

С. А. КУЧАЙ и И. Л. РОЗЕНТАЛЬ

ПРИРОДА УЗКИХ АТМОСФЕРНЫХ ЛИВНЕЙ

(Представлено академиком С. И. Вавиловым 29 IV 1948)

Узкие атмосферные ливни впервые подробно исследовались А. Алиханяном и его сотрудниками (¹⁻⁴). В опытах, проведенных этими авторами на уровне моря (³), было установлено, что узкие ливни состоят в основном из весьма проникающих частиц неэлектронного характера.

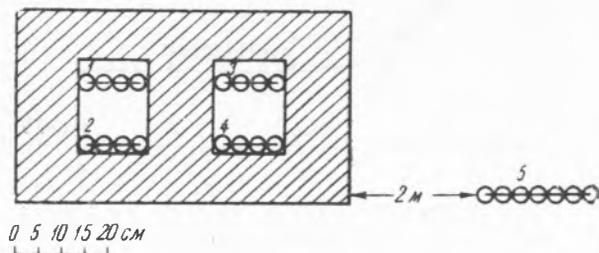


Рис. 1

Летом на Памире на высоте 3860 м нами также исследовалась природа узких ливней. В первой серии опытов использовался метод двух телескопов, примененный впервые для этой цели Зацепиным и Эйдусом (⁵).

Вертикальный разрез установки, на которой проведена первая серия опытов, изображен на рис. 1. В каждой из групп 1, 2, 3, 4 было по 4 быстродействующих счетчика; использовались стеклянные счетчики с аквадаговым катодом; эффективная площадь каждого — 100 см^2 , толщина стенок 1,2—1,3 мм, наполнение — смесь аргона и этилена. Разрешающая способность усилителя соответствовала $\tau = 3 \cdot 10^{-6}$ сек. Толщина боковых и средних стенок свинцового фильтра 14 см, низа — 10 см.

Измерялось число четверных совпадений разрядов в группах 1, 2, 3, 4 (C_4) и одновременно число пятерных совпадений 1, 2, 3, 4, 5, (C_5) в зависимости от толщины верхнего покрытия d . Описанный метод позволяет сравнить поглощение частиц широких и узких атмосферных ливней, так как совпадения C_5 соответствуют регистрации широких ливней, а разность ($C_4 - C_5$) — узких.

Чтобы оценить возможные просчеты широких ливней из-за недостаточно большой площади коробки δ , были сделаны измерения с $S_5 = 700 \text{ см}^2$ и $S_5 = 1800 \text{ см}^2$. Уже при $d = 4 \text{ см}$ число совпадений C_5 в час одинаково в пределах статистических ошибок при обеих площадях; так как средняя плотность широкого ливня, выделяемого теле-

скопами. возрастает с увеличением d , следует ожидать отсутствия просчетов широких ливней при дальнейшем увеличении d в случае $S_5=700 \text{ см}^2$. Полученные с этой установкой результаты можно представить в виде табл. 1.

Таблица 1

d в см	0	2	4	6	12	16	24	30	
C_4 700	55,2±2	—	41,0±3	17,9±2	11,7±1	1,97±0,44	1,0±0,2	0,79±0,11	0,88±0,16
C_6 1800	81,0±5	91,3±5,3	42,0±3	—	—	—	—	—	—
C_4-C_6 700	69,5±3	—	44,5±3	19,0±2	13,7±1	4,9±0,4	4,0±0,4	5,2±0,4	5,2±0,4
C_4-C_6 1800	50,5±5	88,3±5,4	45,0±3	—	—	—	—	—	—

Резко выраженный максимум числа регистрируемых узких ливней под 2 см Pb, соответствующий обычному максимуму переходной кривой для мягкой компоненты, свидетельствует о наличии электронов

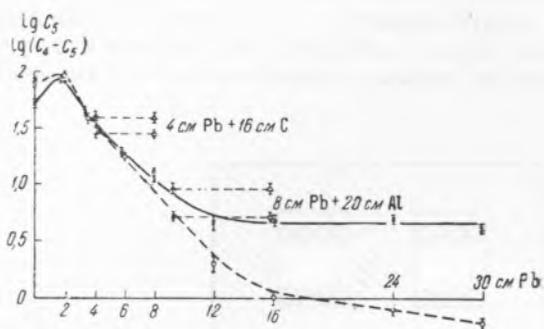


Рис. 2. Кривые поглощения частиц атмосферных ливней. Сплошная кривая соответствует поглощению узких ливней; пунктирная — широких

или фотонов в узких ливнях. Далее сравнивалось поглощение в различных материалах; для этого измерялось число ливней под смешанными слоями поглотителя, когда сверх 4 см Pb был положен слой графита толщиной в 16 см, и сверх 8 см Pb — слой Al толщиной в 20 см. В том случае, если частицы ливня испытывают ионизационные потери, 16 см C поглотят так же, как 5 см Pb, а 20 см Al — как 7,7 см Pb; в том случае, когда частицы теряют энергию на каскадные процессы, 16 см C эквивалентны 0,7 см Pb, а 20 см Al — 1,2 см Pb.

