

Л. КУРНОСОВА и Н. ТИХОНОВА

## ИЗМЕРЕНИЕ ВЫСОТНОГО ХОДА ЭЛЕКТРОННО-ЯДЕРНЫХ ЛИВНЕЙ

(Представлено академиком Д. В. Скобельцыным 20 VIII 1949)

В 1945 г. в работе, проводившейся на Памире (1), было установлено, что число ливней, образуемых в толстых слоях свинца, растет с высотой места наблюдения значительно быстрее, чем число частиц жесткой компоненты космического излучения. Дальнейшее изучение этого явления показало (2), что, помимо ливней, образуемых в свинце частицами жесткой компоненты за счет процессов электромагнитного характера, в свинце возникают также ливни другого типа (названные впоследствии электронно-ядерными), вызываемые ядерно-активными частицами.

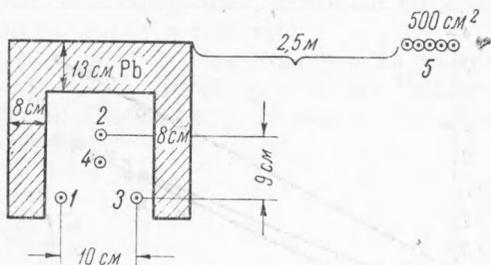


Рис. 1

В настоящей статье приведены результаты измерений, проводившихся нами на высотах 6,5—10 км во время полетов субстратостатов. Для измерений, целью которых было изучение высотного хода электронно-ядерных ливней, была использована установка, схематически представленная на рис. 1.

Быстродействующие счетчики 1, 2, 3, 4, площадью 40 см<sup>2</sup> каждый, располагались внутри свинцового блока; параллельно соединенные счетчики 5, общей площадью 500 см<sup>2</sup>, помещались на расстоянии ~2,5 м от свинцового блока. Измерялись четырехкратные (1, 2, 3, 4) и пятикратные (1, 2, 3, 4, 5) совпадения.

Соотношение между числом ливней, образуемых в свинце за счет электромагнитных взаимодействий, и числом электронно-ядерных ливней зависит от типа применяемой установки и высоты места наблюдения.

Установленный нашими прежними работами резкий высотный ход электронно-ядерных ливней (3) по сравнению с обычными ливнями позволяет (в описанных условиях и для высот свыше 6—7 км) пренебречь ролью ливней электромагнитного происхождения.

Помимо опытов со свинцом, были произведены также измерения для того же расположения счетчиков, но без свинцового блока. Таким образом, измерялось не только число ливней, образованных в свинце, но и число атмосферных широких ливней.

Результаты измерений представлены в табл. 1 и в виде кривых на рис. 2.

Таблица 1

Высота в м	Давление в Г/см <sup>2</sup>	«Электронно-ядерные ливни» + δ-линии. Число четырехкратных совпадений под 13 см Pb (1, 2, 3, 4) в мин.	Корреляция электронно-ядерных ливней с атмосферными. Число пятикратных совпадений (1, 2, 3, 4, 5) в мин.	Широкие атмосферные ливни. Число совпадений (1, 2, 3, 4, 5) без Pb в мин.
200	900	0,25 ± 0,01	0,004 ± 0,001	0,01 ± 0,004
6 500	450	3,4 ± 0,5	0,2 ± 0,1	—
7 500	390	5,2 ± 0,2	0,25 ± 0,1	0,65 ± 0,2
8 200	370	—	—	0,50 ± 0,1
8 500	340	15,6 ± 0,7	1,1 ± 0,2	—
8 900	310	20,5 ± 1,1	1,3 ± 0,3	—
9 300	295	20,9 ± 0,8	1,6 ± 0,2	—
10 150	259	27,4 ± 0,9	2,1 ± 0,2	—

Как видно из приведенных данных, кривая поглощения в воздухе для частиц, образующих в свинце электронно-ядерные ливни, представляется экспонентой  $n = \text{const } e^{-\mu x}$ , где  $1/\mu \sim 90 \text{ г/см}^2$ .

