

ԵՐԵՎԱՆԻ ՖԻԶԻԿԱԿԱՆ ԻՆՏԻՏՈՒՏ  
ЕРЕВАНСКИЙ ФИЗИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

ԳՐԱԿԱՆ ՀԱՂՈՐԴՈՒՄ ՆԱՍԿԻՆԵ ՏՈՅԵՐԻՆԵ

ԷՓԻ 83(74)

*Մ.Օ. Ազարյան, Է. Ա. Մամիլճյան*

ИЗУЧЕНИЕ КАСКАДНЫХ ЛИВНЕЙ В ЖЕЛЕЗЕ

ԱՐՄՍ



ԵՐԵՎԱՆ

1974

ԵՐԵՎԱՆ

ЕРЕВАНСКИЙ ФИЗИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

Научное сообщение БФИ-83(74)

М.С.АЗАРЯН, Э.А.МАМИДЖАНЫ

ИЗУЧЕНИЕ КАСКАДНЫХ ЛИВНЕЙ В ЖЕЛЕЗЕ

Ереван 1974

М.О.АЗАРЯН, Э.А.МАМИДЖАНЫАН

## ИЗУЧЕНИЕ КАСКАДНЫХ ЛИВНЕЙ В ЖЕЛЕЗЕ

Из сравнения каскадных кривых, полученных на ионизационном калориметре, с теоретическими следует хорошее согласие теории с экспериментом при энергиях  $E \approx 700$  Гэв и  $E \approx 1200$  Гэв. Из экспериментальных каскадных кривых следует, что нормированные потери частицы в железе равны  $dE/dx = 1,54 \cdot 10^6 \frac{\text{ЭВ}}{\text{Г/СМ}}$ .

Ереванский физический институт  
Ереван 1974

Scientific Report БФН-83(74)

M.AZARYAN, E.MAMIDZHANYAN

THE STUDY OF CASCADE SHOWERS  
IN IRON

The nuclear-cascade showers, which are generated in the iron target by 1-10 TeV cosmic-ray neutron are investigated. Experimental data well agree with the theoretical predictions of Ivanenko et al.

Yerevan Physics Institute  
Yerevan, 1974

© Ереванский физический институт, 1974

### Установка

Ионизационный калориметр состоял из десяти рядов ионизационных камер, прослоенных слоями железа. В первых двух рядах установки было по 33 ионизационных камер, а в последнем 12-м ряду - 30 камер. В остальных рядах находилось по 32 камеры. Камеры, длиной 330 см и диаметром 10 см, были расположены во взаимноперпендикулярных направлениях.

Такое расположение рядов камер, чередующихся с железными слоями установки, позволяет с хорошей точностью проследить направление падающего на установку адрона и построить ядерно-каскадную кривую [1].

"Элементарные" слои железа по 10 см каждый являлись мишенью для адронных взаимодействий в установке. Полная толщина поглотителя составляла 6 л.

В работах [2,3] нами было показано, что калориметр с железным поглотителем толщиной 6 л и ионизационными камерами в качестве детекторов измеряет 85-90% энергии взаимодействующего адрона.

## Ядерно-каскадные кривые

Из распределения полных коэффициентов неупругости в железе (см. рис. [1, 4]), следует, что число наблюдаемых по глубине калориметра максимумов ядерно-каскадной кривой в большинстве случаев  $\geq 2$ , так как коэффициент неупругости в железе равен  $0,76 \pm 0,08$ . Действительно, одиночный адрон при своем взаимодействии с веществом установки на глубине  $X_1$  рождает  $\pi^0$ -мезоны и вторичные сильно взаимодействующие частицы и уносит некоторую долю энергии ( $\bar{K} \cdot E$ ). Каскадная-то частица из вторичных адронов может испытать взаимодействие на некоторой глубине  $X_2 > X_1$ . Этот процесс может повториться несколько раз, что приведет к ядерно-каскадной кривой с несколькими максимумами, распределенными по глубине калориметра.

При этом естественно, что ядерные лавины поглотятся в большем количестве вещества по сравнению с чисто электромагнитными каскадами, которые развиваются и поглощаются в  $\sim 25 \frac{1}{2}$  единицах железа при  $E \sim 1000$  Гэв [5].

Примеры каскадов приведены на рис. 1

### Сравнение экспериментальных каскадных кривых с теоретическими

Из картины взаимодействия адронов в веществе калориметра следует, что среди ядерных каскадов будут и одномаксимумные, которые характеризуют взаимодействия с полной передачей энергии в электронно-фотонную компоненту ( $K \sim I$ ).

