

Л. В. КУРНОСОВА и Б. А. ШУЛЯК

ОБРАЗОВАНИЕ ЛИВНЕЙ КОСМИЧЕСКИХ ЛУЧЕЙ ПОД БОЛЬШИМИ ТОЛЩИНАМИ СВИНЦА НА РАЗЛИЧНЫХ ВЫСОТАХ

(Представлено академиком С. И. Вавиловым 21 VI 1948)

В Памирских экспедициях 1945 и 1946 гг. было показано ^(1,2), что в составе космических лучей на средних высотах присутствуют частицы, способные порождать ливни под большими толщинами свинца. Число этих ливней растет с высотой значительно быстрее, чем жесткая компонента, и поэтому они не могут быть полностью объяснены δ -ливнями от мезонов. В Памирской экспедиции 1947 г. ливни под большими толщинами свинца исследовались различными методами (счетчики, годоскоп, камера Вильсона). В настоящей статье излагаются результаты экспериментов, проведенных методом счетчиков.

Основные опыты производились с выключением широких атмосферных ливней с помощью группы счетчиков общей площадью в 1000 см^2 , поставленной на расстоянии 1,5—2 м от установки. Схема основной установки показана на рис. 1. Исследовался высотный ход ливней, наблюдавшихся под 13 см Рв, причем измерения высотного хода производились на двух установках, отличающихся толщинами боковых стенок свинцового блока. Для изучения же ливней под свинцом, связанных с атмосферными ливнями, была осуществлена установка, которая регистрировала случаи совпадения ливня под свинцом с импульсом от группы счетчиков, окружавших установку („коррелированные ливни“). Результаты измерений на разных высотах приведены в табл. 1.

Табл. 1 показывает, что число ливней, наблюдавшихся под свинцом, растет с высотой быстрее жесткой компоненты. „Коррелированные ливни“ растут еще быстрее. Это показывает, что медленно растущие с высотой δ -ливни в этой конфигурации не играют заметной роли. Отличие в высотном ходе для „коррелированных ливней“ в двух конфигурациях, отличающихся толщинами боковых стенок, должно быть объяснено разницей в спектрах ливневых частиц на различных высотах.

Опыты по определению направленности ливневых частиц показывают, что частицы ливня имеют преимущественное направление вниз, а корреляция обуславливается в основном частицами, выходящими из стенок свинцового блока. При изменении толщины стенок от 7

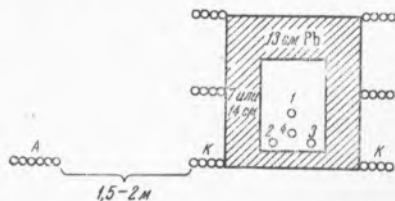


Рис. 1. Вид установки для измерения высотного хода

Число совпадений под свинцом

Высота в м	Число совпадений в час	Рост с высотой	Число совпадений в час	Рост с высотой	Рост жесткой компоненты
Толщина боковых стенок 14 см Pb					
900	$I, 2, 3-A$	1,0	$I, 2, 3, K-A$	1,0	1,0
3860	$25,9 \pm 1,2$	2,5	$1,7 \pm 0,3$	—	1,7
4700	$64,0 \pm 1,7$	3,7	$7,8 \pm 0,5$	4,6	1,9
	$96,5 \pm 1,6$				
Толщина боковых стенок 7 см Pb					
900	$I, 2, 3, 4-A$	1,0	$I, 2, 3, 4, K-A$	1,0	—
3860	$12,0 \pm 0,7$	4,5	$1,6 \pm 0,3$	10,9	—
4700	$53,6 \pm 2,1$	6,6	$17,5 \pm 1,2$	20,5	—
	$79,5 \pm 2,6$		$32,5 \pm 1,3$		

до 14 см Pb число „коррелированных ливней“ уменьшается почти в два раза; это указывает на сравнительно большую проникающую

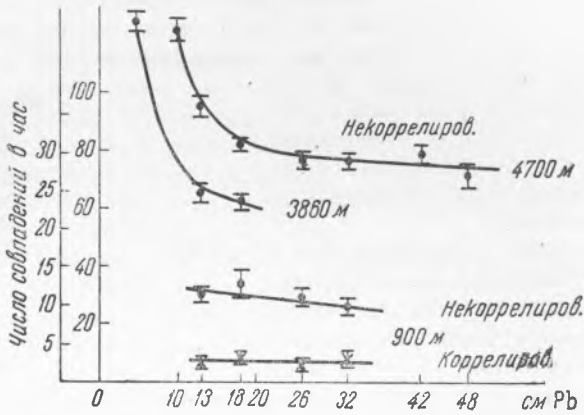


Рис. 2. Кривые поглощения генерирующей компоненты в свинце на различных высотах

способность ливневых частиц. Связь же с атмосферными ливнями малого радиуса невелика. Опыты с годоскопом также подтвердили этот вывод.

