

В. С. ЗАРЯ, Ю. А. СМОРОДИН и З. И. ТУЛИНОВА

ИЗУЧЕНИЕ НЕИОНИЗУЮЩЕЙ КОМПОНЕНТЫ КОСМИЧЕСКИХ ЛУЧЕЙ В СТРАТОСФЕРЕ

(Представлено академиком Д. В. Скобельцыным 29 V 1953)

Опыты по переходному эффекту ⁽¹⁾, спектру поглощения мягкой компоненты ⁽²⁾ и изучению ливней, создаваемых космическими лучами ⁽³⁾, свидетельствуют об электронной природе мягкой компоненты космических лучей в стратосфере. Электроны мягкой компоненты должны сопровождаться большим числом фотонов, интенсивность которых может быть рассчитана при помощи каскадной теории.

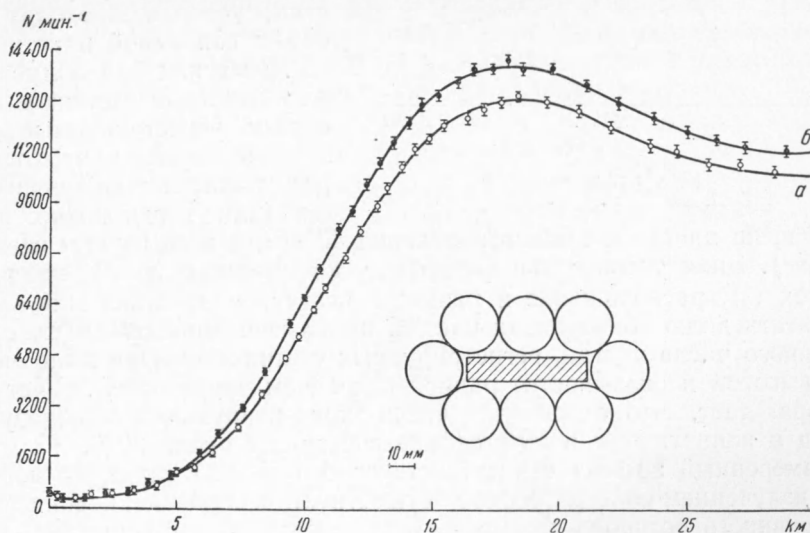


Рис. 1. *a* — число импульсов в отсутствие свинца, *b* — число импульсов при вдвинутом свинце

Для обнаружения таких фотонов летом 1949 г. во время полетов на шарах-зондах нами изучалось образование неионизирующим излучением ионизирующих частиц в свинце. Для этого измерялось увеличение общего числа разрядов в группе параллельно соединенных счетчиков при движении в объем между ними свинцовой пластинки толщиной в 1 см.

Так как при наличии свинцовой пластинки процессы, вызываемые ионизирующими частицами в свинце (поглощение падающей ионизирующей частицы или образование ею вторичных частиц), не могли изменить число регистрируемых импульсов, то разность числа импульсов со свинцовой пластинкой и без нее определяла число актов образования ионизирующих частиц в свинце неионизирующими.

Расположение счетчиков при опыте показано на рис. 1. Используемые счетчики (110×22 мм) имели стеклянные стенки толщиной около 1 мм. Для повышения точности относительных измерений отсчеты числа разрядов с пластинкой и без нее производились во время одного полета, в течение которого положение свинцовой пластинки автоматически менялось каждую минуту. Данные о числе разрядов в счетчиках, положении свинцовой пластинки и высоте нахождения прибора передавались по радио на землю, где регистрировались на фотопленке. Просчет импульсов вследствие мертвого времени передающего тракта составлял не более 2% при числе импульсов около 14 тыс. в минуту. Полученные результаты приведены на рис. 1.

Увеличение числа импульсов в счетчиках при вдвинутой свинцовой пластинке составляет в стратосфере около 10% от интенсивности ионизирующих частиц. Измерения, произведенные при подъеме этой же установки на привязном аэростате на высоту около 1000 м, где влияние радиоактивных веществ земной поверхности было малым, дали величину эффекта $5,5 \pm 2,3\%$.