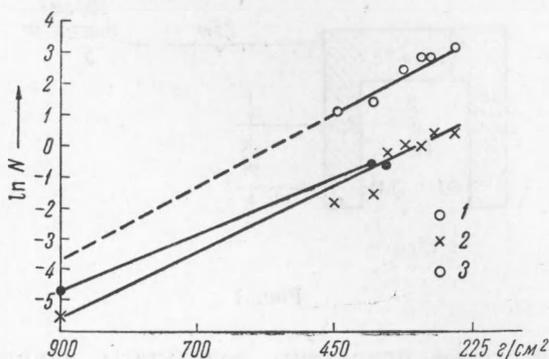


Рис. 2. 1 — электронно-ядерные ливни под Pb, 2 — ливни, коррелированные с широкими атмосферными, 3 — широкие атмосферные ливни

Из общих соображений можно считать, что угловое распределение частиц, генерирующих электронно-ядерные ливни, зависит от высоты места наблюдения. На малых высотах генерирующие частицы должны быть более сконцентрированы к вертикали, чем в исследованном нами интервале высот. Поэтому для точного сравнения полученных нами результатов с данными работ, выполненных на меньших высотах, необходимо произвести пересчет с глобальной интенсивности на вертикальную (пересчет Гросса). К сожалению, точность такого пересчета весьма невелика.

Однако несомненно, что введение поправки на угловое распределение генерирующих частиц для наших опытов приведет к увеличению значения  $1/\mu$  и тем самым к улучшению согласия наших данных с измерениями на меньших высотах, а также с данными С. Н. Вернова

с сотрудниками по высотному ходу электронно-ядерных ливней в стратосфере для вертикального направления генерирующих частиц.

Таким образом, совокупность полученных данных позволяет утверждать, что, начиная от малых высот и до 20 км, поглощение частиц, генерирующих электронно-ядерные ливни, описывается экспонентой с  $1/\mu \sim 100-120$  г/см<sup>2</sup>.

Как видно из табл. 1, найденное нами число пятикратных совпадений при наличии свинца составляет 7% от числа четырехкратных, причем эта доля мало зависит от высоты. Большой процент корреляции, а также контрольные опыты показывают, что пятикратные совпадения не могли вызываться ливневыми частицами электронно-ядерных ливней, выходящими из свинца.

Результаты наших опытов показывают, что по крайней мере некоторая часть частиц, образующих электронно-ядерные ливни, входит в состав широких атмосферных ливней. Этот вывод хорошо согласуется с данными работ, выполненных на меньших высотах (4).

Поскольку широкие атмосферные ливни развиваются в атмосфере, для пятикратных совпадений на кривой высотного хода следует ожидать наличия максимума. Повидимому, максимум находится на высотах больших, чем достигнутые в настоящих опытах.

Результаты измерений высотного хода широких атмосферных ливней показывают, что на высоте  $\sim 8500$  км намечается максимум на кривой высотного хода, что соответствует теоретическому каскадному максимуму (5).

Из полученных данных для высотного хода электронно-ядерных ливней можно сделать вывод о ядерном взаимодействии частиц, генерирующих электронно-ядерные ливни, и о связи электронно-ядерных ливней с широкими атмосферными, которые содержат частицы, способные генерировать ливни в свинце.

В заключение авторы выражают глубокую благодарность Д. В. Скобельцыну, С. Н. Вернову и Н. А. Добротину за дискуссию результатов, а также Любимовой, Новиковой и Левину за подготовку аппаратуры к полетам.

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

Поступило  
3 VII 1949

#### ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- <sup>1</sup> Г. Б. Жданов и А. Л. Любимов, ДАН, 55, № 2 (1947). <sup>2</sup> В. И. Векслер, Л. В. Курносова и А. Л. Любимов, ЖЭТФ, 17, № 11 (1947).  
<sup>3</sup> Л. В. Курносова и Б. А. Шуляк, ДАН, 56, № 6 (1948). <sup>4</sup> Г. Т. Зацепин, ДАН, 67, № 6 (1949). <sup>5</sup> Н. Л. Краубилл, Phys. Rev., 73, 632 (1948).