Поэтому для сравнения с теоретическими кривыми для первичного электрона, рассчитанными в работе [6], отбирались каскады с од-

ныи максимумом и глубиной развития в калориметре  $\sim 25 \pm$  ед. В предположении, что отобранные по этому критерию каскады являются чисто электронными.

Было отобрано 160 случаев взаимодействий адронов в железе наличием ионизации лишь в шести чередующихся рядах установки. Их распределение по величине толчка дается в таблице I.

Таблица I

Величина толчка $J$ в числе рел. част.	Число событий $N(\geq Y)$
50000	160
8000	82
10000	50
15000	20

На рис. 2 приведены результаты сравнения экспериментальных значений с теоретическими.

Каскады с ионизацией  $J \geq 5000$  рел. част. и  $J \geq 9200$  рел. част. предварительно нормировались к ливням с величиной толчка 5000 рел. част. (рис. 2а) и 9200 рел. част. (рис. 2б), соответственно, и усреднялись.

Из рис. 2 следует хорошее согласие теории с экспериментом.

Энергия ливня в каждом индивидуальном случае определялась по формуле

$$E_n = \alpha_1 \cdot I,$$

где  $I$  — суммарная ионизация зарегистрированная всеми камерами установки.

Величина  $\alpha_1$ , определенная из сравнения кривых (рис. 2), оказалась равной

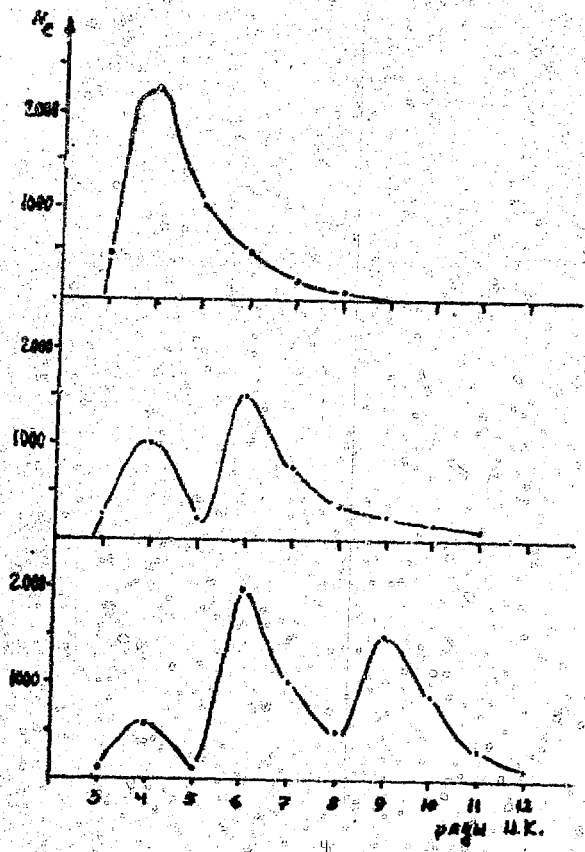
$$\alpha_1 = (1,54 \pm 0,03) \cdot 10^8 \frac{\text{эВ}}{\text{г/см}^2} .$$

На рис.3 приведена зависимость  $\alpha_1$  от глубины генерации ионизации. Из рис.3 следует, что величина  $\alpha_1$  не зависит от точки первого взаимодействия.

Для определения энергии адрона, взаимодействующего в установке, исходя из вышесказанного, мы пользовались формулой

$$E = 1,54 \cdot 10^6 \frac{\text{эВ}}{\text{г/см}^2} (\Delta x) \frac{\rho}{\text{г/см}^3} \cdot 1,25 \sum_i J_i ,$$

где величина  $\frac{dE}{dx} = 1,54 \cdot 10^6 \frac{\text{эВ}}{\text{г/см}^2}$  , характеризует ионизационные потери частицы в железе.



