

С. АЗИМОВ, Н. БИРГЕР и А. ГОРБУНОВ

„ОСОБЫЕ“ ЛИВНИ КОСМИЧЕСКОГО ИЗЛУЧЕНИЯ

(Представлено академиком Д. В. Скобелевым 15 II 1949)

В 1945 г. в работах Памирской экспедиции ⁽¹⁾ были обнаружены под 13 см свинца ливни, отличные от δ -ливней и названные в дальнейшем „особыми“. Работы по изучению этих ливней проводились в 1946 и 1947 гг. в Памирских экспедициях ⁽²⁻⁶⁾. Было показано, что основной особенностью ливней, генерируемых в свинце, является одновременное появление тяжелых, сильно ионизирующих и проникающих частиц, а также электронов.

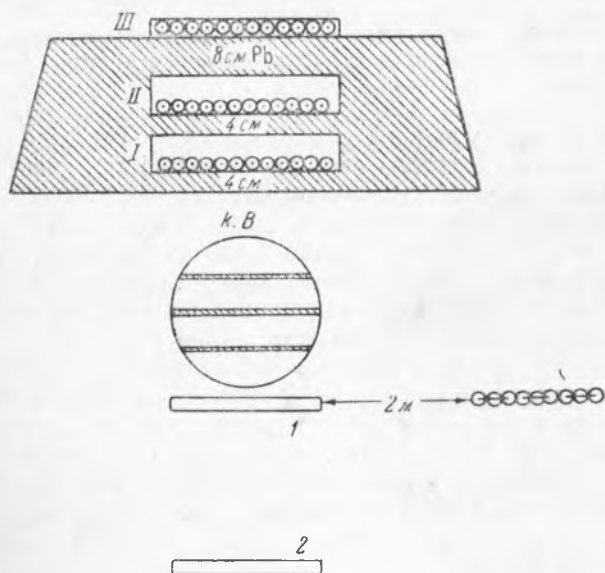


Рис. 1

Быстрый рост „особых“ ливней с высотой исключает возможность создания таких ливней мезонами жесткой компоненты, а их появление под большими толщинами свинца (20 см) исключает также фотоны и электроны как возможную ливне-генерирующую компоненту.

Вся совокупность полученных до настоящего времени данных ^(2-6, 7-10) позволяет выдвинуть гипотезу о взрывном характере образования „особых“ ливней при взаимодействии с ядрами вещества ядерно взаимодействующих частиц высокой энергии. С целью более детального изучения „особых“ ливней летом 1948 г. на высоте 3860 м над уровнем моря нами была осуществлена установка с управляемой камерой Вильсона, срабатывающей одновременно с годоскопом из 39 ячеек. Камера Вильсона была диаметром в 30 см, с глубиной освещенной области около 6 см. Внутри камеры помещались три свинцовые пластинки (верхняя и нижняя толщиной в 1 см и средняя толщиной в 2 см). Схема установки приведена на рис. 1. Управляющим

импульсом (мастером) для камеры и годоскопа служили 4-кратные совпадения счетчиков, расположенных под свинцом. Мастер мог частично срабатывать от боковых воздушных ливней, однако анализ годоскопических снимков давал возможность выделить эти случаи. Всего было обработано 185 снимков, полученных при управлении камеры счетчиками, и 73 неуправляемых снимка. Полученные данные приведены в табл. 1.

Таблица 1

	Сильно ионизирующие частицы*		Проникающие частицы**	
	управл.	неуправл.	управл.	неуправл.
Число частиц . .	26	1	51	7
Число снимков . .	185	73	185	73

* В число сильно ионизирующих частиц не включены α -частицы, число которых на неуправляемых и управляемых снимках одинаково.

