

ИССЛЕДОВАНИЕ СООТНОШЕНИЯ ЭНЕРГИИ ЭЛЕКТРОННО-ФОТОННОЙ
И АДРОННОЙ КОМПОНЕНТ В СТВОЛАХ ШИРОКОГО
АТМОСФЕРНОГО ЛИВНЯ

С. И. Никольский, В. И. Яковлев

УДК 537.591.15

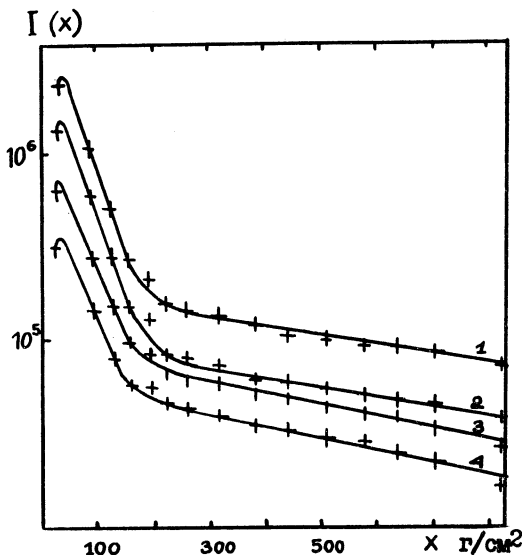
Экспериментальные данные о доле энергии в стволах широких атмосферных ливней, несомой электронно-фотонной компонентой, указывают на изменение характеристик взаимодействия адронов при энергии выше 100 Тэв.

Исследования проводились на Тянь-Шаньской комплексной установке для изучения широких атмосферных ливней /1/. Управляющая система отбирала широкие атмосферные ливни, ось которых проходила в круге радиусом 12 м около центра установки. При дальнейшей обработке из всех зарегистрированных событий отбирались ливни, ось которых проходила через ионизационный калориметр, который имел размеры $6 \times 6 \text{ м}^2$ и полную толщину свинцового поглотителя по вертикали $\approx 830 \text{ г/см}^2$.

Отобранные таким образом события группировались по величине полного энерговыделения в пределах калориметра. Для каждого ливня определялась величина энергии электронно-фотонной компоненты ствола $E_{\text{эф}}$ (энерговыделение в трех верхних рядах калориметра толщиной ~ 20 каскадных единиц) и энергия адронной компоненты $E_{\text{а}}$ (энерговыделение в 4-15 рядах ионизационного калориметра на глубинах от ~ 130 до 830 г/см^2 поглотителя). При таком определении энергии электронно-фотонной и адронной компонент систематическая методическая погрешность не превышает 7%. Чтобы учесть энергию адронной компоненты, выносимую за пределы калориметра ΔE , для каждой группы событий были построены усредненные каскадные кривые, примеры которых приведены на рис.1. Для каждой кривой был определен пробег для поглощения энергии адронной ком-

полюсы в свинце L и вычислено $\Delta E = (\beta/t) \int_{830}^{\infty} I(830)e^{-t/L} dt$.

Здесь β и t - критическая энергия и каскадная единица для свинца, $I(830)$ - ионизация на выходе из calorиметра, т.е. на глубине 830 г/см² свинца.

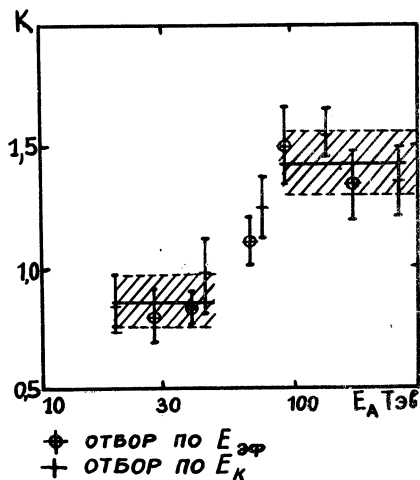


Р и с.1. Усредненные ядерно-каскадные кривые при группировке по величине $E_{эф}$: 1 - $E_A = 174$ Тэв, $L = 905$ г/см², 26 событий; 2 - $E_A = 91$ Тэв, $L = 900$ г/см², 50 событий; 3 - $E_A = 67$ Тэв, $L = 742$ г/см², 56 событий; 4 - $E_A = 40$ Тэв, $L = 720$ г/см², 26 событий

Наконец, для каждой группы событий определялись средние значения $\langle E_{эф} \rangle$, $\langle E_A \rangle = \langle E_a \rangle + \Delta E$ и $K = \langle E_{эф}/E_a \rangle \langle E_a \rangle / \langle E_A \rangle$.

