

ОБЪЕДИНЕННЫЙ  
ИНСТИТУТ  
ЯДЕРНЫХ  
ИССЛЕДОВАНИЙ  
ДУБНА

13-86-105

ХАРАКТЕРИСТИКИ ГОДОСКОПИЧЕСКОГО  
ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО КАЛОРИМЕТРА  
ИЗ СВИНЦОВОГО СТЕКЛА  
С АПЕРТУРОЙ  $2 \text{ м}^2$

Направлено в журнал "Приборы и техника  
эксперимента"

1986

Бицадзе Г.С., Будагов Ю.А., Йорданов А.Б., Литов Л.Б.,  
Ломакин Ю.Ф., Малюков С.Н., Олейник А.А., Русакович Н.А.,  
Семенов А.А., Флягин В.Б., Ценов Р.В., Харжеев Ю.Н., Шпалек Й.  
Объединенный институт ядерных исследований, Дубна

Маниев В.М.  
Институт физики Академии наук АзССР, Баку

Минашвили И.А.  
Институт физики высоких энергий, Тбилиси

Для расширения возможностей исследования процессов взаимодействия адронов различного кваркового состава с нуклонами и ядрами при умеренных энергиях ( $\sim 10$  ГэВ) с образованием  $\gamma$ -квантов, электронов и позитронов, вылетающих под углами до  $20^\circ$  к оси пучка, на установке "Гиперон" /1/ создан широкоапертурный черенковский 227-канальный  $e-\gamma$ -калориметр на основе свинцового стекла, состоящий из ливневого годоскопического детектора (ЛГД) и активного конвертера (АК). Прототипом его послужила сборка ЛГД из 62 элементов (матрица  $9 \times 7$ , центральный элемент удален) и АК из 7 элементов толщиной по пучку  $2,4 X_0$  ( $X_0$  - радиационная длина). Первые результаты физических исследований с помощью этого прототипа опубликованы в работах /2,3/. Там же дано и его описание.

В данной работе приводятся краткое описание полномасштабного детектора (п.1), а также энергетическое и пространственное разрешение и уровень подавления регистрации адронов, достигнутые в системе АК + ЛГД.

### 1. Конструкция $e-\gamma$ -детектора

Схема конструкции отдельного счетчика ЛГД показана на рис. 1.

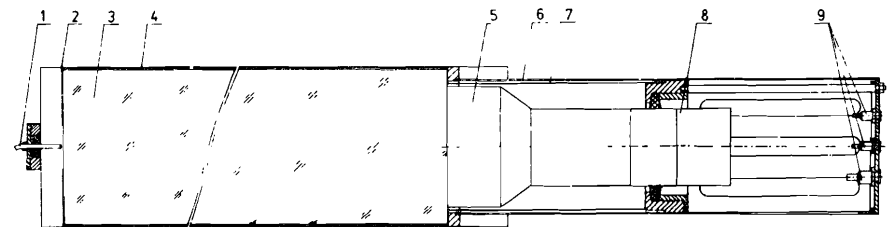


Рис. 1. Конструкция модуля черенковского калориметра. 1 - гибкий световод; 2 - жестяной кожух; 3 - радиатор из свинцового стекла ТФ1-000; 4,7 - пермаллоевые экраны; 5 - ФЭУ-110; 6 - кожух ФЭУ; 8 - высоковольтный делитель; 9 - высоковольтный и высокочастотные разъемы.

Радиатор изготовлен из свинцового стекла ТФ1-000 в форме прямоугольной призмы с размерами  $10 \times 10 \times 35$  см. Основные характеристики стекла даны в таблице 1. Черенковское излучение регистрируется фотоэлектрон-

Таблица I. Характеристики стекла ТФИ-000

Содержание PbO	50%
Плотность	3,86 г/см <sup>3</sup>
Показатель преломления	1,67
Радиационная длина $X_0$	2,5 см
Ядерная длина взаимодействия	≈ 33 см
Критическая энергия	15,8 МэВ

ным умножителем ФЭУ-110 (диаметр фотокатода 68 мм), приклеенным к одному из торцов радиатора оптическим клеем. Для улучшения светосбора грани радиатора отполированы и он обернут алюминизированным майларом. Для обеспечения светоизоляции и защиты от механических воздействий радиатор помещен в кожух из жести толщиной 0,6 мм. ФЭУ тоже защищен стальным кожухом, внутри которого расположен и высоковольтный делитель. Кожуха выполняют также функцию магнитных экранов. Дополнительно радиатор и ФЭУ защищены от влияния рассеянных магнитных полей листовым пермаллоем. Данная конструкция в основном следует описанной в работе<sup>4/</sup>.

