

Н. Г. БИРГЕР

ИССЛЕДОВАНИЕ ЛИВНЕЙ ПОД СВИНЦОМ И ВОЗДУШНЫХ ЛИВНЕЙ НА ВЫСОТЕ 3860 м МЕТОДОМ УПРАВЛЯЕМОЙ КАМЕРЫ ВИЛЬСОНА

(Представлено академиком С. И. Вавиловым 18 V 1948)

1. Ливни под 20 см свинца. В 1945 г. в работе Г. Жданова и А. Любимова⁽¹⁾ и в 1946 г. в работе В. Векслера, Л. Курносовой и А. Любимова⁽²⁾ было показано, что на высоте 3860 м под большими толщинами свинца (13 см) возникают ливни, которые не могут быть объяснены δ -ливнями. Состав и природа этих „особых“ ливней исследовались различными методами в экспедиции 1947 г. В настоящей работе ливни под свинцом исследовались методом управляемой камеры Вильсона.

Вертикальная камера Вильсона поршневого типа, диаметром 15 см и глубиной освещенной области 3 см, управлялась пятикратными совпадениями между счетчиками, расположенными, как показано на рис. 1. Фотографирование производилось стереоскопическим фотоаппаратом. Над всей установкой помещался свинцовый блок толщиной в 20 см.

Эффективное время камеры было порядка 0,04 сек. В камере помещались 3 свинцовые пластинки толщиной 1 мм каждая. Всего под свинцом было сделано 310 управляемых и 240 неуправляемых снимков. Полученные результаты приведены в табл. 1*.

На данной серии снимков было получено 26 ливней, содержащих 2 и больше частиц, проходящих под малыми углами друг относительно друга через камеру. Такие частицы должны быть мезонами. Действительно, если бы это были электроны, образованные в 20-сантиметровом свинцовом блоке над камерой, то они либо прошли бы в плотном сопровождении через камеру, либо сильно рассеялись.

На снимках ливней под свинцом видно много сильно рассеянных мягких частиц (электронов). Число их значительно превышает фон от радиоактивных загрязнений.

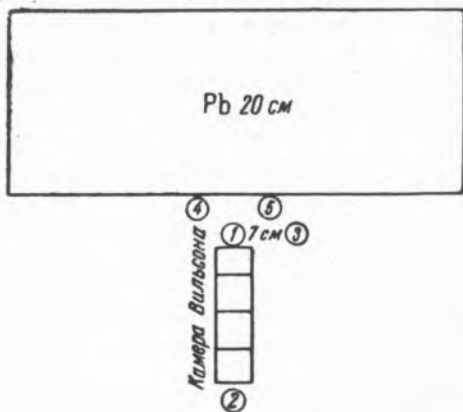


Рис. 1

* В табл. 1 не включены данные о малоплотных ливнях (число частиц в камере $n \leq 2$), так как большое число случайных следов в камере в этом случае сильно искажает истинное распределение по плотностям. Для ливней большей плотности ($n > 2$ в камере) число случайных совпадений следов мало (для $n = 3$ составляет 3% от общего числа таких ливней).

Таблица 1

Общее число снимков	Число снимков с части- цами				Число тяжел. сильно иониз. частиц	Число «звезд»	Число ливней с $n \geq 2$ частиц, проходящих под малым углом че- рез камеру	Средн. число следов на не- управл. сним- ках
	3-6	7-10	11-20	>50				
310	60	57	28	5	22	3	26	0,4

В % от общего числа зарегистрированных ливней

100	19	18	9	1,6	—	—	8	—
-----	----	----	---	-----	---	---	---	---

Появление мягких частиц в камере может быть объяснено; если предположить, что при рождении ливня в свинце над камерой одновременно возникают как проникающие (мезоны, возможно протоны) частицы, так и электроны и фотоны. Такое объяснение находится в хорошем согласии с данными, полученными Л. Курносовой и др. ⁽³⁾ и А. Любимовым и др. ⁽⁴⁾.



Рис. 2

Одновременное рождение в свинце как проникающей, так и электронной компонент позволяет выдвинуть гипотезу о том, что образование ливней, возможно, является процессом, аналогичным образованию в верхних слоях атмосферы жесткой и мягкой компонент первичной компонентой космического излучения.

