

ОБЪЕДИНЕННЫЙ
ИНСТИТУТ
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ
ДУБНА

P13-88-928

КООРДИНАТНОЕ РАЗРЕШЕНИЕ
ГОДОСКОПИЧЕСКОГО ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО
КАЛОРИМЕТРА
АПЕРТУРОЙ 2 м^2 С АКТИВНЫМ КОНВЕРТОРОМ
И ДРЕЙФОВЫМИ КАМЕРАМИ

Направлено в журнал "Приборы и техника
эксперимента"

1988

Г.С.Бицадзе, Ю.А.Будагов, В.В.Глаголев, Ю.Ф.Ломакин,
С.Н.Малюков, А.А.Омельяненко, Н.А.Русакевич, А.А.Семенов,
Ю.Н.Харжеев

Объединенный институт ядерных исследований, Дубна

В.Глинка, П.Повинец, Б.Ситар
Университет им.Я.А.Коменского, Братислава, ЧССР

Э.Кладива, М.Семан, Й.Шпалек
Институт экспериментальной физики САН, Кошице, ЧССР

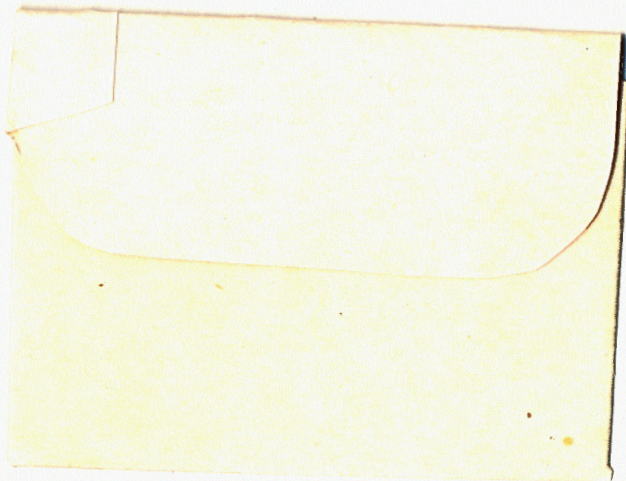
А.Б.Йорданов, Л.Б.Литов, Р.В.Ценов
Софийский университет, НРБ

А.М.Артыков
Филиал НИИ прикладной физики ТашГУ, Самарканд

В.М.Маниев
Институт физики АН АзССР, Баку

И.А.Минашвили, Р.Г.Салуквадзе, Д.И.Хубуа
Институт физики высоких энергий, Тбилиси

А.Н.Захарченко
Гомельский государственный университет



1. ВВЕДЕНИЕ

В составе созданного ОИЯИ и ИФВЭ спектрометра ГИПЕРОН^{/1/} используются ливневые годоскопические детекторы, обеспечивающие регистрацию фотонов и электронов в широком интервале углов. В настоящей работе описываются результаты исследования созданной в ОИЯИ калориметрической системы, включающей в себя ливневый годоскопический детектор, активный конвертор и дрейфовые камеры в качестве координатного детектора.

Описываемый ливневый годоскопический детектор /ЛГД/^{/2/} размерами $1 \times 2 \text{ м}^2$ состоит из 208 черенковских счетчиков полного поглощения с размером ячейки $10 \times 10 \text{ см}^2$. Основные характеристики ЛГД приведены в^{/2/}.

Размер ячейки $10 \times 10 \text{ см}^2$ определяет пространственное разрешение ЛГД, средняя величина которого при энергии позитронов $3 \div 5 \text{ ГэВ}$ составляет примерно 10 мм /это значение получено в тестовых измерениях^{/2/}/. Известно, что с ростом энергии роль координатного разрешения калориметра возрастает. Поэтому перспектива проведения экспериментов в области ТэВ-ных энергий на УНК ставит задачу улучшить пространственное разрешение ЛГД.

Эту задачу можно решить уменьшением размеров ячейки ЛГД, как это сделано на известной установке ГАМС^{/3/}. Другой подход заключается в применении активного конвертора и координатного детектора, весьма точно измеряющего координату ствола ливня^{/4-6/}. В этом случае уменьшается число каналов электроники и соответственно стоимость установки.