ЛГД собран в виде матрицы из 19х10 элементов, причем один из центральных счетчиков удален (рис. 2). Конфигурацию ЛГД можно легко менять в зависимости от условий эксперимента, так как отдельные модули идентичны и конструктивно не связаны между собой.

ЛГД расположен на платформе, способной перемещаться с помощью электроприводов в вертикальном и горизонтальном направлениях, что дает возможность вводить в пучок и калибровать каждый счетчик. На этой же платформе на расстоянии 30 см перед детектором крепится активный конвертер толщиной по пучку  $4 X_0$ . Его модули (размер 10х10х126 см) изготовлены из стекла ТФИ-00 и просматриваются ФЭУ-110 с обеих сторон. Между АК и ЛГД расположены 4 плоскости широкоазорных дрейфовых камер (ЩДК)<sup>5/</sup> с размерами 1х1 м. Наличие АК и ЩДК позволяет измерять с высокой точностью (≈ 2 мм)<sup>6/</sup> координаты ствола ливня; по соотношению энерговыделений в АК и ЛГД сигналы от адронов дискриминируются на уровне  $\approx 2 \cdot 10^{-3}$  (см. п.5).

Сигналы с анодов ФЭУ подаются через 100-метровые коаксиальные кабели на 8-битные преобразователи "заряд-код" КА008 и КА010<sup>7/</sup> в стандарте КАМАК, информация с которых считывается в память ЭВМ ЕС-1010 и записывается на магнитной ленте.

В систему запуска установки (триггера) включены специально разработанные линейные сумматоры-дискриминаторы импульсов, снимаемых с последних диодов фотоумножителей ЛГД. Каждый из восьми используемых сумматоров, реализованных в стандарте "Вишня" и расположенных в непосредственной близости от ЛГД, имеет 32 входа. Суммарный сигнал от груп-

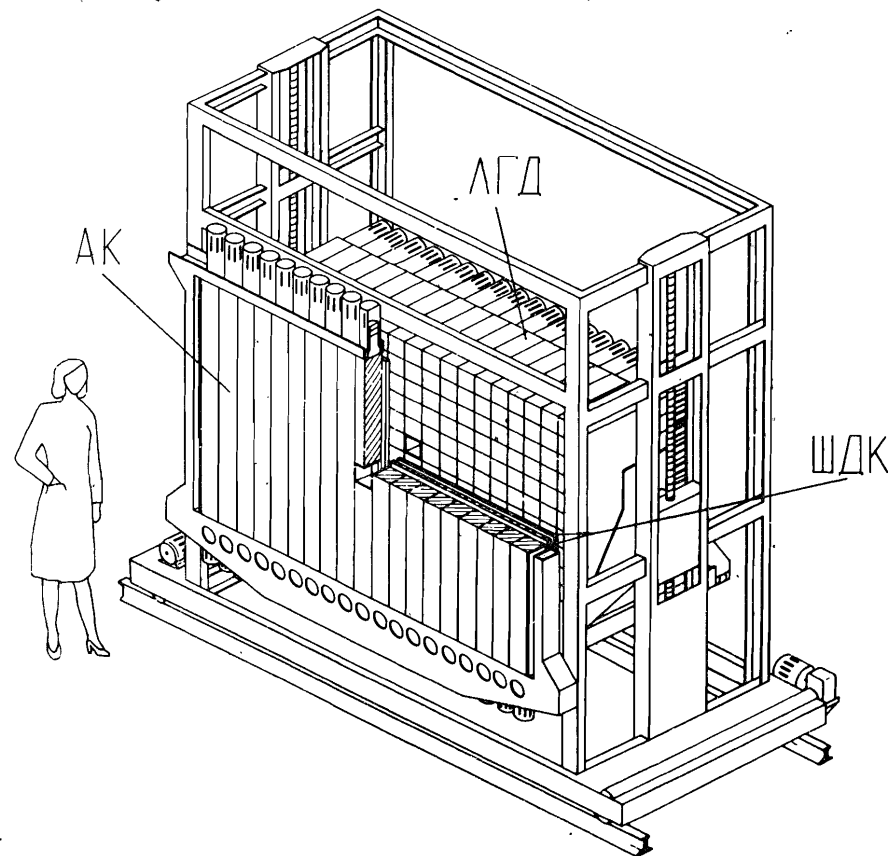


Рис. 2. Общий вид годоскопического электромагнитного калориметра.