**FIG. I**

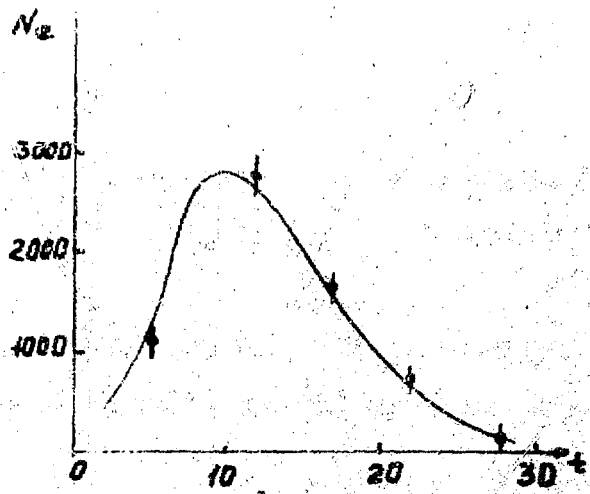


Рис.2а

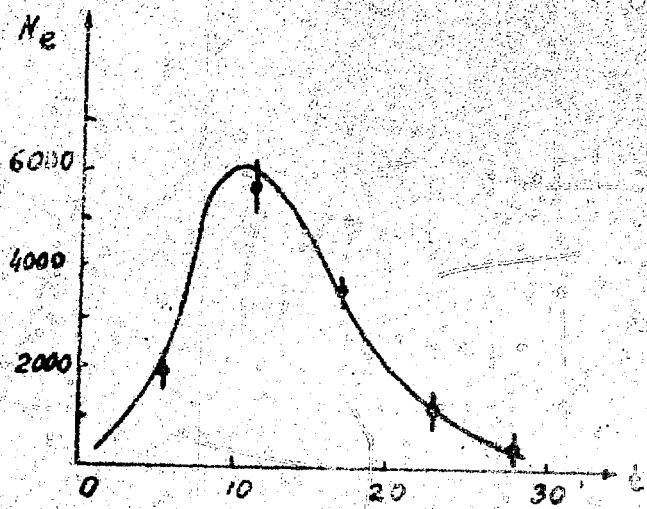


Рис.2б

ПОДПИСИ К РИСУНКАМ

Рис.1 Примеры ядерных каскадов.

Рис.2а,б Электромагнитные каскадные кривые [6]. Точки-наши измерения.

Рис.3 Зависимость ионизационных потерь от глубины генерации див-  
вия.

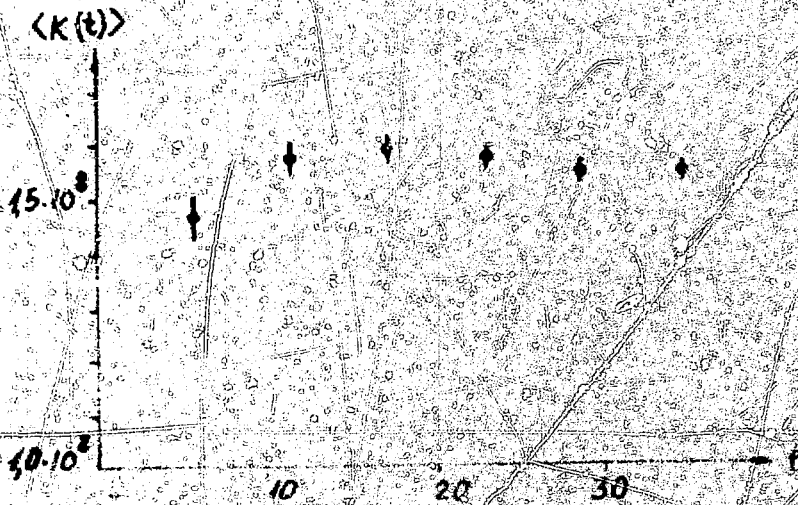


Рис.3

## ЛИТЕРАТУРА

1. М.О.Азрян, Э.А.Мамиджян, Р.А.Судейманов. 80, 17, 564, (1973)
2. М.И.Керопян, Э.А.Мамиджян, Р.М.Мартirosов. Изв.АН Арм. ССР, Физика, 8, 224, (1973)
3. М.О.Азрян, М.И.Керопян, Э.А.Мамиджян, Р.М.Мартirosов, Л.Г.Мелкумян. ЯФ, (1974) в печати.
4. М.О.Азрян, Э.А.Мамиджян, М.М.Мурадян. ЯФ, (1974), в печати.
5. В.С.Мураин. Автореферат док.диссертации, ФИАН СССР, (1967)
6. И.И.Иваненко, Б.Е.Самосудов. Изв.АН СССР, сер.физ. 30, 1651 (1966)

Рукопись поступила 9-го июля 1974 г.



Редактор А.П.Муцаян

Заява 0918

№ 03431

Тираж

Подписано и печатано 3/ХІ-74 г. Формат издания 30 x 40

0,8 уч.изд.л.и.5 л.

Отпечатано на ротационных  
Брежневского физическом институте, Брест 36, пер.Маршала 2.