Нами в качестве координатного детектора предложены дрейфовые камеры /ДК/^{/6,7/}. Тестовые измерения на пучке позитронов с энергией 3 ГэВ показали, что предложенный метод дает рекордное пространственное разрешение $\sigma_{st} = 2 \text{ мм}$ /6,8/.

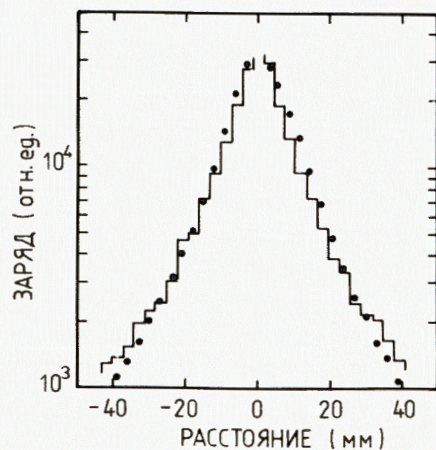
В данной работе приводятся результаты испытаний системы, состоящей из ЛГД, активного конвертора / $1,26 \times 1,9 \text{ м}^2$ / и четырех ДК / $1 \times 1 \text{ м}^2$ каждая/ в условиях физического триггера /требовалось ≥ 2 ливней в ЛГД/ при интенсивности пучка около 10^6 частиц/с.

2. РАСЧЕТНОЕ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ РАЗРЕШЕНИЯ В СИСТЕМЕ "АК+ДК"

Тестовые измерения на пучке позитронов показали, что система АК+ДК неплохо измеряет поперечное распределение ионизационных потерь энергии в электромагнитном ливне^{/8/}, и пространственное разрешение при измерении координаты ствола ливня определяется "физическими параметрами" ливня, а не разрешением детектора /АК+ДК/. Для проверки этих результатов мы провели сравнение наших экспериментальных данных с расчетом по методу Монте-Карло.

Эксперименты проводились на установке^{/8/}, содержащей активный конвертор толщиной 4 р.д., дрейфовые камеры с чувствительной площадью 20x30 см² и ЛГД с размерами 30x40 см², состоящий из 12 черенковских счетчиков полного поглощения. Конструкция детекторов /АК, ДК и элементов ЛГД/ такая же, как и в большой установке, описанной ниже.

Расчеты проводились по программе ELSS-1^{/9/}. Было разыграно 822 события. На рис.1 приведены расчетные /гистограмма/ и экспериментальные значения плотности ионизации поперек ливня, полученные с помощью ДК /точки/. Эти значения даны в зависимости от расстояния от оси ливня, положение которой совпадает с известной траекторией позитрона, вызвавшего ливень. Распределения получены при одинаковых условиях: энергия позитрона 3 ГэВ, толщина конвертора 4 радиационные длины /р.д./, расстояние активный конвертор - дрейфовая камера $d = 10$ мм. Видно, что распределения практически совпадают, что свидетельствует о высокой достоверности измерения плотности ионизации в ливне с помощью ДК.



Измерялись также поперечные распределения заряда /ливень от позитронов 3-5 ГэВ/ при расстояниях АК-ДК, равных $d = 10$ мм и $d = 67$ мм, которые сравнивались с распределением в ливнях от γ -квантов с энергией 1-5 ГэВ /рис.2/. Небольшие отклонения наблюдаются только в низкоэнер-

Рис.1. Поперечное распределение плотности ионизации на глубине развития ливня 4 р.д. при энергии позитрона 3 ГэВ. Точки - измерение в ДК, гистограмма - расчет.

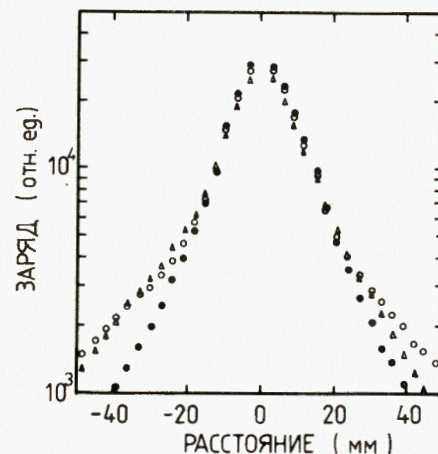


Рис.2. Распределение плотности ионизации на глубине 4 р.д.:
 ● - $d = 10$ мм, $E_e = 3$ ГэВ; Δ - $d = 67$ мм, $E_e = 5$ ГэВ; \circ - $d = 67$ мм, γ -кванты с энергией 1-5 ГэВ.