Из рис. 2 видно, что частицы широких и узких ливней при увеличении толщины поглотителя сверх 4 и 8 см Pb испытывают потери на каскадные процессы, что также указывает на присутствие большого количества легких частиц в узких ливнях.

Тот факт, что максимум для узких ливней имеет значительно большую остроту, чем для широких, может быть объяснен преобладанием фотонов среди легких частиц в узких ливнях.

Вероятно, что нейтральные частицы, обнаруженные А. Алиханяном⁽⁴⁾, являются также фотонами. Если придерживаться этой точки зрения, то рассматриваемые фотоны не могут быть приписаны широким ливням, развитие которых описывается каскадной теорией. В этом случае плотность электронов, сопровождающих фотоны, настолько велика, что ливень регистрируется как широкий с вероятностью, близкой к 1.

Помимо регистрации многократных совпадений использовался также годоскопический метод. Последний позволяет отмечать разряды

в определенных счетчиках в том случае, если произошло совпадение разрядов в управляющих счетчиках. Отметка производилась фотографированием вспышек неоновых лампочек: каждая лампочка фиксировала разряд в счетчике, с которым она была связана.

Вертикальный разрез установки показан на рис. 3. Управление происходило от счетчиков, обозначенных M_1, M_2, M_3 ; 8 годоскопи-

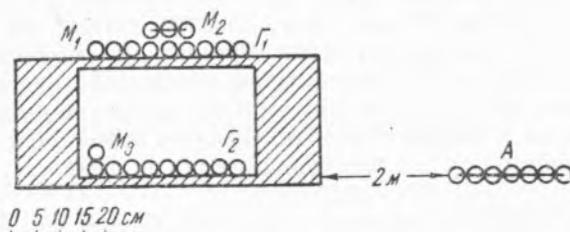


Рис. 3

ческих счетчиков располагалось над 2 см Pb и группа из 9 счетчиков — снизу; площадь счетчиков A равнялась 700 см^2 ; назначение их — отмечать прохождение широких ливней. В том случае, если в состав узких ливней входят только тяжелые частицы, число разрядов в верхней и нижней группе счетчиков, как правило, должно быть

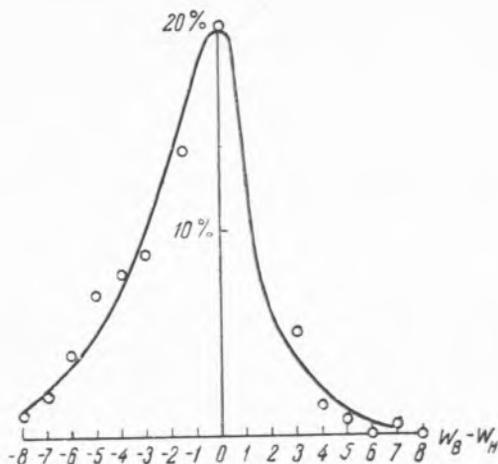


Рис. 4

одинаковым; в том случае, если имеются электроны малых энергий, число разрядов в верхней группе должно превосходить число разрядов в нижней; если же через счетчики проходят легкие частицы высоких энергий, то число разрядов в верхней группе должно быть меньше, чем в нижней, из-за мультимпликации в свинце.

На рис. 4 по оси абсцисс отложена разность между числом разрядов в верхней и нижней группах счетчиков $W_B - W_H$, а по оси ординат процент определенного значения разности $W_B - W_H$ относительно общего числа 222 зафиксированных узких ливней. Из рис. 4 следует, что только 20% всех ливней проходят без размножения и поглощения частиц.

Таким образом, из всей совокупности данных следует сделать вывод о присутствии большого количества легких частиц в узких ливнях. Такие узкие пучки легких частиц не могут быть объяснены каскадным размножением, так как из-за кулоновского рассеяния в атмосфере

они расходятся значительно быстрее, чем размножаются. Также не могут играть значительную роль пары, образованные вблизи установок, как это следует из работы Берестецкого (6). Тормозное излучение двух или большего числа фотонов одновременно имеет, согласно Гайтлеру и Нордгейму (7), настолько малое эффективное сечение, что этими процессами также можно пренебречь.

Наиболее естественным выводом отсюда является предположение о механизме рождения большого количества легких частиц, вероятно, фотонов, некаскадным путем. Этот процесс, повидимому, не вызывается тривиальным электромагнитным взаимодействием.

В заключение авторы приносят глубокую благодарность Н. А. Добротину за советы и дискуссию и особенную признательность Г. Т. Зацепину, оказавшему существенную помощь в работе.

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

Поступило
29 IV 1948

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ A. Alichanian and T. Asatiani, *J. of Phys.*, **9**, 175 (1945). ² A. Alichanian and A. Alexandrian, *ibid.*, **10**, 296 (1946). ³ A. Alichanian and N. Shostakovich, *ibid.*, **10**, 518 (1946). ⁴ A. Alichanian, T. Asatiani, G. Muskelishvili, *ibid.*, **11**, 16 (1947). ⁵ В. Г. Зацепин и Л. Эйбус, *ЖЭТФ*, **17**, 937 (1947). ⁶ V. Berestetzky, *J. of Phys.*, **9**, 197 (1945). ⁷ W. Heitler and W. Nordheim, *Physica*, **1**, 1059 (1934).