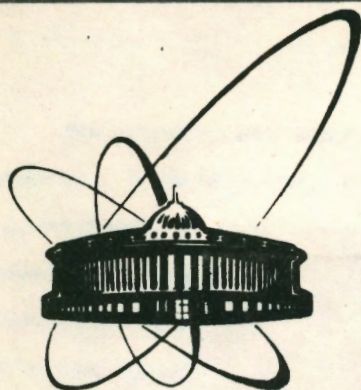


90-343



ОБЪЕДИНЕННЫЙ
ИНСТИТУТ
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ
ДУБНА

B271

P1-90-343

Г. В. Велев, В. В. Глаголев, С. Н. Малюков,
И. А. Минашвили*, Н. А. Русакович, Н. Л. Русакович,
Г. А. Члачидзе*, Д. И. Хубуа*

ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ЗАВИСИМОСТЬ
ИНТЕНСИВНОСТИ ЧЕРЕНКОВСКОГО ИЗЛУЧЕНИЯ
ОТ АДРОННЫХ ЛИВНЕЙ, ВЫЗВАННЫХ π^+ -МЕЗОНАМИ
В ЭЛЕКТРОМАГНИТНОМ КАЛОРИМЕТРЕ

Направлено в журнал "Приборы и техника
эксперимента"

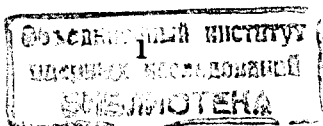
* Институт физики высоких энергий, ТГУ, Тбилиси

1990

Для регистрации электронов (позитронов) и γ -квантов высоких энергий в физических экспериментах часто используются ливневые годоскопические детекторы (ЛГД) на основе свинцового стекла /1-4/. Энергия образующегося в стекле электромагнитного ливня измеряется по черенковскому излучению, суммарная интенсивность которого пропорциональна полной энергии e^{\pm} или γ -квантов.

Заряженные адроны (например, π^{\pm} -мезоны), попадающие в ЛГД, также излучают черенковский свет. Характерная длина радиатора в калориметрах рассматриваемого типа определяется продольным размером электромагнитного ливня /5/ и составляет 14-18 радиационных единиц для энергетического диапазона от единиц до десятков ГэВ, что соответствует 0,8-1,0 ядерных длин. Поэтому интенсивность черенковского света от π^{\pm} -мезонов, регистрируемая калориметром, не пропорциональна энергии частиц, а определяется начальной стадией развития адронного ливня /6/. Практически это означает, что без дополнительной идентификации частиц невозможно отличить заряженный адрон, попавший в ЛГД, от электрона (позитрона) с меньшей энергией.

Введением некоторого порогового значения по энергии, регистрируемой в калориметре, $E_{\text{порог}}$ (как правило, $E_{\text{порог}} \geq 1$ ГэВ) можно добиться, чтобы величина подавления адронных ливней составляла $\approx 0,2$. Подавление может быть еще усилено примерно на порядок введением активных конвертеров, дающих информацию о начальной фазе развития ливня /7/, а также учетом различий в поперечном размере электромагнитных и адронных ливней.



Однако при изучении редких процессов с образованием e^+, e^- и γ , а также при необходимости измерять энергии ливней $E \approx 1$ ГэВ не удается в достаточной степени дискриминировать адроны. В этих случаях необходима детальная информация о том, какова вероятность имитации электромагнитных ливней адронами в зависимости от их энергии. В частности, такая информация необходима для оптимизации триггера и при обработке данных в эксперименте по исследованию распадов $K^+ \rightarrow \pi^+ \pi^0 \pi^0$, $K^+ \rightarrow \pi^0 e^+ \nu$, $K^+ \rightarrow \pi^+ \pi^0 \gamma$ и т.д. на установке ГИПЕРОН.

Для решения этой задачи нами проведены измерения интенсивности черенковского света от адронных ливней, вызванных π^+ -мезонами с импульсами 4-11 ГэВ/с в ЛГД с длиной радиатора 14 радиационных единиц и размером ячейки 10×10 см [7].