На этой же серии снимков наблюдалось 22 сильно ионизирующих тяжелых частицы. На трех снимках наблюдались „звезды“.

Одновременно с „звездами“ через камеру проходит плотный ливень ($4 < n < 10$). Тот факт, что ядерные расщепления и тяжелые частицы наблюдаются в камере при управлении ее ливнями, указывает на генетическую связь ливней под свинцом с звездогенерирующей компонентой (на уровне моря такой результат был получен в работе ⁽⁵⁾).

На одном снимке наблюдалось одновременное рождение тяжелых сильно ионизирующих частиц в трех различных центрах неионизирующими частицами. Этот снимок, повидимому, подтверждает гипотезу о генетически связанных толчках, выдвинутую в работе Н. Добротина и В. Цылина ⁽⁶⁾.

II. Воздушные ливни. В камере Вильсона наблюдались воздушные ливни. При этом счетчики располагались, как показано на рис. 2. Было получено 5 снимков ливней с числом частиц $n > 50$. Эти ливни характеризуются следующими данными.

1. Один ливень Оже с равномерной плотностью, заполняющий все пространство камеры.

2. Два ливня „взрывного“ типа, с очень плотным стержнем и большим числом мягких электронов. В обоих случаях ливень образован в основании камеры, представляющей железный цилиндр высотой 4 см.

Число частиц в камере $\sim 100-150$. Судя по направлению стержня ливня, первичная частица должна идти под углом в 30° с вертикалью. Если предположить, что такой ливень создан в железе электроном, то первичная энергия электрона должна быть $\sim 2 \cdot 10^{10} - 5 \cdot 10^{10}$ eV. Электрон такой энергии должен идти в плотном воздушном сопровождении и, помимо „взрывного“ ливня, через камеру должен был бы пройти ливень сопровождения. С этой точки зрения кажется

маловероятным, чтобы данные два ливня были созданы электроном или фотоном большой энергии.

Возможен другой механизм возникновения такого ливня: мезон рождает в железе δ -электрон или фотон, дающие затем каскадный ливень в свинце. Теоретическая оценка дает для числа таких ливней 10^{-6} / см² сек. на один мезон, в то время как эксперимент дает 10^{-3} / см² сек. Таким образом, ни один из известных процессов не может, повидимому, объяснить взрывной ливень. Возможно, что мы имеем здесь дело с тем же процессом, который приводит к образованию „особого“ ливня.

3. Два ливня „локального“ типа. В камере наблюдается ливень с числом частиц ~ 100 , занимающий $1/3$ объема камеры. В остальных $2/3$ камеры частиц почти нет (наблюдаются только рассеянные частицы, возможно, δ -электроны). Подобные „локальные“ образования в воздушных ливнях наблюдал Daudin⁽⁷⁾. Он считает, что эти образования могут быть объяснены наличием потолка над камерой. В наших опытах над камерой был потолок с количеством вещества ~ 15 г/см². Ливень с числом частиц > 50 не может, во всяком случае, быть объяснен каскадным процессом, имеющим место в потолке над камерой. Тем более такой ливень не может быть обычным воздушным каскадным ливнем.

Как указывают Л. Разоренов и А. Князев⁽⁸⁾, при регистрации ливней Оже двумя ионизационными камерами и коробкой счетчиков, расположенной на большом расстоянии от камер, часть одновременных толчков в двух камерах резко отличается друг от друга по величине. Возможно, что часть этих неравных импульсов обусловлена „локальными“ ливнями такого же типа, что и наблюдаемые в камере Вильсона.

В заключение приношу благодарность Н. А. Добротину за постоянную помощь в работе и В. И. Векслеру за предоставление темы и ряд ценных указаний.

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

Поступило
15 V 1948

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 L. Janossy, M. Cusker and D. Rochester, Nature, 148, 660 (1941). ⁶ Н. Добротин и В. Цырлин, ДАН, 57, 443 (1947). ⁷ J. Daudin, Ann. de Phys., 18, 145, 217 (1943). ⁸ Л. Разоренов и А. Князев, ДАН, 60, № 9 (1948).