

И. А. ДОБРОТИН, Г. М. СТАШКОВ и В. Ю. ЦЫРЛИН

ИССЛЕДОВАНИЕ ГЕНЕТИЧЕСКИ СВЯЗАННЫХ ТОЛЧКОВ С ПОМОЩЬЮ ПРОПОРЦИОНАЛЬНЫХ СЧЕТЧИКОВ

(Представлено академиком Д. В. Скобельцыным 11 II 1949)

В работах памирских экспедиций 1946 и 1947 гг. с пропорциональными счетчиками (1-3) было установлено существование в группах пропорциональных счетчиков одновременных импульсов, которые не могут быть объяснены прохождением обычных ливней из большого числа заряженных частиц.

Совпадающие импульсы не могли быть объяснены и прохождением через установку медленных сильно ионизирующих частиц от обычных ядерных расщеплений. В связи с этим рассматриваемое явление было названо авторами генетически связанными толчками.

В 1948 г. исследование генетически связанных толчков было продолжено на высоте 3860 м с помощью более совершенной установки,

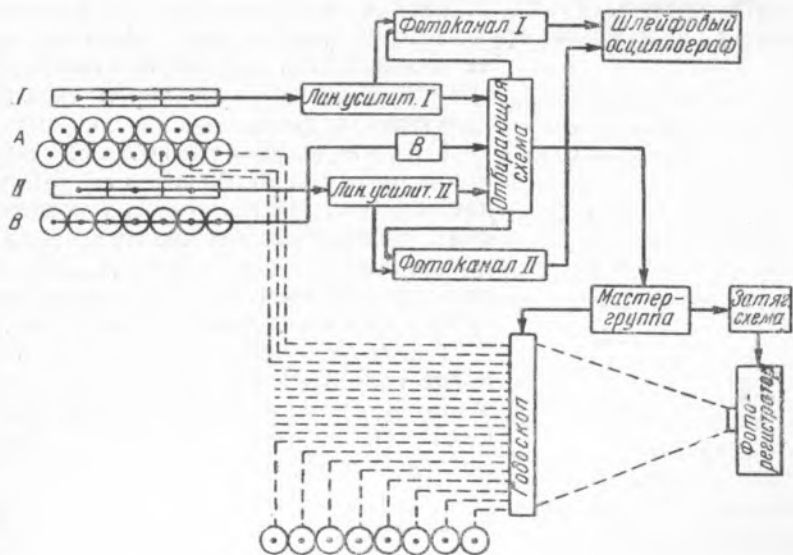


Рис. 1

представлявшей собой телескоп из двух групп пропорциональных счетчиков в сочетании с годоскопом из быстро действующих счетчиков. Схема установки представлена на рис. 1: каждая из групп пропорциональных счетчиков I и II состояла из трех параллельно соединенных плоских счетчиков конструкции Л. Белла и В. Векс-

лера (4). Размеры счетчиков: рабочая длина 250 мм, ширина 60 мм, высота 20 мм. Толщина стенок 1,5 мм меди. Наполнение — газовая смесь из 60% аргона и 40% метана, давление 741 мм рт. ст.

Определение абсолютной чувствительности счетчиков проводилось по описанному в литературе способу (5).

Регистрировались одновременные совпадения между I и II группами пропорциональных счетчиков и группой самогасящихся быстро действующих счетчиков В (рис. 1), включенных для устранения случайных совпадений.

Радиотехническая часть установки состояла из двух линейных усилителей для пропорциональных счетчиков, одного канала для быстро действующих счетчиков В, отбирающей схемы, двух фотоканалов для записи величин импульсов в пропорциональных счетчиках и мастер-группы, управлявшей годоскопом. Величина ионизационных толчков, возникавших в пропорциональных счетчиках при совпадениях, записывалась на пленку шлейфовым осциллографом.

Между пропорциональными счетчиками помещались два ряда счетчиков А, расположенных вплотную друг к другу, длиной 300 мм и диаметром 33 мм.

Каждый из этих счетчиков был присоединен к ячейке годоскопа. Совпадающий по времени разряд в счетчике А и мастер-импульс от тройных совпадений (I, II, В) зажигали неоновую лампочку соответствующей ячейки годоскопа. Зажегшиеся неоновые лампочки фотографировались фоторегистратором.

На расстоянии 2 м от телескопа располагались восемь быстро действующих счетчиков группы С площадью $S = 100 \text{ см}^2$ каждый, для регистрации широких ливней. Каждый из счетчиков С был также соединен с ячейкой годоскопа.

В установке был применен неоновый годоскоп без электронных ламп системы Л. Н. Кораблева (6).