пы (до 32) счетчиков подается на встроенный дискриминатор. Триггерный сигнал для каждой группы вырабатывается при условии, что суммарное энерговыделение в группе превышает уровень дискриминации, выбранный в интервале (0,5 - 6) ГэВ. Анализ множественности сработавших групп позволяет уже на уровне быстрого триггера произвести приблизительный отбор по количеству электромагнитных ливней, зарегистрированных в калориметре. Использование линейных выходов каждого сумматора позволяет также осуществлять отбор событий по полному энерговыделению в детекторе.

Для контроля за стабильностью спектрометрических каналов во время набора статистики используется система из стабильного источника

коротких световых вспышек (10 светодиодов, запитываемых одним генератором импульсов) и гибких световодов, подводящих свет к каждому элементу ЛГД (см. рис. 1) и АК.

## 2. Условия измерений

Исследования энергетического и координатного разрешений, а также уровня дискриминации сигналов от адронов были выполнены в пучках позитронов с энергиями 3 и 5 ГэВ и  $\Pi^+$ -мезонов с энергией 5 ГэВ. Энергетический разброс позитронов в пучке составлял  $\delta_{e^+}/E_{e^+} \approx (2-4)\%$ ,  $\Pi^+$ -мезонов - 2%. Экспериментальные данные были получены при совместном анализе сигналов с 12 произвольно выбранных смежных счетчиков, расположение которых относительно пучка показано на рис. 3. В качестве АК толщиной  $4 X_0$  служил один из элементов ЛГД; АК толщиной  $2,4 X_0$  имел аналогичную конструкцию.

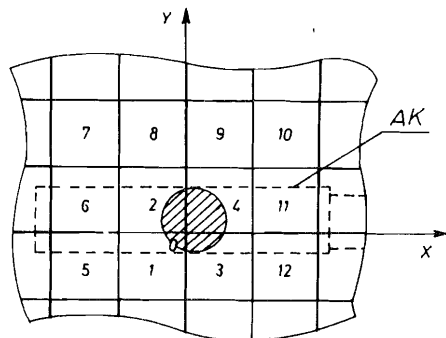


Рис. 3. Облучаемая матрица счетчиков вместе с выбранной системой координат. Заштрихована засвечиваемая пучком зона. Условно показан располагающийся перед матрицей активный конвертер.

Координаты треков пучковых частиц измерялись пропорциональными камерами с шагом намотки сигнальных проволочек 2 мм. Сцинтилляционный счетчик диаметром 10 см определял засвечиваемую зону матрицы (рис. 3). Оказалось, что счетчики 5-12 срабатывали только в  $\approx 5\%$  событий, которые при последующем анализе не использовались.

Систематические ошибки, обусловленные изменением условий измерений, а также рассеянием позитронов в веществе детекторов установки до калориметра, оценивались нами из сравнения данных различных экспозиций. По этим оценкам они превышают статистические, и поэтому в данной работе везде приведены систематические ошибки.

## 3. Энергетическое разрешение

Энергетическая калибровка счетчиков 1-4 проводилась по событиям, в которых позитрон попадал в центральную ( $2 \times 2$  см) зону калибруемого счетчика, и вся энергия ливня выделялась только в нем.

Наблюдаемое в ЛГД энерговыделение от электромагнитных ливней уменьшается при приближении оси ливня к границе между счетчиками. Это обусловлено тем, что в детекторе между радиаторами соседних счетчиков существуют заполненные веществом зазоры (суммарная толщина жестяных кожухов и пермаллоевых экранов составляет  $\approx 1,2$  мм), в которых происходит поглощение части электромагнитного ливня.

Полученные при разных толщинах АК зависимости отношений  $E_{ЛГД}/(E_{e^+} - E_{АК})$  от координаты  $x$  попадания позитронов в ЛГД приведены на рис. 4. Здесь  $E_{ЛГД}$  - энерговыделение в ЛГД,  $E_{e^+}$  - средняя энергия позитронов,  $E_{АК}$  - энерговыделение в активном конвертере. При построении этих зависимостей использовались события, в которых поглощение части ливня могло происходить только в одной "щели" между счетчиками детектора. Кривыми на рисунке показаны результаты аппроксимации экспериментальных распределений функцией  $1 - f(x)$ , где  $f(x) = A \exp(-Bx)$ . Полученные значения параметров  $A$  и  $B$  для энергий 3 и 5 ГэВ совпадают в пределах ошибок. Их усредненные значения приведены в таблице 2.

