

ИССЛЕДОВАНИЕ ФОРМЫ АДРОННЫХ ЛАВИН В
ИОНИЗАЦИОННОМ КАЛОРИМЕТРЕ

В. П. Павлюченко, В. И. Яковлев

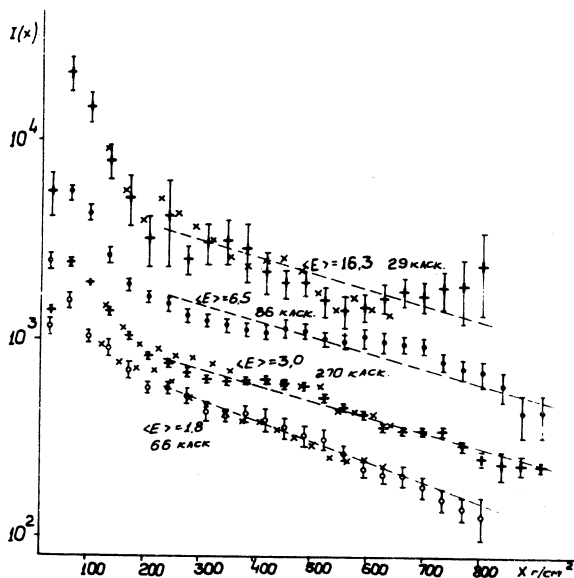
Приводимые здесь экспериментальные данные получены на комплексной установке для исследования широких атмосферных ливней /1/. Ионизационный калориметр имеет площадь 36 м^2 и содержит 15 рядов ионизационных камер. Полная толщина поглотителя с учетом толщины стенок камер — 830 г/см^2 свинца. Толщина поглотителя в сантиметрах по рядам распределяется следующим образом: I x $2,5 \text{ см}$ + I x $4,5 \text{ см}$ + 5 x $2,5 \text{ см}$ + 7 x $5,0 \text{ см}$ + I x 10 см .

Обработка данных проводилась с помощью ЭВМ. Ниже приводятся условия выборки событий с энерговыделением в калориметре выше 2 Тэв (часть материала обработана для энерговыделений выше 1 Тэв): 1) Ионизация в первом ряду составляет $\leq 0,33$ ионизации во втором ряду, что существенно снижает роль электронно-фотонного сопровождения из атмосферы и случаев одновременного прохождения нескольких адронов. 2) Длина каскада от точки генерации до выхода из калориметра $\geq 510 \text{ г/см}^2$. Средняя длина отобранных лавин оказалась равной 790 г/см^2 . 3) Угол каскада с вертикалью θ соответствует $\cos \theta \geq 0,7$. 4) Величина энергии каскада, проносимой за пределы калориметра, ΔE меньше энергии E_k , измеренной в пределах калориметра. Это условие увеличивает надежность и точность определения энергии каскада. Для отобранных событий $\Delta E = 0,33E_k$. ΔE вычислялось аналогично работе /2/. 5) Исключались события, в которых поглощение каскада более чем вдвое превышало поглощение электронно-фотонного каскада. Это требование предохраняет от включения в статистику событий с опасными редкими ошибками при кодировании регистрируемого события.

Для построения усредненного каскада проводилось интерполирование в точках, удаленных друг от друга на 35 г/см^2 погло-

тителя. Затем проводилось усреднение значений ионизаций в точках, равноудаленных от начала индивидуальных каскадов.

На рис. I приведены усредненные каскады для четырех энергетических интервалов: 1,2 - 2,4 Тэв, 2,4 - 4,8 Тэв, 4,8 - 9,6

