 мин., было равно 6,3 на высоте 15—20 км. Таким образом, эти ливни составляют малую долю от зарегистрированных нашим прибором ливней от частиц с пробегом $4 < R < 8$ см свинца.

Изложенный выше анализ показывает, что на высоте 15—20 км в составе космических лучей имеется около: а) 1,0—1,5 электронов с энергией $2 \cdot 10^8$ — $7 \cdot 10^8$ эв (пробег $4 < R < 8$ см свинца) в мин.⁻¹·стерад⁻¹·см⁻²; б) 1,0 протонов и мезонов с пробегом от 4 до 8 см свинца в мин.⁻¹·стерад⁻¹·см⁻².

Поступило
24 VII 1951

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ К. И. Алексеева и С. Н. Вернов, ДАН, **62**, № 2 (1948). ² К. И. Алексеева и С. Н. Вернов, ДАН, **69**, № 3 (1949). ³ С. Н. Вернов, Н. Л. Григоров и А. Н. Чарахчьян, Изв. АН СССР, сер. физ., **14**, № 1 (1950). ⁴ J. R. H. Brown, U. Camerini, P. H. Fowler, H. Heitler, D. T. King and C. F. Powell, Phil. Mag., **49**, No. 307 (1949); U. Camerini, T. Coor, J. H. Davies, P. H. Fowler, N. O. Lock, H. Muirhead and N. Tobin, *ibid.*, **40**, No. 309, 1073 (1949); P. H. Fowler, *ibid.*, **41**, 163 (1950); U. Camerini, P. H. Fowler, W. O. Lock and H. Muirhead, *ibid.*, **41**, 413 (1950); A. G. Carlson, J. E. Hooper and D. T. King, *ibid.*, **41**, 701 (1950).