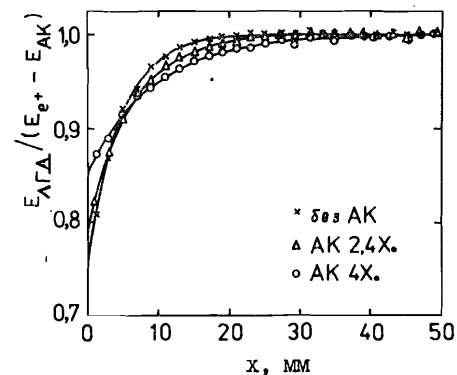


Рис. 4. Потери части энергии ливня в зазоре между двумя соседними счетчиками в зависимости от координаты  $x$  попадания позитрона при разных толщинах АК.

Таблица 2. Коэффициенты  $A$  и  $B$  в функции  $f(x)$  для учета энергетических потерь в "щелях"

	Без АК	АК $2,4 X_0$	АК $4 X_0$
A	$0,240 \pm 0,002$	$0,200 \pm 0,003$	$0,141 \pm 0,003$
B	$0,172 \pm 0,001$	$0,161 \pm 0,003$	$0,104 \pm 0,004$

В общем случае энергия ливня вычисляется по формуле

$$E_{\text{полн}} = E_{\text{АК}} + E_{\text{ЛГД}} / [1 - (f(x) + f(y))], \quad (1)$$

где  $x$  и  $y$  - координаты попадания в ЛГД позитрона.

На рис. 5 сравниваются распределения по измеренной в детекторе энергии позитронов до (пунктирная гистограмма) и после (сплошная гистограмма) коррекции по формуле (I). Видно, что после введения поправок распределение сужается, становится симметричным и его среднее значение совпадает со средним значением энергии позитронов пучка.

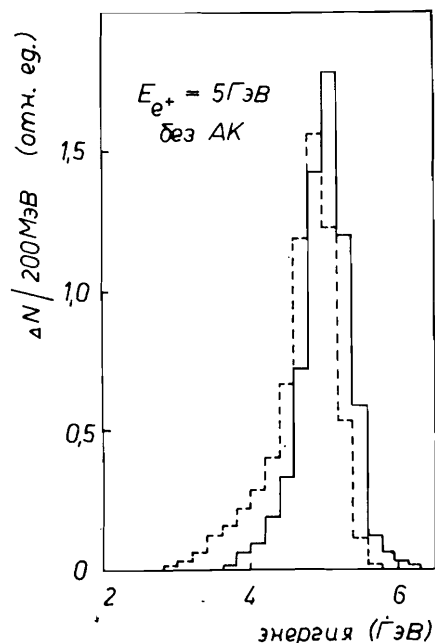


Рис. 5. Эффект учета энергетических потерь в "щелях" по формуле (I). Пунктирная гистограмма - распределение по  $E_{ЛГД}$  (измеренная энергия). Сплошная гистограмма - распределение по  $E_{полн.}$  (энергия после коррекции).

Отметим, что способ определения координат позитронов в формуле (I) - по пропорциональным камерам или по распределению энерговыведения в счетчиках ЛГД (см. п.4) слабо влияет на конечный результат ( $E_{ЛГД}$ ), так как энергетические поправки существенны лишь вблизи границ элементов, где собственное координатное разрешение ЛГД достаточно хорошее. Отмеченный факт

важен для вычисления поправок при регистрации детектором  $\gamma$ -квантов.

Значения энергетического разрешения  $\sigma/E$  системы АК + ЛГД при различных условиях регистрации позитронов приведены в таблице 3. Они получены в результате аппроксимации энергетических спектров (энергия вычислялась по формуле (I)) распределением Гаусса (пример показан на рис. 6 б) и включают как собственное разрешение детектора  $\sigma_{\Delta}$ , так и разброс энергий позитронов в пучке  $\sigma_{e^+}$ :

$$\sigma^2 = \sigma_{e^+}^2 + \sigma_{\Delta}^2. \quad (2)$$

Из таблицы видно, что

а) потери в "щелях" компенсируются введенной поправкой, и разрешение очень слабо зависит от числа сработавших счетчиков;

б) наличие активного конвертера практически не сказывается (в пределах ошибок) на точности измерения энергии.

Таблица 3. Энергетическое и координатное разрешения детектора

Величина	Число сработавших счетчиков	$E_{e^+} = 5 \text{ ГэВ}$			$E_{e^+} = 3 \text{ ГэВ}$		
		без АК	АК 2,4X <sub>0</sub>	АК 4X <sub>0</sub>	без АК	АК 2,4X <sub>0</sub>	АК 4X <sub>0</sub>
$\frac{\sigma}{E}$ (%)	1	5,0±0,3	4,9±0,3	5,0±0,3	5,8±0,3	6,1±0,3	6,3±0,3
	2	5,5±0,3	5,2±0,3	5,8±0,3	6,6±0,3	6,8±0,3	6,7±0,3
	4	5,8±0,3	5,4±0,3	6,2±0,3	6,9±0,3	7,3±0,3	6,7±0,3
$\Delta x$ (мм)		9,8±0,3	9,8±0,3	10,2±0,3	11,7±0,3	11,4±0,3	11,4±0,3