гетической компоненте ливня /от мягких фотонов/, причем жесткая компонента, определяющая разрешение при измерении координат ствола ливня, практически одинакова для позитронов и γ -квантов. Последние утверждения справедливы и при измерении d в интервале 1 ± 10 см /см. рис.2/.

В таблице сравниваются расчетные δ_c и экспериментальные разрешения δ_{st} . Здесь δ_{st} - ширина на половине высоты распределения значений $X_{дк} - X_T$, где $X_{дк}$ - координата ствола ливня, измеренная в ДК; X_T - координата трека позитрона в плоскости ДК; δ_c - ширина на половине высоты распределения расчетных значений координаты ствола ливня, полученных различными способами.

Таблица
 Расчетные и экспериментальные значения δ_c и δ_{st} при толщине конвертора 4 р.д.

Расчетные значения, полученные методом:	δ_c /мм/
1. Центр тяжести распределения треков e^+ , e^- в ливне	$8,3 \pm 1,3$
2. Максимум распределения треков e^+e^-	$7,6 \pm 0,8$
3. Центр тяжести с учетом энергии e^+e^-	$5,5 \pm 0,6$
Экспериментальные значения:	δ_{st} /мм/
1. Центр тяжести ионизации	$7,9 \pm 0,2$
2. Максимум распределения ионизации	$5,8 \pm 0,2$
3. Взвешенный максимум распределения ионизации	$5,6 \pm 0,2$

В методе "максимум распределения ионизации" за координату ствола ливня принимается канал X_1 быстродействующего АЦП /с квантованием координат с шагом $3 \text{ мм}^{1/8}$ / с максимальной амплитудой A_1 . Соответственно в методе "взвешенный максимум распределения ионизации":

$$X_{\text{ДК}} = \frac{\sum_{i=1}^{i+2} A_i X_i}{\sum_{i=1}^{i+2} A_i}$$

Из таблицы следует, что детектор /АК+ДК/ практически без искажений измеряет координаты ствола ливня и разрешение полностью определено "физическими параметрами" ливня.

3. УСЛОВИЯ ЭКСПЕРИМЕНТА

Электромагнитный калориметр установки ГИПЕРОН /рис.3/ состоит из ливневого годоскопического детектора /ЛГД/, активного конвертора /АК/ и расположенных между ними дрейфовых камер /ДК/.

ЛГД /описывается подробно в^{1/}/ собран в виде матрицы из 19×10 элементов с радиатором черенковского света из свинцового стекла ТФ1-000 размером $10 \times 10 \times 35$ см каждый. Калориметр расположен на платформе, на которой в 30 см перед ЛГД размещен активный конвертор толщиной 4 радиационных длин /р.д./ по пучку. Модули АК размером $10 \times 10 \times 126$ см, изготовленные из свинцового стекла ТФ1-000, просматриваются с обеих сторон ФЭУ 110 /рис.4/.

Сигналы с ФЭУ /ЛГД и АК/ поступают на 8-разрядные преобразователи "заряд - код" КА 008 и КА 010^{10/}, выполненные в стандарте КАМАК, информация из которых передается на ЭВМ ЕС-1010.

За активным конвертором на расстоянии 6 и 12 см /по пучку/ расположены ДК, измеряющие координату X; на рас-

Рис.3. Электромагнитный калориметр установки ГИПЕРОН.