Порог чувствительности установки выбирался равным 25 ± 5 релятивистских частиц, т. е. установка срабатывала, если ионизация, создаваемая в каждой группе пропорциональных счетчиков, была не меньше той, какую бы создали одновременно прошедшие через счетчики 25 релятивистских частиц.

Обсуждение результатов. Установка регистрировала всего $7,1 \pm 0,5$ совпадений в час. На полученных годоскопических снимках подсчитывалось число зажегшихся лампочек в группе А. Распределение совпадений по числу зажегшихся лампочек группы А приведено на рис. 2.

Имелось небольшое число случаев, когда совпадающие разряды не сопровождались разрядом в годоскопических счетчиках. Из рассмотрения рис. 2 видно, что кривая состоит из двух ветвей. Совпадения в двух группах пропорциональных счетчиков, соответствующие правой ветви кривой, сопровождаются большим числом вспыхнувших лампочек и могут быть объяснены прохождением ливня из большого числа заряженных частиц. Совпадающие

разряды, относящиеся к левой ветви, сопровождаются малым числом вспыхнувших лампочек.

В связи с этим было проведено разделение всех совпадающих разрядов на две группы. К одной группе отнесены совпадающие

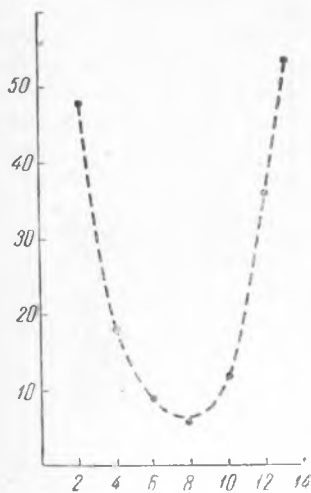


Рис. 2

разряды, которые регистрировались одновременно с разрядом любого, хотя бы одного, из восьми счетчиков группы С, т. е. совпадающие разряды, вызываемые широкими ливнями или связанные с ними. Таких совпадений было зарегистрировано $3,6 \pm 0,3$ в час.

К другой группе отнесены все совпадающие разряды, не сопровождающиеся широкими ливнями. Таких совпадений зарегистрировано $3,5 \pm 0,3$ в час. Кривые распределения числа случаев для разного числа зажегшихся лампочек группы А для этих обеих групп приведены на рис. 3.

Таким образом, кривая *a* рис. 3 дает совпадающие разряды, вызываемые ливнями, а кривая *b* — толчки, не связанные с ливнями. Сумма кривых *a* и *b* дает кривую рис. 2.

Для сопоставления величин совпадающих импульсов в пропорциональных счетчиках были вычислены коэффициенты корреляции по формуле (7)

$$r = \frac{\frac{1}{n} \sum n_{xy} (x - \bar{x})(y - \bar{y})}{\sqrt{\left(\frac{\sum n_x x^2}{n} - \bar{x}^2\right) \left(\frac{\sum m_y y^2}{n} - \bar{y}^2\right)}}$$

где x, y — величины импульсов в пропорциональных счетчиках и n_x, m_y — частоты соответственных значений x и y . В случае идеальной корреляции $r = 1$, при полном отсутствии корреляции $r = 0$.

Для кривой *b* рис. 3 (для толчков, не связанных с широкими ливнями) корреляция между величинами импульсов в обеих группах пропорциональных счетчиков отсутствует ($r \approx 0$).

Для совпадающих разрядов, связанных с ливнями (кривая *a* рис. 3) имеется заметная корреляция между величинами импульсов в пропорциональных счетчиках: $r = 0,36$.

Большое отклонение значения r от единицы показывает, что в широких ливнях, регистрируемых установкой, большую роль играют тяжелые, сильно ионизирующие частицы. Этот вывод хорошо согласуется с данными работы Л. Разоренова и А. Князева (8), полученными с ионизационными камерами. Для более плотных ливней (когда в группе С срабатывают не менее шести счетчиков) коэффициент корреляции увеличивается и становится равным 0,65. Спектр этих плотных ливней (для случаев, соответствующих срабатыванию не менее шести счетчиков группы С) имеет вид:

$$N(> \rho) = C\rho^{-\kappa}, \quad \kappa = 1,2 \pm 0,4,$$

где ρ — величина толчка, выраженная в релятивистских частицах.

Спектр в общем согласуется с данными, полученными на той же высоте для широких ливней методом многократных совпадений (9).

Однако абсолютное число ливней, регистрируемых нашей установкой, в 2—3 раза больше, чем число ливней, зарегистрированное методом многократных совпадений.