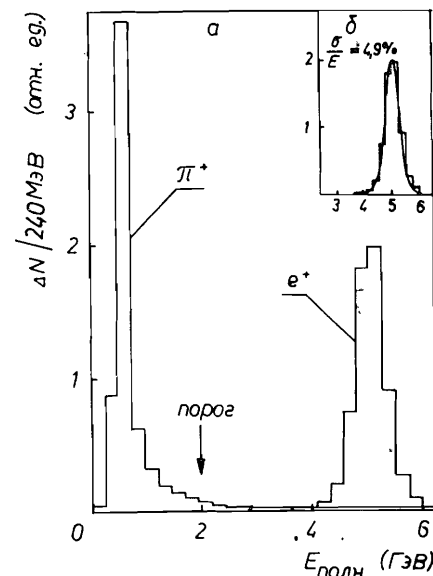


Рис. 6. а) Распределения сигналов от позитронов и  $\pi^+$ -мезонов по измеренной в АК (2,4 X<sub>0</sub>) + ЛГД энергии ливня  $E_{полн.}$ . Площади под гистограммами одинаковы. б) Пик от позитронов. Сплошная линия - распределение Гаусса.

Используя известную зависимость  $\sigma_{\Delta} \sim \sqrt{E}$  и учитывая энергетический разброс позитронов в пучке по формуле (2), можно оценить разрешение  $\sigma_{\Delta}$ , которое в случае срабатывания одного счетчика и при отсутствии АК составляет  $\sigma_{\Delta}/E \approx 0,08/\sqrt{E(\text{ГэВ})}$ , что близко к энергетическому разрешению, достигнутому в других детекторах подобного типа <sup>8,9/</sup>.

#### 4. Координатное разрешение

Годоскопическая структура электромагнитных калориметров дает возможность измерять координаты места попадания в детектор частицы, вызывающей ливень. Существует несколько методов их определения <sup>8,10/</sup>. Во всех случаях достигаемая точность определяется размером ячейки калориметра <sup>11/</sup>. Мы использовали известный <sup>10,12/</sup> метод определения координат с помощью экспериментально измеренной зависимости распределения энергии ливня в соседних счетчиках детектора от места попадания

позитрона. Этот способ дает несмещенную оценку координаты и позволяет достичь наилучшей точности в условиях крупной (больше характерного поперечного размера ливня) ячейки калориметра  $/10/$ .

Выбранный алгоритм был следующим. Строилась зависимость отношения  $R(x) = E_-(E_- + E_+)$  от координаты попадания позитрона  $x$ , где  $E_- = E_1 + E_2$ ,  $E_+ = E_3 + E_4$ ,  $E_i$  ( $i = 1, \dots, 4$ ) - энергосодержание ливня в  $i$ -м счетчике (см. рис. 3). Эта зависимость аппроксимировалась выражением:

$$R(x) = A + B \exp(-Cx^D), \quad (3)$$

$A, B, C, D$  - параметры.

Так как в среднем 95% энергии ливня выделяется в радиусе  $2X_0$   $/8/$ , то в части событий  $E_- = 0$ . Такие события в распределение  $R(x)$  не включались. Результаты для разных толщин АК (0, 2, 4, 4  $X_0$ ) показаны на рис. 7.

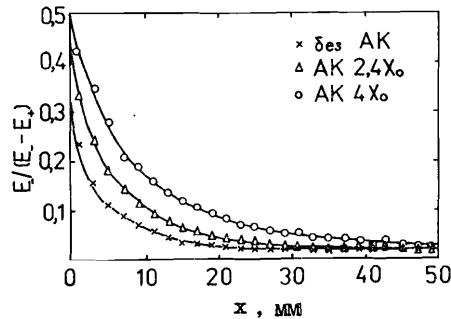


Рис. 7. Зависимости отношения  $R = E_-(E_- + E_+)$  (см. текст) от координаты позитрона  $x$  при разных толщинах АК.

Для вычисления координаты попадания позитрона ( $E_- \neq 0$ ) использовалась обратная функция:

$$x_{изм} = \left( -\frac{1}{C} \ln \frac{R-A}{B} \right)^{1/D}. \quad (4)$$

В случае  $E_- = 0$  за координату попадания позитрона принималась  $x$ -координата центров счетчиков 3 и 4 ( $x_{изм.} = 50$  мм).