Измеренный эффект образования в свинце ионизирующих частиц неионизирующими следует отнести к той части регистрируемых ионизирующих частиц, которая проходит через объем свинцовой пластинки, в то время как при примененном расположении счетчиков и пластинки регистрируемые ионизирующие частицы проходят через значительно больший объем (для вертикально падающих частиц площадь сечения пластинки 43 см^2 , а всей группы счетчиков 102 см^2). Зная угловое распределение космических лучей на разных высотах (6), расположение и размеры счетчиков и пластинки, можно рассчитать долю ионизирующих частиц, пронизывающих объем пластинки, от полного числа частиц, регистрируемых счетчиками. Она мало меняется с высотой и оказывается равной в среднем около 30%. Учет этого фактора дает, что отношение числа конвертирующих неионизирующих частиц к ионизирующим в стратосфере составляет около 30%.

Измеренный эффект свидетельствует о том, что наряду с ионизирующим излучением в стратосфере существует излучение неионизирующее, интенсивность которого весьма велика. Величина эффекта не может быть объяснена процессами, обязанными частицам, ядерновзаимодействующим с веществом, вероятность поглощения которых в примененной пластинке свинца невелика.

Для того чтобы сопоставить полученный эффект конверсии неионизирующих частиц с ожидаемым эффектом от фотонов, сопровождающих электронную компоненту на больших высотах, необходимо вычислить число электронов на разных высотах. На рис. 2 кривая *B* дает число электронов, проходящих через объем, занимаемый свинцовой пластинкой. Эта кривая была получена путем вычитания из общего числа частиц в стратосфере (кривая *a* на рис. 1) интенсивности жесткой компоненты, проходящей через тот же объем. Интенсивность жесткой компоненты определялась интегрированием по всем углам интенсивности гроникающих частиц, измеренной при помощи телескопа (4).

Кривая *A* на рис. 2 есть разность кривых *a* и *b* рис. 1. Сопоставле-

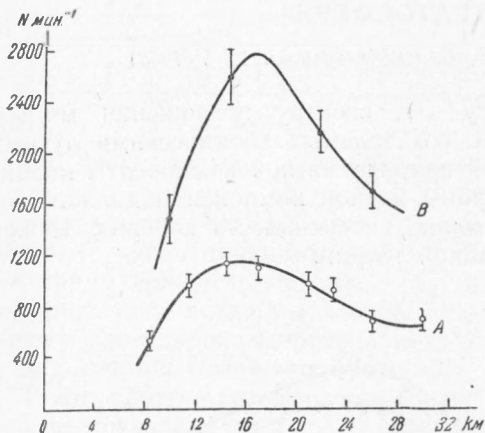


Рис. 2

ние кривых *A* и *B* показывает, что число конвертируемых в свинце неионизирующих частиц составляет на всех высотах около 50% от числа частиц мягкой компоненты, которую мы считаем состоящей в основном из электронов.

Предполагая, что спектр электронов и фотонов в стратосфере является равновесным, можно рассчитать эффект конверсии фотонов в свинцовой пластинке толщиной 1 см. Такой расчет, выполненный для потока фотонов, падающего нормально на пластинку, показывает, что число конвертирующих фотонов должно составлять 65% от числа электронов. Измеренный эффект примерно равен рассчитанному, что служит еще одним доказательством электронной природы мягкой компоненты.

В дополнение к основному опыту было измерено изменение числа импульсов в одиночном счетчике

(120 × 30 мм) при вдвижении счетчика в плотно прилегающий к нему цилиндрический свинцовый экран толщиной 1 см. Результаты измерений, представленные на рис. 3, находятся в согласии с тем, чего следовало ожидать на основании изложенных выше опытов по конверсии фотонов и поглощению электронов малых энергий в пластинке толщиной 1 см Pb по данным измерений при помощи телескопа.