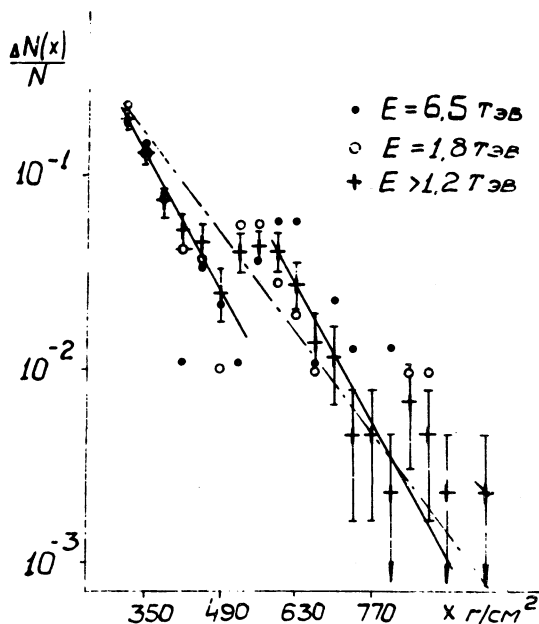


Р и с. I. Усредненные адронные лавины.

Тэв и $\geq 9,6$ Тэв. Там же для сравнения косым крестом без указания ошибок показаны наши прежние данные /2/. Пунктирными линиями проведены зависимости величины ионизации от глубины в предположении экспоненциального поглощения на глубинах, превышающих пробег для взаимодействия. Определенное по методу наименьших квадратов с учетом ошибок измерения значение пробега для поглощения оказалось равным 420 г/см^2 для $\langle E \rangle = 1,8$ Тэв и 550 г/см^2 для $\langle E \rangle = 3,0$ Тэв. Точность величины пробега не хуже 10%. Из рисунка видно, что поглощение имеет нерегулярный характер. Поэтому для каскадных кривых с $\langle E \rangle = 6,5$ Тэв и $\langle E \rangle = 16$ Тэв приведены экспоненциальные зависимости от глубины с пробегом 550 г/см^2 , определенным из эксперимента для энергии

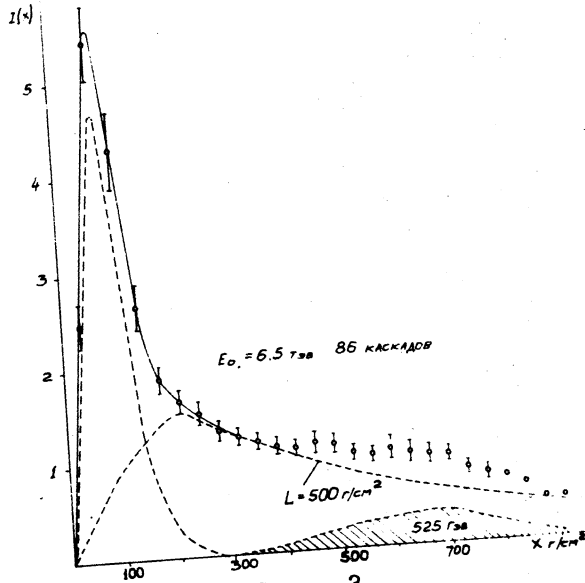
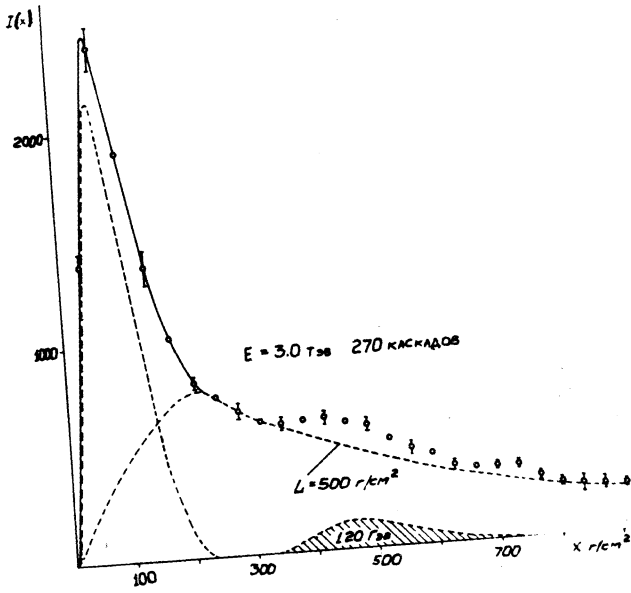
$\langle E \rangle = 3,0$ Тэв, при которой нерегулярность кривой не столь противоречит единому экспоненциальному поглощению.