Значения параметров в выражении (3) различны при разных толщинах АК (см. рис. 7), но не зависят от энергии падающей частицы в нашей области, что позволяет использовать одну и ту же функцию при определении координат для частиц различной энергии. Этот вывод подтвержден и в работе  $/10/$ .

Пространственное разрешение калориметра характеризуется распределением разности  $\Delta x$  между определенной при помощи пропорциональных камер и вычисленной по формуле (4) координатами для позитронов; пример такого распределения приведен на рис. 8. Чтобы учесть влияние профиля пучка, величины  $\Delta x$  для интервалов по  $x$  шириной 2 мм брались с весами, обратно пропорциональными количеству попавших в эти интервалы позитронов. Небольшое смещение центра тяжести распределения на рис. 8

относительно нуля обусловлено асимметричным расположением засвечиваемой пучком зоны относительно границы между счетчиками.

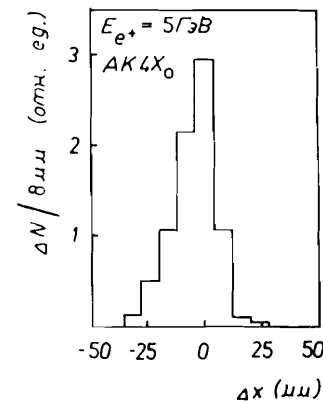


Рис. 8. Распределение разности  $\Delta x = x - x_{изм}$ , где  $x$  - координата влета позитрона в ЛДЦ, определенная с помощью пропорциональных камер,  $x_{изм.}$  - ее оценка по формуле (4).

Значения среднеквадратичных отклонений  $\Delta x$  подобных распределений, вычисленных в интервале  $-50 \text{ мм} \leq \Delta x \leq 50 \text{ мм}$ , для разных энергий позитронов и толщин АК даны в таблице 3.

На рис. 9 представлены полученные в разных интервалах по  $x \in [0, d]$ ,  $d$  - ширина интервала, значения  $\Delta x$  в зависимости от  $d$  ( $E_{e+} = 5$  ГэВ). Видно, что координатное разрешение детектора при попадании позитрона вблизи границ счетчиков в 2-3 раза лучше, чем среднее координатное разрешение ( $d = 50$  мм).  $\Delta x(d)$  можно рассматривать также как верхнюю оценку координатного разрешения годоскопического калориметра с размером ячейки  $2d$   $/10/$ .

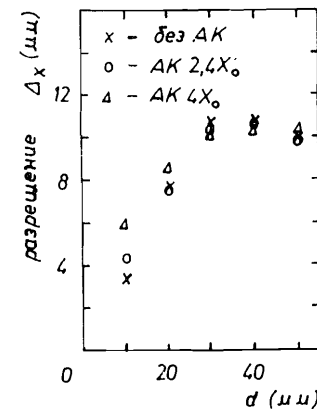


Рис. 9. Зависимость координатного разрешения от полуширины "ячейки"  $d$  (см. текст).

Среднее координатное разрешение детектора с размером ячейки 10 см составляет  $\Delta x \approx 10-11$  мм и слабо зависит как от энергии регистрируемой частицы, так и от наличия и толщины конвертера. Достигнутое пространственное разрешение значительно лучше оценки, приведенной в  $/11/$ , и близко к полученным значениям для других калориметров подобного типа  $/8/$ .

## 5. Подавление адронов

Характерный продольный масштаб адронного ливня связан с ядерной длиной взаимодействия для соответствующего вещества. Для свинцового стекла она в 13 раз превышает радиационную длину, и адронный ливень начинает развиваться в нем значительно позже электромагнитного. Это дает возможность при использовании системы АК + ЛГД ввести дискриминацию адронных сигналов на триггерном уровне и при последующем анализе данных. Типичный пример распределения числа позитронов и  $\Pi^+$ -мезонов с импульсом 5 ГэВ/с по измеренной в АК ( $2,4 X_0$ ) и ЛГД энергии  $E_{\text{полн.}}$  (формула (I)) показан на рис. 6 а. Распределения по энерговывделению позитронов и  $\Pi^+$ -мезонов  $E_{\text{АК}}$  в конвертере толщиной  $2,4 X_0$  представлены на рис. 10.

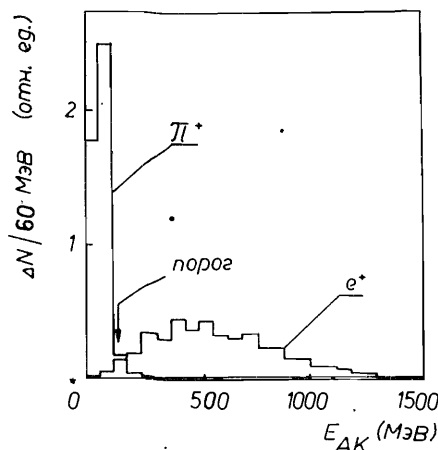


Рис. 10. Распределение сигналов от позитронов и  $\Pi^+$ -мезонов по измеренному энерговывделению  $E_{\text{АК}}$  в конвертере толщиной  $2,4 X_0$ . Площади под гистограммами одинаковы.

