

К. И. АЛЕКСЕЕВА и С. Н. ВЕРНОВ

**ИЗУЧЕНИЕ ЛИВНЕЙ КОСМИЧЕСКИХ ЛУЧЕЙ,  
СОПРОВОЖДАЮЩИХ ПРОНИКАЮЩИЕ ЧАСТИЦЫ**

(Представлено академиком С. И. Вавиловым 13 VII 1948)

Нами было предпринято исследование образования ливней космических лучей в свинцовом фильтре толщиной 4 см в стратосфере. Для этой цели было произведено 2 полета на шарах-зондах специальной малогабаритной аппаратуры, позволявшей одновременно считать частицы, проходящие через 4 см свинца (в дальнейшем эти частицы мы будем называть проникающими) в телесном угле, вырезанном телескопом из 3 счетчиков, и частицы, созданные этими проникающими частицами в свинце, с помощью счетчиков, окружающих со всех сторон свинец.

Схема расположения счетчиков и свинцового фильтра представлена на рис. 1. Частицы, образующиеся в свинце при прохождении через него проникающих частиц, улавливались 8 счетчиками, окружающими свинец и соединенными между собой параллельно\*.

Импульсы от 3 телескопических счетчиков и счетчиков, окружающих свинец, поступали на 4 канала усилителя с разрешающей способностью  $\tau = 1,5 \cdot 10^{-5}$  сек. Аноды селекторных ламп первых 3 каналов, принимающих импульсы от телескопических счетчиков, были запараллелены и нагружены на одно и то же сопротивление. Анод селекторной лампы, включенной в канал, принимающий импульсы от боковых счетчиков, был соединен с анодами первых 3 ламп через дополнительное сопротивление. Благодаря этому скачок напряжения на аноде селекторной лампы 4-го канала получался лишь в случае совпадения импульсов в 3 телескопических счетчиках и в одном из боковых счетчиков (четырежды совпадения). Импульсы от тройных и четырехкратных совпадений поступали на 2 отдельные мультивибратора, преобразовывавшие их в прямоугольные импульсы различной длины ( $\sim \frac{1}{70}$  доля секунды для тройных со-

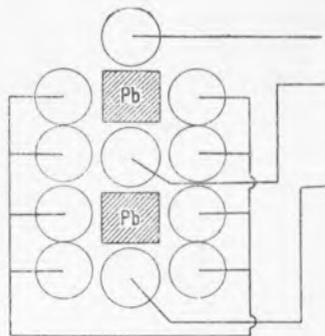


Рис. 1. Схема расположения счетчиков и свинцового фильтра

\* Диаметр самогасящих счетчиков 2 см, длина 13 см, расстояние между крайними телескопическими счетчиками 9 см. Температурный коэффициент счетчиков практически был равен нулю. Эффективность счетчиков при загрузке их импульсами от радия в количестве, равном числу импульсов в счетчике в стратосфере, была не меньше 98%.

совпадений и  $\sim \frac{1}{20}$  доля секунды для четырехкратных совпадений). Эти прямоугольные импульсы модулировались звуковой частотой  $\sim 1000$  Hz, после чего поступали на вход передатчика, работавшего на волне 4,5 м.

Для определения высоты была использована система контактов, соединенных с рядом сопротивлений, входящих в контур релаксатора с неоновой лампочкой и последовательно замыкавшихся на корпус прибора стрелкой барографа. При замыкании на корпус того или иного контакта барографа в цепь неоновой лампочки включались раз-



Рис. 2. Образец записи на фотопленке. 1 — тройное совпадение; 2 — четырехкратное совпадение; 3 — один из видов сигнала барографа (частый сигнал); 4 — один из видов сигнала барографа (редкий сигнал)

личные сопротивления, благодаря чему релаксатор давал сигналы различной частоты, соответствовавшие различным контактам барографа. Сигналы от релаксатора также подавались на вход передатчика.

Температура внутри прибора поддерживалась за счет нагревания лучами солнца в пределах от  $+20$  до  $+35^\circ$  (1).

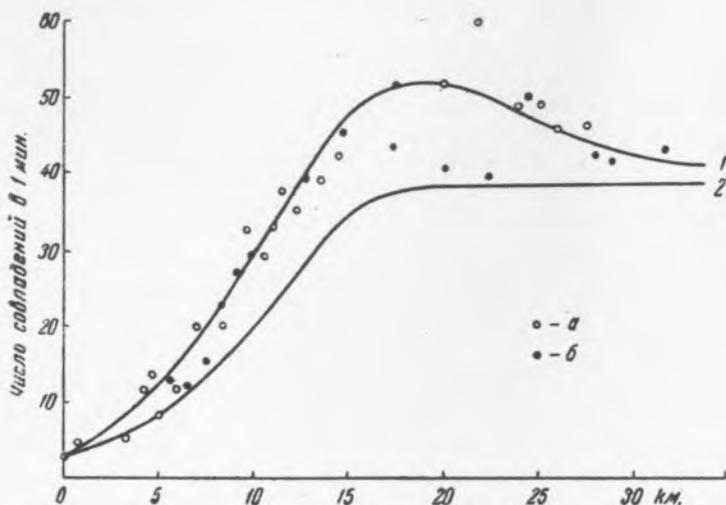


Рис. 3. 1 — кривая зависимости совпадений в 3 телескопических счетчиках с 4 см свинца между ними от высоты: а — данные Алексеевой и Вернова; б — данные Барадзей, Вернова и Смородина; 2 — кривая зависимости совпадений в 3 телескопических счетчиках с 8 см свинца между ними от высоты, по данным Барадзей, Вернова и Смородина