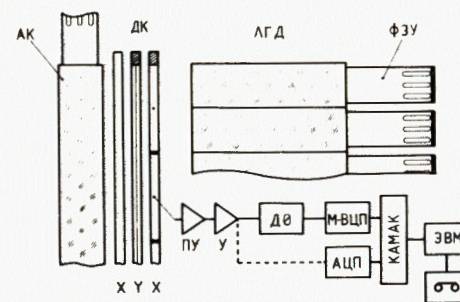
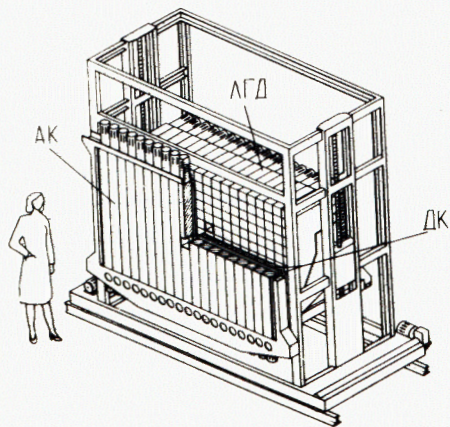


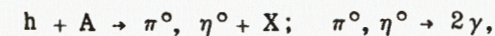
Рис.4. Разрез части калориметра и электроника съема информации с ДК. ПУ - предусилитель, У - усилитель, Д0 - детектор нулевого уровня.

стоянии 9 см - две ДК, измеряющие Y /рис.4/. Все камеры имеют размер $1 \times 1 \text{ м}^{2/11}$. Каждая камера состоит из 5 модулей $1 \times 0,2 \text{ м}^2$ с максимальной длиной дрейфа электронов 10 см. Между модулями имеются перегородки из стеклотекстолита толщиной 2 мм. Камеры расположены так, что координаты проволок совпадают с координатами границ между элементами ЛГД /рис.4/. Таким образом, за каждым модулем ДК размещены 2 ряда /столбца/ элементов ЛГД, что по срабатыванию соответствующего элемента позволяет устранять право-левую неоднозначность в ДК. В центре калориметра между чувствительными площадями ДК оставлен зазор 10×100 см /100 см по вертикали/ для прохождения пучка.

Сигналы с анодов ДК /рис.4/ поступают на предусилитель^{11/}, регулируемый усилитель /с коэффициентом усиления от 1 до 10/, далее на детектор нулевого уровня, в котором вырабатывается временная отметка вершины сигнала от ливня^{6,7/}. Сформированный сигнал поступает в многостоповый время-цифровой преобразователь^{12/}, выполненный в стандарте КАМАК, из которого информация подается на ЭВМ и записывается на магнитную ленту.

Сигналы с двух ближайших к пучку вертикально расположенных проволок поступают на быстродействующий параллельный АЦП^{13/}, работающий с частотой 15,6 МГц. С помощью АЦП получаем гистограмму /с шагом 3 мм/ поперечного распределения ионизации в ливне /в плоскости ДК/, из которой можно весьма точно определить координату ствола ливня^{8/} /см. таблицу/.

Результаты, приведенные дальше, получены при наборе статистики в реакциях типа



где $h = \pi, K, p$; $A = H, D, Be, Sn$.

Схема установки показана на рис.5. Пропорциональные камеры /ПК/ размерами 256, 512 и 1024 мм^{14/} определяют треки заряженных частиц. Пространственное разрешение по координатам ствола ливня определялось на основе анализа событий, в которых зарегистрирован хотя бы один трек, вызвавший значительное энерговыделение в ЛГД / $E \geq 1$ ГэВ/. Такие треки, в основном, связаны

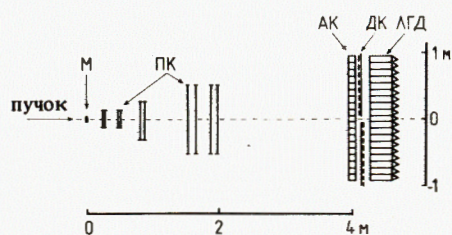


Рис.5. Схема установки. М - мишень.

с электрон-позитронными парами с очень малыми углами разлета и происходят из дэлиц-распадов π^0 -, η -мезонов либо от конверсии гамма-квантов в веществе мишени.

Набор статистики осуществлялся при интенсивности пучка $\approx 10^8$ частиц/сброс, причем длина сброса 1,5 с, цикл ускорителя 8 с.

4. РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПЫТАНИЙ

ДК настраивались на эффективную регистрацию ливней, причем одиночные треки /от адронов/ регистрировались с низкой эффективностью /20÷30%/. При вычислении эффективности регистрации ливней в ДК выдвигались требования: 1/ наличие трека, восстановленного по ПК и проходящего через элемент ЛГД, энерговыделение в котором превышает 1 ГэВ; 2/ амплитуда в соответствующем элементе АК больше некоторого порогового значения; 3/ $|X_{ПК} - X_{ДК}| \leq 3\sigma_s$, где $X_{ПК}$ - координата трека в плоскости ДК, $\sigma_s = \delta_s / 2,36$ и δ_s - ширина на половине высоты распределения значений $X_{ДК} - X_{ПК}$ /рис.6б/. Средняя "трековая" эффективность регистрации ливней

в ДК, измеренная в течение нескольких суток / $4 \cdot 10^5$ триггеров/, составляет 90%.

Пространственное разрешение ДК определялось из распределения значений $X_{ДК} - X_{ПК}$ /рис.6б/. Среднее квадратичное отклонение $\sigma_s = \delta_s / 2,36 = 4,3$ мм. После учета ошибки, вносимой в значение δ_s погрешностями

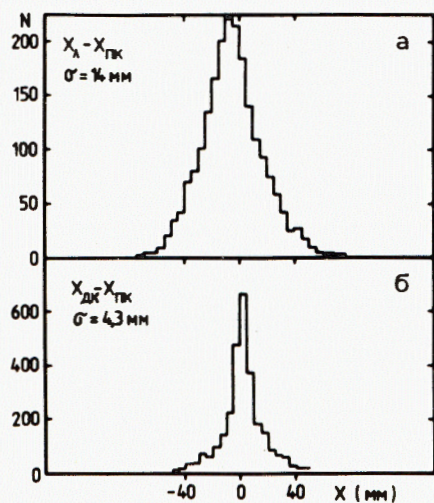


Рис.6. Распределение значений $X_{л} - X_{ПК}$ и $X_{ДК} - X_{ПК}$, где $X_{ПК}$ - координата влета e^\pm в ЛГД, определенная с помощью ПК; $X_{л}$ - определенная в ЛГД и $X_{ДК}$ - измеренная в ДК.

определения параметров треков, восстановленных с помощью ПК, значение σ_s составляет около 3 мм. Это неплохо сходится с разрешением $\sigma_{st} = 2$ мм, полученным в тестовых испытаниях /6,8/, если учесть большой угловой / $0 \div 200$ мрад / и энергетический / $1 \div 5$ ГэВ/ разброс электронов и позитронов в условиях настоящего эксперимента.

Для сравнения на рис.6а приводится распределение значений $X_{л} - X_{ПК}$, полученное для тех же событий, из которого среднее координатное разрешение ЛГД в условиях настоящего набора статистики $\sigma_{л} = 14$ мм, где $X_{л}$ - координата ствола ливня, вычисленная по соотношению энерговыделения в элементах ЛГД /1/. Из приведенных результатов следует, что с помощью системы АК+ДК при энергии $e^\pm 1 \div 5$ ГэВ пространственное разрешение нашего ЛГД улучшается в 3-4 раза.

Разрешение близколежащих ливней в ДК оценивается из распределения ионизации в ливне, вызванном γ -квантом в ДК /рис.2/. Разрешение составляет 34 мм при уровне достоверности 90%. Напомним, что разрешение близких ливней в ЛГД /размер ячейки 100 мм/ 150÷200 мм.

Ливневый годоскопический детектор измеряет координаты ствола ливня с неплохой точностью /2-3 мм /1/ / в том случае, если ливень попадает в несколько / ≥ 2 / элементов. С другой стороны, если ливень выделяет свою энергию в одном элементе, то за его координату берется центр элемента. Это приводит к тому, что

распределение координат ливней вдоль /или поперек/ ЛГД имеет периодическую структуру с пиками, расположенными в центре элементов и на границах между ними /рис.7б/. На рис.7 сравниваются распределения координат ствола ливней от e^\pm , измеренные в ЛГД /рис.7б/ и в ДК /рис.7в/ с распределением координат треков e^\pm /в плоскости ДК/, полученным с помощью ПК /рис.7а/. ДК дают гладкие распределения, ЛГД - дискретные. На основе сказанного можно сделать вывод, что с помощью системы АК+ДК можно получить координаты ливней, более близкие к истинным, чем с помощью ЛГД.