Форма распределений для  $\Pi^+$ -мезонов практически не зависит от их импульса в интервале  $(1-10)\text{ГэВ}/\text{с}^{1/2}$ . Поэтому можно ввести пороги регистрации, не зависящие от энергии частиц в указанном интервале,

как по  $E_{\text{АК}}$ , так и по  $E_{\text{полн.}}$ . Тогда уровень подавления  $\pi^+$  будет один и тот же для  $\Pi^+$ -мезонов разных энергий, а эффективность регистрации электронов (позитронов) и  $\gamma$ -квантов будет зависеть от их энергии. При введении порогов, как показано стрелками на рис. 6а и 10, подавление только по  $E_{\text{АК}}$  составляет 3,5%, по  $E_{\text{полн.}}$  - 8%, а одновременное применение пороговых критериев в АК и ЛГД дает 0,6%.

$\pi^+$ ) Уровнем подавления  $\Pi^+$ -мезонов мы называем отношение числа идентифицированных как позитроны  $\Pi^+$ -мезонов к полному числу попавших в детектор  $\Pi^+$ -мезонов.

Уровень дискриминации сигналов от адронов можно значительно улучшить, если энергия регистрируемых электронов (позитронов) известна. Это проиллюстрировано на рис. 11 для энергии позитронов и  $\Pi^+$ -мезонов 5 ГэВ и толщины АК  $2,4 X_0$ . Здесь как  $\Pi^+$ -мезоны идентифицировались все частицы, для которых  $E_{\text{полн.}}$  не попадает в зону  $E_{\theta^+} \pm 3\sigma$

( $\sigma$  - энергетическое разрешение детектора), и  $E_{\text{АК}}$  находится ниже определенного порога.

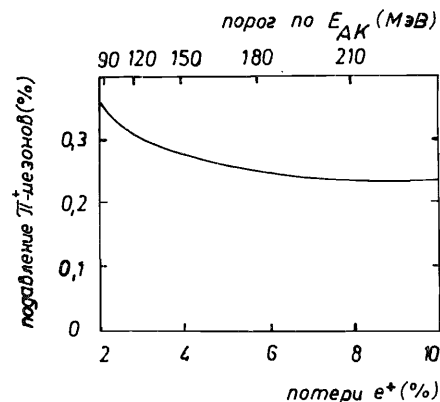


Рис. 11. Соотношение между уровнем подавления  $\Pi^+$ -мезонов и количеством незарегистрированных позитронов (в %) при введении дискриминации как по  $E_{\text{полн.}}$ , так и по  $E_{\text{АК}}$ .

Кривая соответствует эксперимен-

тально полученной зависимости между уровнем подавления  $\Pi^+$ -мезонов и величиной потерь при регистрации позитронов при изменении порога по  $E_{\text{АК}}$ . Видно, что ценой ~6%-ных потерь позитронов достигается подавление адронов на уровне  $2,5 \cdot 10^{-3}$ . При  $E_{\theta^+} > 5$  ГэВ потери будут уменьшаться приблизительно как  $\ln^{-1} E_{\theta^+}$  за счет смещения максимума распределения по  $E_{\text{АК}}$  для позитронов (рис. 10) вправо.

## 6. Заключение

Основные результаты проведенных измерений характеристик АК+ЛГД следующие:

а) измерено энергетическое разрешение модуля электромагнитного калориметра  $\sigma_{\Delta}/E \approx 0,08/\sqrt{E(\text{ГэВ})}$ ; изучены энергетические потери, возникающие при регистрации ливня в нескольких соседних элементах детектора и разработан алгоритм их учета;

б) определено среднее координатное разрешение  $\Delta_x$  годоскопического калориметра, составляющее при энергиях  $\gamma$ -квантов, электронов и позитронов (3 - 5) ГэВ,  $\Delta_x \approx 10$  мм;

в) показано, что использование активного конвертера толщиной  $2,4 - 4 X_0$  не приводит к существенному ухудшению основных характеристик детектора и дает возможность дискриминировать сигналы от адронов на уровне  $\approx 2 \cdot 10^{-3}$ . Кроме того, наличие конвертера позволяет применить специальный координатный детектор - широкоазорные дрейфовые камеры,

расположенные между АК и ЛГД, для точной локализации ствола электромагнитного ливня <sup>76/</sup>.