** Под проникающими понимаются те частицы, которые проходят без размножения хотя бы 1 см свинца.

Сильно ионизирующие и проникающие частицы в „особых“ ливнях. Число сильно ионизирующих частиц на управляемых снимках во много раз превышает их число на неуправляемых, что свидетельствует о генетической связи тяжелых частиц с „особыми“ ливнями. В двух случаях можно было установить, что тяжелые частицы образованы в той же точке, что и „особые“ ливни, в остальных случаях тяжелые сильно ионизирующие частицы образованы в центрах, внешне не связанных с центром ливня.

Большое число тяжелых частиц, наблюдаемых в камере, указывает на то, что компонента, генерирующая сильно ионизирующие частицы, создается в том же взрывном акте, что и „особый“ ливень. (Предположение, что компонента, генерирующая тяжелые частицы, сопровождает в воздухе ливне-генерирующую частицу, потребовало бы огромного потока в воздухе частиц, способных генерировать тяжелые частицы, во много раз превышающего значения, полученные из работ с пластинками (¹²)).

На тех снимках, на которых имеются тяжелые частицы, наблюдается в среднем более плотный ливень. В двух случаях, когда в камере наблюдается ливень примерно из 100 частиц, были обнаружены и тяжелые частицы. Таким образом, в ливнях большой плотности наблюдается и большая плотность частиц, генерирующих тяжелые частицы. Одновременно с тяжелыми частицами и электронами на снимках „особых“ ливней видны также проникающие частицы (табл. 1). Данные, приведенные в табл. 1 относительно этих частиц, несомненно занижены, так как их трудно выделить в плотном ливне.

Связь „особых“ ливней с воздушными ливнями. Результаты сопоставления снимков в камере с годоскопическими данными приведены в табл. 2. Специальная коробка счетчиков ($S = 900 \text{ см}^2$), расположенная на расстоянии 2 м от основной установки, позволяла выделять особо случаи, связанные с широкими воздушными ливнями.

Анализ 17 снимков, связанных с широкими воздушными ливнями, показывает, что:

Всего снимков с годоскопом	Число снимков, связанных с широкими воздушными ливнями	Число снимков с тяжелыми частицами, связанных с воздушными ливнями	Число тяжелых частиц на всех снимках
77	17	4	10

1. В 11 случаях разряд счетчика в коробке, выделяющей широкий ливень, сопровождается разрядом в нескольких счетчиках первой годоскопической коробки. Такие случаи не могут быть вызваны боковым воздушным ливнем и поэтому, очевидно, дают нижний предел для числа корреляций „особых“ ливней с широкими воздушными ливнями. Из этих 11 случаев в 8 наблюдается вторичное размножение ливневых частиц после прохождения 12 см свинца.

2. Из 10 тяжелых частиц, наблюдаемых на всех снимках этой серии, 4 тяжелых частицы видны на снимках, связанных с широким ливнем, причем в 3 случаях годоскопические снимки обнаруживают вторичное размножение ливневых частиц в свинце.

Эти данные указывают на то, что в составе широких воздушных ливней имеются частицы, сильно взаимодействующие с ядром и способные образовать в свинце „особые“ ливни.

Несколько примеров „особых“ ливней. 1. В средней свинцовой пластинке в камере, повидимому, неионизирующей частицей (направление частиц над пластинкой не совпадает с направлением ливня) образован ливень из 16 частиц (рис. 2), в том числе:

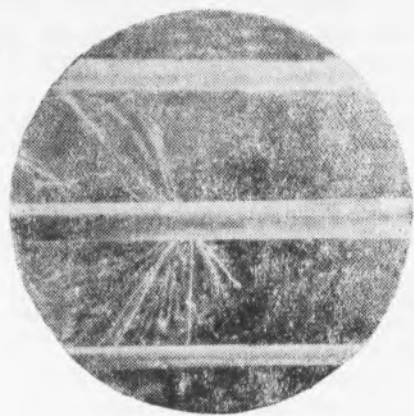


Рис. 2

а) 4 частицы, проникающие через 1 см свинца без размножения. Проникающие частицы вылетают из центра ливня под большими углами (45°).