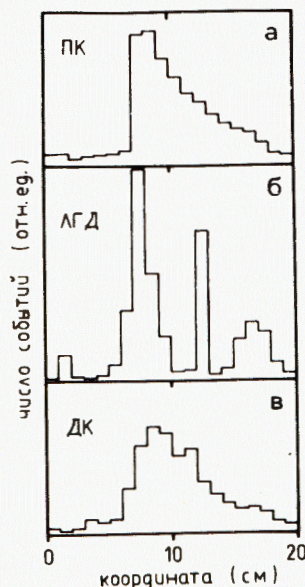


Рис.7. Распределение координат ливней от e^\pm , измеренное с помощью а - ПК, б - ЛГД, в - ДК.

В экспериментах на УНК при энергиях γ -квантов порядка 100 ГэВ роль углового разрешения при распознавании π^0 - и γ -квантов сильно возрастает. Тогда и проявятся полностью выгоды электромагнитного калориметра, содержащего систему АК+ДК+ЛГД; хорошее пространственное разрешение, гладкое координатное разрешение и хорошее разрешение близлежащих ливней.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате исследования на пучке характеристик калориметрической системы "АК+ДК+ЛГД" установлено:

1. Поперечное распределение заряда в ливне, измеренное в ДК, хорошо сходится с расчетным.

2. Система АК+ДК обеспечивает координатное разрешение, близкое к расчетному, обусловленному "физическими параметрами" ливня.

3. Эффективность работы ДК при регистрации электромагнитных ливней в условиях эксперимента достигает 90%.

4. Применение системы АК+ДК приводит в нашем случае к 3-4-кратному улучшению координатного разрешения ЛГД /от 14 до 3-4 мм/ при энергии $1 \div 5$ ГэВ. С ростом энергии это улучшение будет более ощутимо.

5. Разрешение близких ливней при энергии $1 \div 5$ ГэВ составляет 34 мм.

6. Система АК+ДК более точно, чем ЛГД, отражает угловое распределение электромагнитных ливней.

Авторы благодарны В.П.Джелепову, В.Б.Флягину и В.М.Кутьину за постоянное внимание к работе, А.М.Блику, Ю.И.Давыдову, С.В.Сергееву, А.С.Соловьеву, П.Стрменю, А.А.Фещенко и И.Е.Чирикову-Зорину за помощь при проведении эксперимента.

ЛИТЕРАТУРА

1. Антюхов В.А. и др. - ПТЭ, 1985, № 5, с.35.
2. Бицадзе Г.С. и др. - ПТЭ, 1987, № 4, с.52.
3. Akopdjanov G.A. et al. - Nucl. Instr. and Meth., 1977, 140, p. 41.
4. Cox V. et al. - Nucl. Instr. and Meth., 1984, 219, p.491.
5. Rameika R. et al. - IEEE Trans. Nucl. Sci., 1984, NS-31, p.60.
6. Budagov Yu.A. et al. - Nucl. Instr. and Meth., 1985, A238, p.74.

7. Будагов Ю.А. и др. - А.с. СССР № 1216750. Опубликовано в ОИ, 1986, № 9, с.225.
8. Bitsadze G.S. et al. - Nucl. Instr. and Meth., 1986, A251, p.61.
9. Амагуни Ц.А. - Препринт ЕФИ-735/50/-84, Ереван, 1984.
10. Антюхов В.А. и др. - Сообщение ОИЯИ, 10-12912, Дубна, 1979.
11. Budagov Yu.A. et al. - Nucl. Instr. and Meth., 1987, A255, p.493.
12. Budagov Yu.A. et al. - Nucl. Instr. and Meth., 1985, A234, p.302.
13. Будагов Ю.А. и др. - ПТЭ, 1987, № 1, с.59.
14. Давыдов Ю.И. и др. - Сообщение ОИЯИ, 13-86-328, Дубна, 1986.

Рукопись поступила в издательский отдел
30 декабря 1988 года.

**ТЕМАТИЧЕСКИЕ КАТЕГОРИИ ПУБЛИКАЦИЙ
ОБЪЕДИНЕННОГО ИНСТИТУТА ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ**

НЕТ ЛИ ПРОБЕЛОВ В ВАШЕЙ БИБЛИОТЕКЕ?