Измерения проводились на 18-м [8] канале ускорителя У-70. Схема расположения детекторов показана на рис.1. С помощью

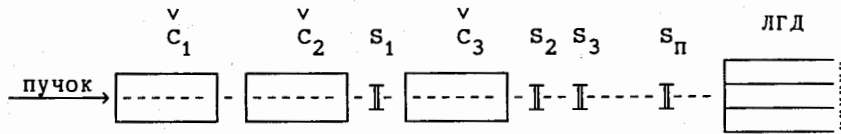


Рис.1. Экспериментальная установка.

черенковских газовых пороговых счетчиков (C_1-C_3) из пучка выделялись π^+ - мезоны либо позитроны для калибровки элементов. Сцинтилляционными счетчиками S_1-S_3 и S_{II} формировался пучок размером 2×2 см таким образом, чтобы попадал в центр одного из девяти счетчиков. При обработке учитывалась информация еще от 8 счетчиков, окружающих центральный элемент. Энергетическая

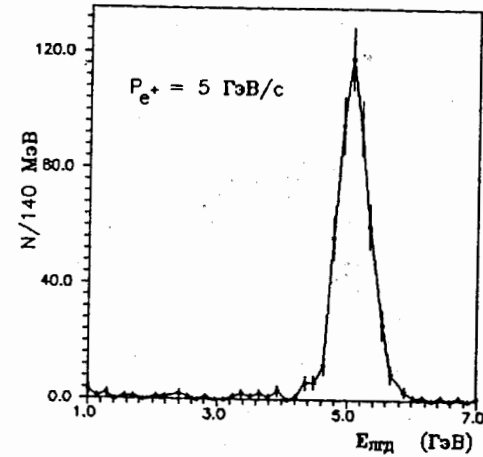


Рис. 2а.

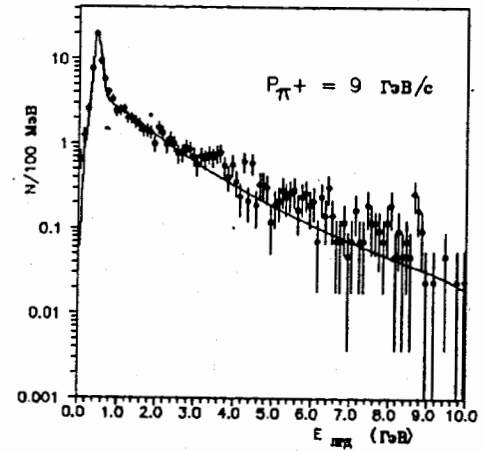


Рис. 2б.

Спектры сигналов в ЛГД от а) e^+ с $P_{e^+} = 5$ ГэВ/с; б) π^+ с $P_{\pi^+} = 9$ ГэВ/с.

калибровка элементов 1-9 проводилась на позитронном пучке с импульсом 5 ГэВ/с. Характеристики ЛГД и калибровка его элементов описаны в [7,9].

На рис.2а показано распределение по измеренной в ЛГД энергии электромагнитных ливней, вызванных позитронами с импульсом 5 ГэВ/с. На рис.2б при той же калибровке представлено распределение отклика ЛГД на адронные ливни, вызванные π^+ -мезонами с импульсом 9 ГэВ/с. Аналогичные спектры получены для π^+ -мезонов с импульсами 4, 5, 6, 10 и 11 ГэВ/с. Каждый такой спектр аппроксимировался функцией

$$F(E_{\text{ЛГД}}, P_{\pi^+}) = A_1 \text{LG}_1(E_{\text{ЛГД}}, A_3, A_4) + A_2 \text{LG}_2(E_{\text{ЛГД}}, A_5, A_6), \quad (1)$$

где P_{π^+} - импульс π^+ -мезонов, $E_{\text{ЛГД}}$ - регистрируемая энергия в ЛГД и LG (логарифмически нормальное распределение) имеет следующий вид:

$$LG(X, \mu, \sigma) = \frac{1}{\sqrt{2\pi} \sigma X} e^{-\frac{(\ln X - \mu)^2}{2 \sigma^2}}$$

Отметим, что первое слагаемое в (1) описывает пик в области 300-600 МэВ. Этот пик отвечает событиям, когда адронный ливень в ЛГД практически не развивается. Второе слагаемое в (1) описывает те события, в которых при прохождении π^+ - мезонов в свинцовом стекле развивается адронный каскад.

