

А. П. ЖДАНОВ

**О РАСПРЕДЕЛЕНИИ ЯДЕРНЫХ РАСЩЕПЛЕНИЙ  
ВБЛИЗИ БОЛЬШИХ ЛИВНЕЙ ИЗ ТЯЖЕЛЫХ ЧАСТИЦ**

(Представлено академиком П. И. Лукирским 13 XII 1948)

В опубликованных ранее статьях (1) было впервые приведено описание и стереомикрофотография большого ливня приблизительно из 100 тяжелых частиц, зарегистрированного в толстослойных фотопластинках, экспонированных космическими лучами на высоте 9000 м. Позднее (2), в связи с аномальным выходом ядерных расщеплений, было наблюдено значительное количество ядерных расщеплений с выбрасыванием многих (до нескольких десятков) тяжелых заряженных частиц.

Ниже дается описание второго интересного ливня из очень большого числа (80—70) тяжелых частиц (рис. 1). Весьма характерно, что вблизи таких мощных ядерных „взрывов“ наблюдается высокая концентрация более простых ядерных расщеплений. Так например, вблизи первого ливня на площади  $\sim 0,5$  мм<sup>2</sup> было 9 ядерных расщеплений; в данном случае, на площадке в 0,06 мм<sup>2</sup> в непосредственной близости от ливня (площадь, заснятая на фотографии) имеется 16 ядерных расщеплений, что в 4500 раз превышает величину нормального выхода из ядерных расщеплений космическими лучами.

Картину распределения и характер самих расщеплений около ливня можно видеть из карты (рис. 2), составленной путем схематической зарисовки при просмотре в микроскоп площади толстослойной пластинки в 1,44 мм<sup>2</sup> (размер карты в натуре 55 × 55 см). Из рисунка видно, что расщепления сконцентрированы вблизи самого ливня и преимущественно в направлении вылета его частиц. С помощью этой карты было более детально изучено распределение расщеплений по углам, а также распределение их с расстоянием от центра ливня. Расщепления разделялись на 3 класса: (1) „звезды“ (S), когда выброшенные частицы распределены беспорядочно; (2) „собранные“ расщепления — „ливни“ (P), когда частицы выбрасываются внутри узкого сравнительно конуса (с углом расхождения не более 90° в проекции на плоскость), и (3) одиночные следы (T). Кроме того, производилась разбивка на группы: 1 — с пробегами больше 10 см воздушного эквивалента, 2 — с пробегами меньше 10 см и 3 — суммарная группа из первых двух.

Полученные данные для углового распределения представлены на рис. 3, а, где длины отрезков и цифры около них соответствуют числу расщеплений в 4 секторах: OA — по направлению вперед, OB — назад, OD — влево и OC — вправо. Как видно из графиков, асимметрия в угловом распределении хорошо заметна для группы 1 и очень резко выражена для ливней (во всех группах). На рис. 3, б изобра-

жено угловое распределение в 6 секторах (через 60°), для  $S + P + T$  с пробегами больше 10 см воздушного эквивалента.

Для суждения о распределении расщеплений с расстоянием, на карте проводились концентрические кольцевые зоны (ширина зоны

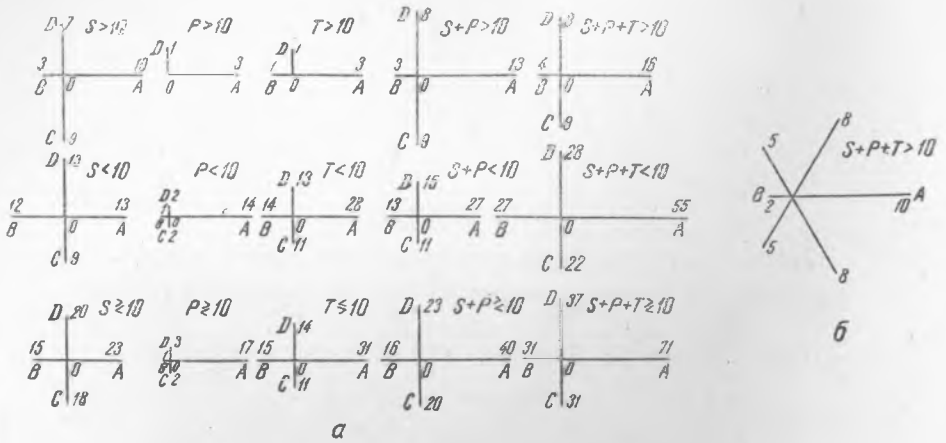


Рис. 3

соответствовала 44,4 м в толстослойной пластинке) и подсчитывалось число расщеплений в каждой половине зоны А (в направлении вылета частиц ливня) и В (в противоположном направлении). Результаты представлены на рис. 4 графиками, на которых по оси абсцисс отложены зоны, а по оси ординат — концентрация расщеплений (число их на 1 мм<sup>2</sup> площади) в соответствующих зонах. Графики показывают