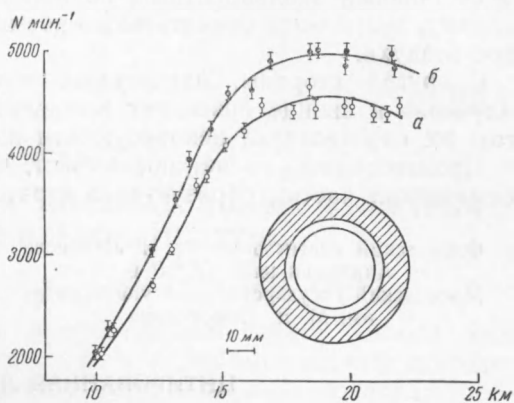


Рис. 3. *a* — без свинца, *б* — со свинцом

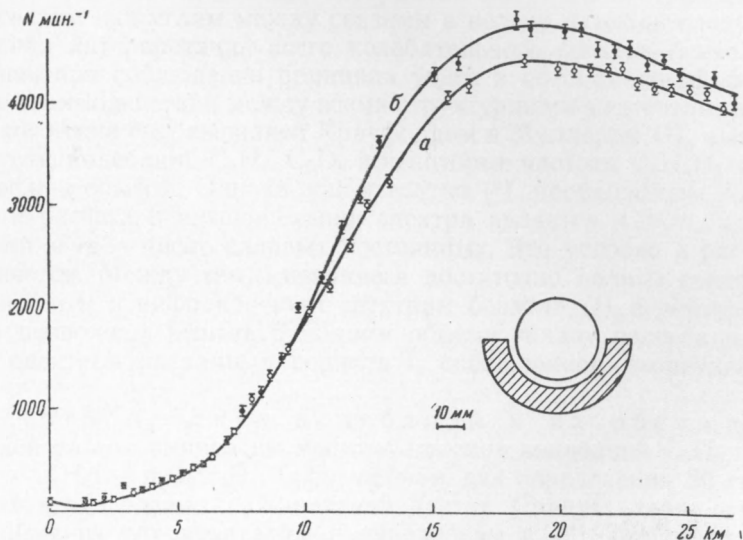


Рис. 4. *a* — без свинца, *б* — со свинцом

Для оценки рассеяния вторичных частиц было измерено изменение числа импульсов в том же счетчике при вдвижении под него половины свинцового экрана, использованного в предыдущем опыте. Полученные результаты приведены на рис. 4.

Используя полученные данные об эффекте конверсии неионизирующих частиц в свинцовой пластинке и данные о поглощении космических частиц в различных поглотителях, измеренных при помощи телескопа (2),

можно оценить роль неионизирующего излучения в процессе образования вторичных космических частиц. Сравнивая вертикальную интенсивность космических лучей, измеренную телескопом с алюминиевым поглотителем в 4 см толщиной (11 г/см^2), помещенным между его счетчиками, с интенсивностью, измеренной телескопом без поглотителя, но при давлении больше на 11 г/см^2 (что соответствует замене слоя алюминия между счетчиками эквивалентным по поглощению слоем воздуха над телескопом), мы можем оценить число космических частиц, созданных в этом слое воздуха.

С другой стороны, измеренный эффект конверсии неионизирующего излучения в свинце позволяет вычислить число частиц, создаваемое в этом же слое воздуха неионизирующим излучением.

Произведенный расчет показывает, что не менее половины вторичных космических частиц образуется в стратосфере фотонами.

Физический институт им. П. Н. Лебедева
Академии наук СССР и
Московский государственный университет
им. М. В. Ломоносова

Поступило
14 VI 1952

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

¹ С. И. Бриккер, С. Н. Вернов и др., ДАН, 61, № 4 (1948). ² Л. Т. Бард-зей, С. Н. Вернов, Ю. А. Смородин, ДАН, 62, № 4 (1948). ³ К. И. Алексеева, С. Н. Вернов, ДАН, 69, № 3 (1949). ⁴ С. Н. Вернов, А. М. Куликов, ДАН, 73, № 3 (1950). ⁵ С. Н. Вернов, А. М. Куликов, ДАН, 61, № 6 (1948).