После получения наборов параметров A_i ($i=1, \dots, 6$), соответствующих импульсам π^+ -мезонов 4,5,6,9,10 и 11 ГэВ/с,

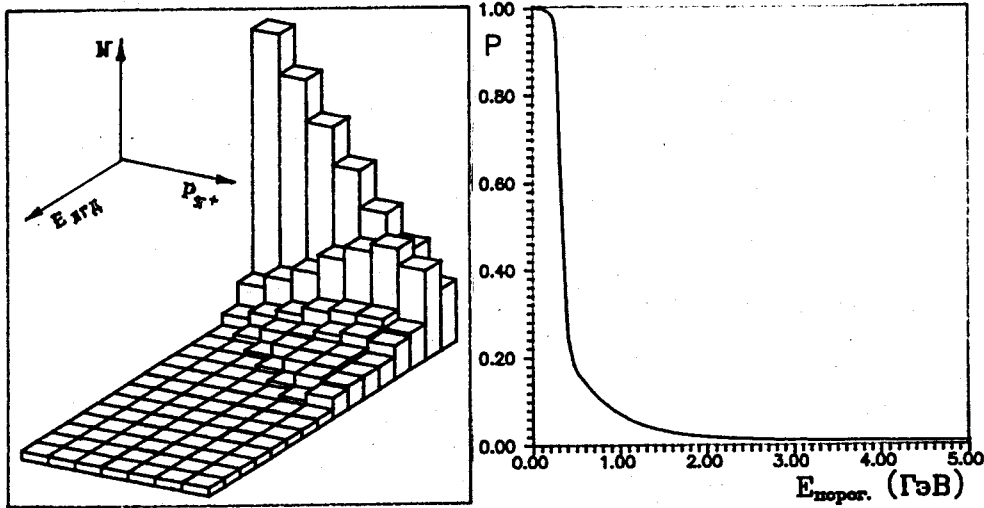


Рис. 3. Распределение интенсивности черенковского излучения в зависимости от P_{π^+} и $E_{\text{ЛГД}}$.

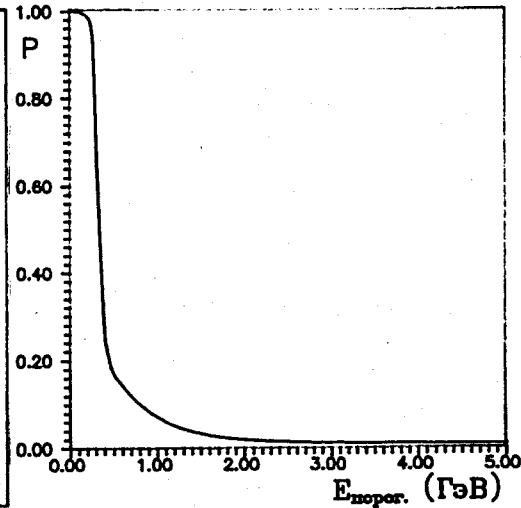


Рис. 4. Вероятность $P(E_{\text{ЛГД}} > E_{\text{порог.}}) = f(E_{\text{порог.}})$, $P_{\pi^+} = 5$ ГэВ/с.

мы подобрали несложные аналитические функции, описывающие зависимость $A_i = f_i(P_{\pi^+})$ от энергии. Они имеют следующий вид:

$$\begin{aligned} A_1(P_{\pi^+}) &= B_1 e^{-(B_2 P_{\pi^+})} \\ A_2(P_{\pi^+}) &= B_3 \arctg(B_4 P_{\pi^+} - B_5) + \frac{\pi B_3}{2} \\ A_3(P_{\pi^+}) &= B_6 P_{\pi^+} + B_7 \\ A_4(P_{\pi^+}) &= B_8 P_{\pi^+} + B_9 \\ A_5(P_{\pi^+}) &= B_{10} P_{\pi^+} + B_{11} \\ A_6(P_{\pi^+}) &= B_{12} P_{\pi^+} + B_{13} \end{aligned} \quad (2)$$

С помощью (1) и (2) были вновь аппроксимированы экспериментальные данные, которые представлены на рис. 3 в виде двухмерного распределения. В результате получены значения параметров B_1-B_{13} . Они приведены в таблице.