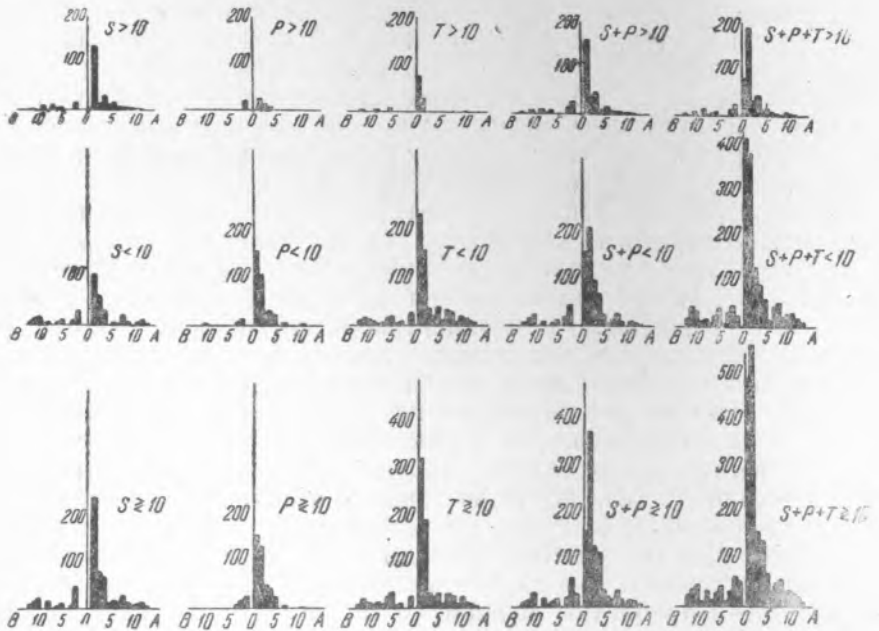


Рис. 4

резкое падение концентрации расщеплений с расстоянием от центра ливня по направлению „вперед“ и очень слабое спадание в противоположном направлении. Любопытно, что это наблюдается для всех классов расщеплений и во всех группах.

Приведенные выше данные с несомненностью указывают на то, что вилки около большого ливня связаны с ним. При этом мыслимы две возможности:

1) вилки происходят от него и представляют вторичные ядерные расщепления;

2) вилки имеют общее с ним происхождение (например в результате того, что на пластинку подействовал мощный узкий пучок космических частиц).

Асимметрия в угловом распределении вилок, а также уменьшение числа их с удалением от ливня заставляют считать более вероятным первое предположение. Вилки производятся какими-то частицами, которые выбрасываются преимущественно в направлении вылета частиц самого ливня и имеют очень большое поперечное сечение для взаимодействия с ядрами (на что указывает очень высокая концентрация вилок). Так как большая часть вилок является „звездами“ (рис. 2), то возможно, что большинство этих частиц является медленными отрицательными мезонами <sup>(3)</sup> или варитронами <sup>(4)</sup>. Наши данные позволяют оценить порядок величины поперечного сечения  $\sigma$ . А именно: быстрое уменьшение концентрации вилок (рис. 4) в зонах 2—5 (в согласии с геометрией ливня и расположением его в эмульсионном слое) может быть выражено формулой:

$$\frac{I}{I_0} = A \frac{e^{-\sigma n r}}{r^2},$$

где  $r$  — расстояние от центра ливня, а  $n$  — число ядер в единице объема эмульсии.

Определяя  $I$  и  $r$  из экспериментальных кривых и зная  $n$  (из состава эмульсии), получаем для  $\sigma \sim 10^{-21} - 6 \cdot 10^{-23}$  см<sup>2</sup>.

Резко выраженное угловое распределение частиц ливня, а также асимметрия в распределении вторичных расщеплений указывают на то, что такие ливни вызываются очень быстрыми частицами космической радиации.

Таким образом, при взаимодействии очень быстрых частиц (при энергии их не менее  $10^{10} - 10^{11}$  eV) с ядрами может происходить не только полное расщепление последних <sup>(5)</sup>, но и образование при этом новых частиц.

В заключение считаю своим приятным долгом выразить благодарность акад. П. И. Лукирскому за интерес к данной работе и обсуждение ее результатов, а также К. Ф. Друсикис за работу по составлению карты и промерам.

Радиевый институт  
Академии наук СССР

Поступило  
6 XII 1948

#### ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

<sup>1</sup> А. П. Жданов, ДАН, 23, 29 (1939); Nature, 143, № 3625 (1939). <sup>2</sup> А. П. Жданов, Физика в школе, № 2 (1946); Phys. Rev., 65, 202 (1944). <sup>3</sup> П. И. Лукирский и Н. А. Перфилов, ДАН, 54, 219 (1948); 61, 257, 259 (1948). <sup>4</sup> А. И. Алиханов и А. И. Алиханян, J. of Phys., 11, 97 (1947). <sup>5</sup> А. П. Жданов, ДАН, 46, № 9 (1945).