Запись сигналов передатчика на земле осуществлялась с помощью фоторегистратора, фотографировавшего на движущейся киноплёнке путь электронного пучка осциллографа, включенного на выходе приемника. Скорость движения электронного пучка и скорость движения киноплёнки были подобраны таким образом, что за время одного прямого и обратного хода электронного пучка лента успевала перемещать-

ся на несколько миллиметров и импульсы не налагались друг на друга. Образец записи на пленке сигналов тройных и четырехкратных совпадений, а также и сигналов барографа приведен на рис. 2.

Результаты полетов приведены на рис. 3 и 4.

На рис. 3 с помощью приведения к одному и тому же телесному углу сопоставлены результаты, полученные нами для тройных совпадений при 4 см свинца между счетчиками для различных высот (точки *a*), с аналогичными измерениями Л. Т. Барадзей, С. Н. Вернова и Ю. А. Смородина (точки *б*), а также приведена кривая тройных совпадений при 8 см свинца между счетчиками по данным Л. Т. Барадзей, С. Н. Вернова и Ю. А. Смородина. Мы видим, что результаты, полученные нами и Л. Т. Барадзей, С. Н. Верновым и Ю. А. Смородиным, хорошо согласуются.

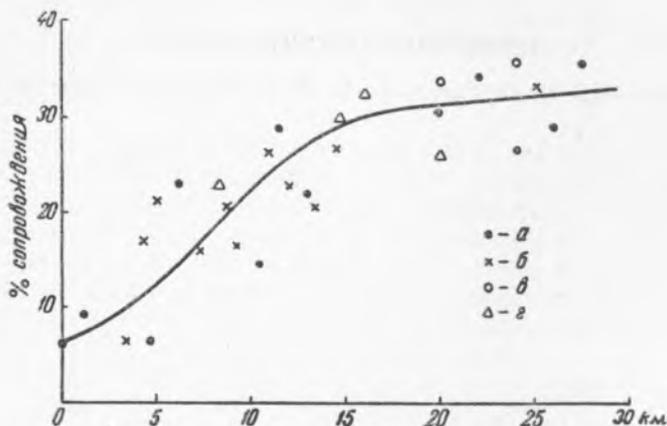


Рис. 4. Относительное число ливней из свинца (процент четырехкратных совпадений по отношению к полному числу тройных совпадений с 4 см свинца между счетчиками). 1-й полет: *a* — подъем, *б* — спуск. 2-й полет: *в* — подъем, *г* — спуск

На рис. 4 приведен процент четырехкратных совпадений по отношению к полному числу тройных совпадений с 4 см свинца между счетчиками для различных высот, полученный нами.

Нами был произведен также и контрольный полет установки с таким же расположением счетчиков, но без свинца между ними. Число боковых ливней оказалось малым, так что обнаруженное нами в опытах с 4 см свинца большое число четырехкратных совпадений объясняется образованием частиц в свинце при прохождении через него проникающих частиц.

Регистрируемые боковыми счетчиками в стратосфере частицы (четырекратные совпадения) могут создаваться в свинце мезотронами, электронами, проходящими через 4 см свинца, или же первичным излучением (протонами). По данным, полученным нами на земле, где проникающие частицы состоят почти исключительно из мезотронов, четырехкратные совпадения составляют 6% от числа тройных совпадений. Из полученной экспериментальной кривой зависимости числа четырехкратных совпадений от высоты мы можем вычесть долю, создаваемую мезотронами (6% от числа тройных совпадений при 8 см свинца между счетчиками). Оставшаяся доля четырехкратных совпадений на больших высотах значительно превосходит то число совпадений, которое могло быть вызвано электронами, проходящими через 4 см свинца (это число совпадений оценивается приблизительно рав-

ным половине разности между кривыми тройных совпадений с 4 и 8 см свинца между счетчиками). На высоте 27 км число четырехкратных совпадений в  $\sim 4$  раза превосходит то число совпадений, которое можно было бы объяснить прохождением электронов через 4 см свинца и образованием в нем ливней. Наиболее естественно считать, что этот избыток частиц, регистрируемых боковыми счетчиками на высотах выше 10 км, создается в свинце первичным излучением (протонами), и отсюда оценить кривую поглощения для этого излучения в воздухе. Средний пробег частиц первичного излучения получается равным  $\sim 100$  г/см<sup>2</sup>.

Физический институт  
им. П. Н. Лебедева  
Академии Наук СССР

Поступило  
10 VII 1948

#### ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- <sup>1</sup> С. Н. Вернов, Н. Л. Григоров и Ф. Д. Савин, ДАН, 57, № 2 (1947).