Мы попытались установить причину, ответственную за нерегулярный вид усредненных каскадов. Для этого в индивидуальных

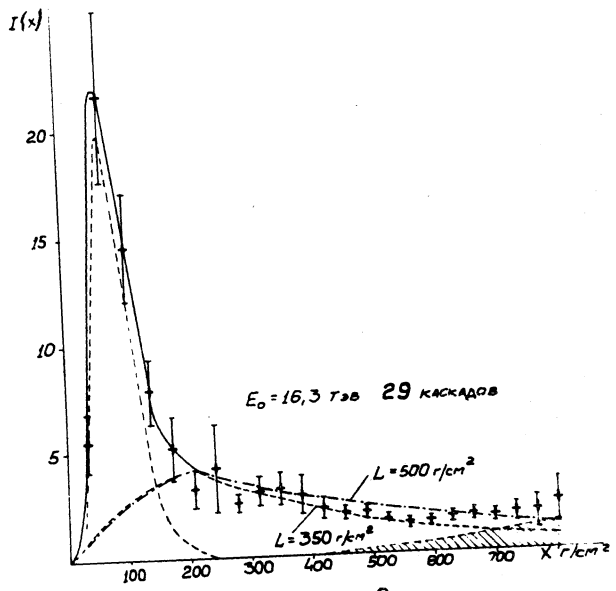


Р и с. 2. Распределение положений основного из вторичных максимумов.

лавины определялось местоположение основного из вторичных максимумов, обусловленных вторичными взаимодействиями. Распределения числа событий с заданным положением основного из вторичных максимумов в функции расстояния от начала всего каскада до этого максимума приведены на рис. 2. Попытка описать полученное распределение для каскадов с $E > 1,2$ Тэв каким-то единым законом (штрих-пунктир) дает $P(\chi^2) < 0,001$. Таким образом события разбиваются на два класса. Из рисунка видно, что намечается сдвиг правой ветви распределения по мере роста энергии каскада дальше от начала каскада, что отражает аналогичную тенденцию



Р и с. 3.



Р и с. 3.

для нерегулярности в кривых рис. 1. Такую зависимость может давать распадающаяся компонента, и мы попытались ее выделить. Для этого из усредненных кривых был выделен каскад, обусловленный вторичными взаимодействиями пионов и сохранившегося нуклона в калориметре. Этот каскад строился в виде $(x/\lambda_{вз})\exp(-x/L)$, где $\lambda_{вз} = 200 \text{ г/см}^2$ - пробег для взаимодействия адронов в свинце, а $L = 500 \text{ г/см}^2$ - пробег для поглощения каскада в свинце /3/ (для $E = 16,3 \text{ Тэв}$ принято $L = 350 \text{ г/см}^2$ в соответствии с ходом начального участка кривой поглощения на рис. 1 и данными /2/).

Полученные результаты показаны схематически на рис. 3. Заштрихованные области соответствуют предполагаемой "длиннопробежной" компоненте. Видно, что с ростом энергии влияние этой компоненты сказывается все дальше от начала каскада, а доля энергии, передаваемая в среднем в неизвестную компоненту, возрастает.

Авторы понимают, что приведенные результаты не являются доказательством того, что во взаимодействиях высокоэнергичных адронов образуется некоторая неизвестная компонента, однако полученные данные говорят в пользу такого предположения. В настоящее время продолжается накопление и обработка экспериментальных материалов, а также выявление методических эффектов, могущих имитировать полученный результат.

Авторы благодарят Н. А. Добротина и С. И. Никольского за большой интерес к работе.

Поступила в редакцию
14 января 1972 г.

Л и т е р а т у р а

1. Т. П. Аминев и др. Труды ФИАН, 46, 157 (1970).
2. Р. А. Нам, С. И. Никольский, В. П. Павлюченко, В. И. Яковлев. Изв. АН СССР, сер. физ., 35, 2059 (1971).
3. Е. И. Тукш. Диссертация, ФИАН, 1963 г.