б) 3 сильно ионизирующие частицы, вылетающие из центра ливня; одна из них проходит через 1 см свинца и дает δ -электрон в газе. Эта частица, вероятно, является протоном (такому предположению не противоречит ни ее пробег, ни ее ионизация).

в) В ливне видны 2 релятивистские частицы, направленные вверх от центра ливня.

г) Часть релятивистских частиц поглощается в 1 см свинца и является, очевидно, электронами.

д) Рядом авторов (см., например ⁽¹¹⁾) обсуждается возможность создания электронов одновременно с проникающими и тяжелыми частицами, а посредством распада коротко-живущего мезона. Если последний процесс имеет место, то данный снимок позволяет определить верхний предел для времени жизни такого мезона. Действительно, это время не может быть больше, чем $3 \cdot 10^{-11}$ сек.

2. Ливень образован в свинцовом блоке над камерой. Ливневые частицы размножаются в верхней и средней пластинках в камере. На снимке видны 2 тяжелые частицы, образованные в средней пластинке внутри камеры и поглощенные в нижней пластинке (рис. 3).

3. Ливень с числом частиц много больше 100 образован в дне камеры. Ливень на снимке резко ограничен. Появление ливня в камере не связано с широким воздушным ливнем (рис. 4). Данный снимок не может быть объяснен никакими каскадными процессами, происшедшими в дне камеры, а является примером образования большого числа частиц в одном акте.

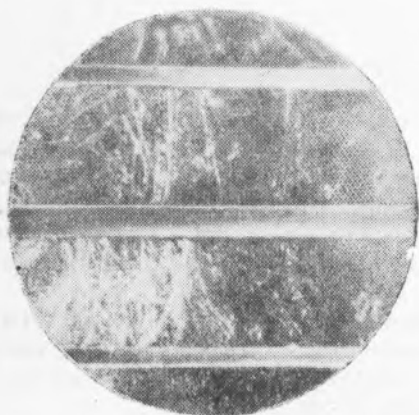


Рис. 3

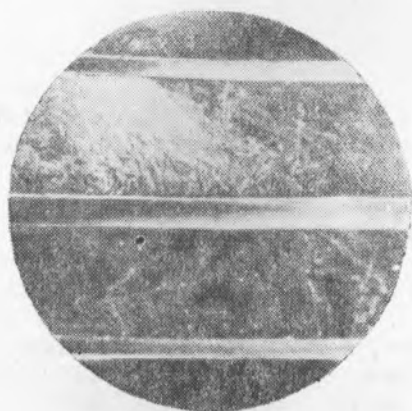


Рис. 4

В заключение авторы выражают благодарность Н. А. Добротину за постоянную помощь в работе и ряд ценных указаний и Б. И. Верховскому за помощь в наладке годоскопа.

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

Поступило
1 II 1949

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ Г. Жданов и А. Любимов, ДАН, 55, 115 (1947). ² В. Векслер, Л. Курносова и А. Любимов, ЖЭТФ, 17, 1027 (1947). ³ Л. Курносова и Б. Шуляк, ДАН, 61, № 6 (1948). ⁴ Л. Кораблев, В. Миллер и А. Любимов, ДАН, 61, № 4 (1948). ⁵ Н. Биргер, ДАН, 61, № 2 (1948). ⁶ А. Н. Горбунов и И. В. Чувило, ДАН, 61, 1019 (1948). ⁷ Н. Bridge, W. Hazen and B. Rossi, Phys. Rev., 73, 179 (1948). ⁸ W. Fretter, *ibid.*, 73, 41 (1948). ⁹ Н. Bridge and W. Hazen, *ibid.*, 75, 579 (1948). ¹⁰ C. Chao, *ibid.*, 75, 493 (1948). ¹¹ B. Rossi, Rev. Mod. Phys., 20, 501 (1948). ¹² В. Л. Гинзбург, Сб. Мезон, 1947, стр. 203.