Достигнутые значения характеристик детектора (апертура, энергетическое и координатное разрешения) позволили при использовании его в составе спектрометра "Гиперон" обеспечить регистрацию  $\gamma$ -квантов и  $e^+e^-$  пар, вылетающих под углами к оси пучка до  $20^\circ$  и начать систематическое исследование процессов образования нейтральных мезонов с массой до 2,5 ГэВ в пучках различного кваркового состава при импульсе 10 ГэВ/с.

Авторы благодарны В.П.Джелепову за поддержку и постоянное внимание к работе, Ю.П.Горину и А.И.Петружину за полезные консультации при выборе конструкции счетчиков ЛГД, А.М.Блику, В.М.Кутыну, А.С.Соловьеву за помощь на разных этапах создания аппаратуры. Мы признательны Н.П.Мошкову, С.П.Жунину, П.В.Симонову и В.И.Коломойцу, принимавшим непосредственное участие в изготовлении узлов и монтаже установки.

#### Литература

1. В.А.Антохов и др. ПТЭ, 1985, №5, с.35.
2. С.А.Акменко и др. Препринт ИФВЭ, 85-93, Серпухов, 1985.
3. G.S.Bitsadze et al. Preprint JINR, E1-85-610, Dubna, 1985.
4. Г.А.Акопджанов и др. Препринт ИФВЭ, 82-97, Серпухов, 1982.
5. Yu.A.Budagov et al. Nucl. Instr. and Meth. Phys. Res., A238, 1985, p. 245.
6. Yu.A.Budagov et al. Nucl. Instr. and Meth. Phys. Res., A238, 1985, p. 74.  
Г.С.Бицадзе и др. Препринт ОИЯИ, ДПЗ-85-694, Дубна, 1985.
7. В.А.Антохов и др. Сообщение ОИЯИ, 10-12912, Дубна, 1979.  
В.А.Антохов и др. Сообщение ОИЯИ, 10-83-900, Дубна, 1983.
8. S.Iwata. Preprint DPNU-3-79, Nagoya, 1979.
9. C.W.Fabjan, T.Ludlam. CERN preprint EP/82-37, Geneva, 1982.
10. С.А.Акменко и др. Препринт ИФВЭ, 84-194, Серпухов, 1984.
11. Г.А.Акопджанов et al. Nucl. Instr. and Meth., 140, 1977, p. 441.
12. D.P.Barber et al. Nucl. Instr. and Meth., 145, 1977, p. 453.

Рукопись поступила в издательский отдел  
21 февраля 1986 года.

Бицадзе Г.С. и др.

13-86-105

Характеристики годоскопического электромагнитного  
калориметра из свинцового стекла с апертурой  $2 \text{ м}^2$

Описан черенковский электромагнитный калориметр на основе свинцового стекла, состоящий из ливневого годоскопического детектора /ЛГД/ с размером ячейки  $10 \times 10 \text{ см}$  /189 элементов/ и установленного перед ним активного конвертера /АК/ толщиной 4 радиационных длины /19 элементов/. На основе облучений в пучках позитронов и  $\pi^+$ -мезонов с энергиями 3 и 5 ГэВ измерены энергетическое разрешение детектора  $\sigma_D / E \approx 0,08 / \sqrt{E(\text{ГэВ})}$ , точность восстановления координат  $\gamma$ -квантов и электронов /позитронов/  $\Delta_x \approx 10 \text{ мм}$ , уровень дискриминации сигналов от адронов  $\approx 2 \cdot 10^{-3}$ .

Работа выполнена в Лаборатории ядерных проблем ОИЯИ.

Препринт Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1986

Перевод О.С.Виноградовой

Bitsadze G.S. et al.

13-86-105

Performance of Hodoscopic Electromagnetic Calorimeter  
Prepared from Lead Glass of  $2 \text{ м}^2$  Aperture

Cherenkov electromagnetic lead glass calorimeter is described. It consists of shower hodoscopic detector with  $10 \times 10 \text{ cm}$  cell size (189 elements) and active converter 4 rad. lengths thick (19 elements) in front of it. From measurements in  $e^+$ - and  $\pi^+$ -beams with 3 and 5 GeV energies both the energy resolution  $\sigma_D / E \approx 0,08 / \sqrt{E(\text{GeV})}$  and  $\Delta_x \approx 10 \text{ mm}$  spatial resolution are obtained. The hadron rejection factor of about  $2 \cdot 10^{-3}$  has been achieved.

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

Preprint of the Joint Institute for Nuclear Research. Dubna 1986