Полученные значения параметров B_1-B_{13} дают возможность, в частности, оценить вероятность того, что энергетический эквивалент черенковского излучения в ЛГД ($E_{\text{ЛГД}}$) от π^+ - мезонов с импульсом P_{π^+} больше определенного триггерного порога ($E_{\text{порог.}}$):

$$P(E_{\text{ЛГД}} > E_{\text{порог.}}) = \frac{\int_{E_{\text{порог.}}}^{P_{\pi^+}} F(P_{\pi^+}, E) dE}{\int_0^{P_{\pi^+}} F(P_{\pi^+}, E) dE} \quad (3)$$

На рис. 4 приведена зависимость (3) от триггерного порога ($P(E_{\text{ЛГД}} > E_{\text{порог.}}, P_{\pi^+} = 5 \text{ ГэВ/с}) = f(E_{\text{порог.}})$).

Таблица
 Значения параметров фита. $\chi^2/N_{DF} = 1.83$.

Параметр	Значение	Ошибка
V_1	16.5	0.6
V_2	0.186	0.006
V_3	2.8	0.1
V_4	0.42	0.04
V_5	3.0	0.2
V_6	0.063	0.001
V_7	-1.315	0.007
V_8	0.0037	0.0009
V_9	0.137	0.005
V_{10}	0.165	0.006
V_{11}	-1.19	0.05
V_{12}	0.0673	0.004
V_{13}	0.285	0.03

Таким образом, на базе экспериментального материала получен общий вид функций, описывающих распределение интенсивности черенковского света от адронных ливней, вызванных π^+ -мезонами с импульсами 4-11 ГэВ/с в радиаторе из свинцового стекла длиной 14 радиационных единиц.

Авторы благодарят Ю.А.Будагова, В.М.Кутьина и В.В.Флягина за поддержку работы, А.М.Блика за помощь при проведении эксперимента, Р.В.Ценова и Л.К.Лыткина за полезные обсуждения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Binon F. et al. Preprint CERN EP/81-27.
2. Прокошкин Ю. Д. Препринт ИФВЭ, 79-148, Серпухов, 1979.
3. Аюпджанов Г. Д. и др. Препринт ИФВЭ, 82-97, Серпухов, 1982.

4. Barber D. P. et al. NIM, 1977, v. 145, p. 453.
5. Bitsadze G. S. et al. NIM, 1988, A269, p. 115.
6. Bitsadze G. S. et al. Preprint JINR, E-86-87, Dubna, 1986.
7. Бицадзе Г. С. и др. ПТЭ, 1987, 4, с. 52.
8. Антюхов В.А. и др. ПТЭ, 1985, 5, с. 35.
9. Акименко С. А. и др. ПТЭ, 1984, 1, с. 66.

Рукопись поступила в издательский отдел
 22 мая 1990 года.

Велев Г.В. и др.

P1-90-343

Энергетическая зависимость интенсивности черенковского излучения от адронных ливней, вызванных π^+ -мезонами в электромагнитном калориметре

На основе экспериментального материала получен общий вид функций, описывающих распределение интенсивности черенковского света от адронных ливней, вызванных π^+ -мезонами с импульсами 4-11 ГэВ/с в радиаторе из свинцового стекла длиной 14 радиационных единиц.

Работа выполнена в Лаборатории ядерных проблем ОИЯИ.

Препринт Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1990

Перевод М.И.Потапова

Velev G.V. et al.

P1-90-343

The Energy Dependence of Cherenkov Light Intensity from Hadronic Showers in Electromagnetic Calorimeter

Using the experimental sample we have obtained the general form of functions, which describe the distribution of Cherenkov light intensity from hadronic showers. These showers were produced by π^+ -mesons with momenta 4-11 GeV/c in lead glass with thickness of 14 radiation lengths.

The investigation has been performed at the Laboratory of Nuclear Problems, JINR.

Preprint of the Joint Institute for Nuclear Research. Dubna 1990