Для выяснения природы частиц, генерирующих ливни под свинцом, изучалось поглощение генерирующей компоненты в плотных и легких веществах.

Результаты опытов приведены на рис. 2. Из этого графика видно, что поглощение в свинце для „коррелированных ливней“ несравненно меньше, чем это следовало ожидать для электронно-фотонной компоненты, и больше, чем для мезонов.

На высоте 900 м над уровнем моря поглощение генерирующей компоненты в свинце примерно соответствует поглощению мезонов.

Для числа „коррелированных ливней“ при увеличении толщины свинца сверху наблюдается некоторая аномалия.

Ливни, наблюдающиеся под свинцом на высоте 900 м над уровнем моря, в основном являются δ -ливнями от мезонов.

Ливни, которые мы непосредственно регистрируем, являются сравнительно плотными. Плотность оценивалась из соотношения тройных и четверных совпадений и оказалась порядка 10—15 частиц в ливне.

Опыты по поглощению ливневых частиц (рис. 3) в железе показывают, что в „особых“ ливнях имеется некоторая доля сравнительно мягких частиц (повидимому, электронов).

Произведенные в экспедиции исследования с камерой Вильсона, помещенной под 20 см Рb, также показывают (⁴), что в „особых“ ливнях, наряду с проникающими частицами, имеются электроны малых энергий. Таким образом, наши опыты показывают, что в свинце под действием генерирующих частиц возникают проникающие и мягкие вторичные частицы. Повидимому, проникающие ливни, наблюдавшиеся Шаттом, Джносси, Рочестером, Ватагиным (^{5, 6}) и др., представляют собой найденные нами „особые ливни“, причем этими авторами исследуется только проникающая часть ливня.

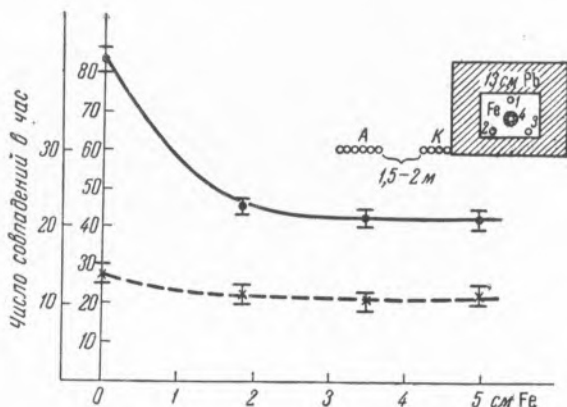


Рис. 3. Кривые поглощения ливневых частиц

Проведенные опыты по поглощению генерирующей компоненты показывают, что в угле, эквивалентном слою воздуха между 3860 и 4700 м, разница в поглощении невелика. Однако сложность наблюдаемого явления еще не позволяет сделать окончательного заключения об отсутствии распада генерирующей компоненты.

Грубая оценка потока генерирующих частиц приводит к значению в несколько процентов от потока частиц жесткой компоненты. Это значение, а также рост „особых ливней“ с высотой согласуется с экстраполированными данными о потоке первичных протонов на высоте 4000—5000 м над уровнем моря, считая, что протоны поглощаются в атмосфере экспоненциально с сечением, равным геометрическому сечению ядер атомов воздуха.

Сопоставляя установленные нами свойства „особых ливней“ с результатами исследований С. Н. Вернова (⁷) и его сотрудников по образованию частиц жесткой и мягкой компонент в верхних слоях атмосферы, можно высказать предположение о том, что возникновение „особых ливней“ представляет собой тот же процесс, который происходит при взаимодействии первичных частиц с ядрами атомов атмосферы.

Часть образующихся при этом проникающих частиц, возможно, представляет собой быстро распадающиеся мезоны, которые при своем распаде создают частицы электронно-фотонной компоненты.

Однако для окончательного выяснения картины „особых ливней“ необходимы дальнейшие исследования как на очень больших высотах, так и на высотах Памира.

В заключение авторы приносят благодарность руководителю работы Н. А. Добротину, В. И. Векслеру и В. Л. Гинзбургу за дискуссию результатов и помощь в работе.

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

Поступило
19 VI 1948

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

¹ В. И. Векслер, Л. В. Курносова, А. Л. Любимов, ЖЭТФ, **17**, 1026 (1947). ² Г. Б. Жданов и А. Л. Любимов, ДАН, **55**, 119 (1947). ³ Л. Н. Кораблев, А. Л. Любимов и А. В. Миллер, ДАН, **61**, № 4 (1948). ⁴ Н. Г. Биргер, ДАН, **60**, № 9 (1948). ⁵ R. P. Shaff, Phys. Rev., **69**, 261 (1946). ⁶ L. Janossy and G. D. Rochester, Proc. Roy. Soc., **183**, 181 (1944). ⁷ С. Н. Вернов, ДАН, **57**, № 2 (1947).