Полученные результаты показаны на рис.2 крестами. Чтобы убедиться в устойчивости полученного результата мы произвели разбиение событий на группы по величине $E_{эф}$ и проделали аналогичную обработку. При этом получились результаты, показанные на рис. 2 кружками.

Таким образом, несмотря на учет возрастания пробега для поглощения адронных лавин в области энергий $E_A > 40$ Тэв (это возрастание L отмечалось в /2/), нами получены результаты, сви-



Р и с.2. Зависимость величины K от энергии адронной компоненты

детальствующие о возрастании величины K от $0,86 \pm 0,1$ в области энергий 20–40 Тэв до $1,43 \pm 0,13$ при $E_A > 100$ Тэв.

Мы проанализировали случаи каскадов, образовавшихся в свинце калориметра от одиночных адронов с малым сопровождением. И в этом случае при переходе к энергии ~ 100 Тэв одновременно с возрастанием пробега поглощения лавины в глубине калориметра наблюдается возрастание доли энергии, передаваемой от первичного адрона в электронно-фотонную компоненту в начале каскада. Однако этот рост приблизительно вдвое меньше, чем в ливнях. Нам кажется преждевременным делать физические выводы из этого различия, тем более, что число каскадов, образовавшихся в калориметре при энергиях выше 50 Тэв, крайне ограничено (7 взаимодействий).

В работе /3/ величинам $E_{эф}$ и E_a определялись из вида пространственного распределения потоков энергии, несомых электронно-фотонной и адронной компонентами ливня. В этой работе для рассеяний $r \leq 2,5$ м от оси ливня отношение $E_{эф}/E_A = 1,54 \pm 0,15$ при

$E_A > 25$ Тэв, что не противоречит результатам, полученным в настоящей работе.

Если допустить, что мы все же недооцениваем величину ΔE (при $E_A > 40$ Тэв), то придется предположить, что L возрастает от 600–700 г/см² при $E_A < 40$ Тэв до $L \sim 2700$ г/см² при $E_A > 100$ Тэв, что противоречит как результатам, приведенным в настоящей работе, так и ранее полученным результатам /2/.

На наш взгляд, наблюдаемое возрастание величины K в области энергий $E_A > 40$ Тэв трудно объяснить способом, отличным от предположения о гамманизации /4/.

Таким образом, полученные нами данные свидетельствуют о том, что в области энергий адронов ~ 40 –100 Тэв происходит существенное изменение характера взаимодействия адронов. Это изменение сопровождается как увеличением доли энергии, передаваемой в мягкую компоненту, отмечавшимся и в /4/, так и появлением новых частиц, имеющих свойства, отличные от свойства нуклонов и пионов /2/.

Весьма интересно, что пороговые изменения процесса множественной генерации при неупругих столкновениях адронов обнаружены в области энергий, близкой к энергии унитарного предела.

Поступила в редакцию
26 декабря 1975 г.

Л и т е р а т у р а

1. Т. П. Аминаева, В. С. Асейкин, Ю. Н. Вавилов и др. Труды ФИАН 46, 157 (1970).
2. V. S. Aseikin, G. Ya. Goryacheva, S. I. Nikolsky, V. I. Yakovlev. Trans. ICCR, Munchen, V. 7, p. 2462, 1975.
3. В. С. Асейкин, Р. А. Нам, С. И. Никольский, Н. М. Нестерова, В. А. Ромашкин, Е. И. Туккин, А. П. Чубенко, В. И. Яковлев. Известия АН СССР, сер. Физ., 40, № 5 (1976).
4. С. И. Никольский, ЖЭТФ 51, 804 (1966).