Спектр толчков, не связанных с широкими ливнями, имеет вид

$$N(> \rho) = C\rho^{-\gamma}, \quad \gamma = 2,4 \pm 0,4.$$

По данным, полученным с ионизационными камерами, $\gamma = 2,0 \pm 0,2$ (10). Оба эти спектра приведены на рис. 4.

При помещении над установкой свинца (18 см сверху и 14 см сбоку) общее число совпадений увеличилось с $7,1 \pm 0,5$ до $15,7 \pm$

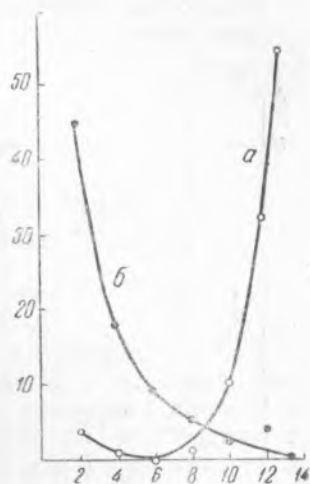


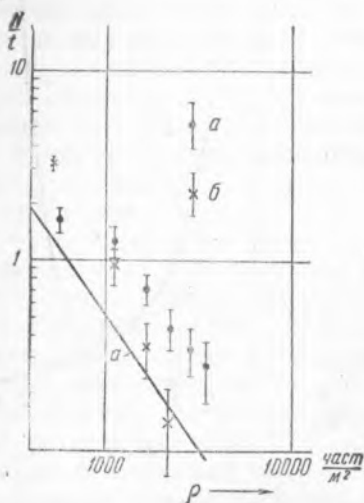
Рис. 3

$\pm 0,2$ в час. Из них совпадения, связанные с широкими ливнями, составляют $1,37 \pm 0,7$ в час и не связанные с широкими ливнями $14,5 \pm 0,2$ в час. Увеличение числа толчков под свинцом в основном идет за счет плотных ливней, вызывающих зажигание большого числа лампочек группы А. Очевидно, это вторичные ливни, образованные в свинце и содержащие как релятивистские, так и медленные сильно ионизирующие частицы (¹², ¹¹).

Выводы. Проведенные опыты показывают, что совпадения в двух группах пропорциональных счетчиков, расположенных друг под другом, могут быть разделены на две категории. К первой категории относятся совпадения, сопровождаемые малым числом заряженных частиц. Для этих совпадений корреляция величин импульсов отсутствует. Следовательно, они вызваны сильно ионизирующими частицами. Малое поглощение фильтрами, помещенными между счетчиками (², ³), установленное нашими предыдущими работами, показывает, что вызывающие их частицы не могут быть сильно ионизирующими частицами от обычных ядерных расщеплений. Таким образом, вывод о существовании генетически связанных толчков, сделанный нами на основании предыдущих работ, находит себе полное подтверждение.

Ко второй категории относятся совпадения, связанные с ливнями из релятивистских частиц. В основном это широкие атмосферные ливни. Существенное отклонение значения коэффициента корреляции от единицы и увеличение

Рис. 4. *a* — спектр толчков, связанных с широкими плотными ливнями; *b* — спектр толчков, не связанных с широкими ливнями



числа плотных ливней, регистрируемых пропорциональными счетчиками, по сравнению с методом многократных совпадений, показывает, что и в этих совпадениях сильно ионизирующие частицы играют заметную роль.

В заключение авторы приносят благодарность акад. Д. В. Скобелцыну за ценную дискуссию результатов.

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

Поступило
25 I 1949

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ Н. Добротин и В. Цырлин, ДАН, 57, 443 (1947). ² Н. Добротин, С. Никольский и В. Цырлин, ДАН, 61, 249 (1949). ³ Д. Ракитин и Г. Сташков, ДАН, 61, 263 (1948). ⁴ Л. Белл и В. Векслер, ЖЭТФ, 17, 170 (1947). ⁵ А. Алиханян, А. Алиханов и С. Никитин, J. of Physics, 9, 167 (1945). ⁶ Л. Н. Кораблев, ДАН, 62, 215 (1948). ⁷ В. И. Романовский, Применение математической статистики в опытном деле, 1947. ⁸ Л. Разоренов и А. Князев, ДАН, 60, 1531 (1948). ⁹ Г. Зацепин, Л. Эйдус, И. Розенталь и В. Миллер, ЖЭТФ, 17, 1125 (1948). ¹⁰ R. E. Larr, Phys. Rev., 69, 321 (1946). ¹¹ А. Любимов и Г. Жданов, ДАН, 55, 119 (1947). ¹² В. Векслер, А. Любимов и Л. Курносова, ЖЭТФ, 17, 1026 (1947).