Вы можете получить по почте перечисленные ниже книги, если они не были заказаны ранее.

Д13-84-63	Труды XI Международного симпозиума по ядерной электронике. Братислава, Чехословакия, 1983.	4 р. 50 к.
Д2-84-366	Труды 7 Международного совещания по проблемам квантовой теории поля. Алушта, 1984.	4 р. 30 к.
Д1.2-84-599	Труды VII Международного семинара по проблемам физики высоких энергий. Дубна, 1984.	5 р. 50 к.
Д17-84-850	Труды III Международного симпозиума по избранным проблемам статистической механики. Дубна, 1984. (2 тома)	7 р. 75 к.
Д11-85-791	Труды Международного совещания по аналитическим вычислениям на ЭВМ и их применению в теоретической физике. Дубна, 1985.	4 р. 00 к.
Д13-85-793	Труды XII Международного симпозиума по ядерной электронике. Дубна, 1985.	4 р. 80 к.
Д4-85-851	Труды Международной школы по структуре ядра. Алушта, 1985.	3 р. 75 к.
Д3,4,17-86-747	Труды V Международной школы по нейтронной физике. Алушта, 1986.	4 р. 50 к.
—	Труды IX Всесоюзного совещания по ускорителям заряженных частиц. Дубна, 1984. (2 тома)	13 р. 50 к.
Д1.2-86-668	Труды VIII Международного семинара по проблемам физики высоких энергий. Дубна, 1986. (2 тома)	7 р. 35 к.
Д9-87-105	Труды X Всесоюзного совещания по ускорителям заряженных частиц. Дубна, 1986. (2 тома)	13 р. 45 к.
Д7-87-68	Труды Международной школы-семинара по физике тяжелых ионов. Дубна, 1986.	7 р. 10 к.
Д2-87-123	Труды Совещания "Ренормгруппа - 86". Дубна, 1986.	4 р. 45 к.
Д4-87-692	Труды Международного совещания по теории малочастичных и кварк-адронных систем. Дубна, 1987.	4 р. 30 к.
Д2-87-798	Труды VIII Международного совещания по проблемам квантовой теории поля. Алушта, 1987.	3 р. 55 к.
Д14-87-799	Труды II Международного симпозиума по проблемам взаимодействия мюонов и пионов с веществом. Дубна, 1987.	4 р. 20 к.
Д17-88-95	Труды IV Международного симпозиума по избранным проблемам статистической механики. Дубна, 1987.	5 р. 20 к.

Заказы на упомянутые книги могут быть направлены по адресу: 101000 Москва, Главпочтамт, п/я 79. Издательский отдел Объединенного института ядерных исследований.

Индекс	Тематика
	1. Экспериментальная физика высоких энергий
	2. Теоретическая физика высоких энергий
	3. Экспериментальная нейтронная физика
	4. Теоретическая физика низких энергий
	5. Математика
	6. Ядерная спектроскопия и радиохимия
	7. Физика тяжелых ионов
	8. Криогеника
	9. Ускорители
	10. Автоматизация обработки экспериментальных данных
	11. Вычислительная математика и техника
	12. Химия
	13. Техника физического эксперимента
	14. Исследования твердых тел и жидкостей ядерными методами
	15. Экспериментальная физика ядерных реакций при низких энергиях
	16. Дозиметрия и физика защиты
	17. Теория конденсированного состояния
	18. Использование результатов и методов фундаментальных физических исследований в смежных областях науки и техники
	19. Биофизика

Бицадзе Г.С. и др.

P13-88-928

Координатное разрешение годоскопического
электромагнитного калориметра апертурой 2 м^2
с активным конвертором и дрейфовыми камерами

Описывается способ определения координат ствола электромагнитного ливня в калориметре апертурой 2 м^2 , включающем в себя ливневый годоскопический детектор /ЛГД/ с размером ячейки $10 \times 10 \text{ см}$, активный конвертор /АК/ и дрейфовые камеры /ДК/ в качестве координатного детектора. Применение системы АК+ДК привело к 3-4-кратному - по сравнению с ЛГД - улучшению координатного разрешения, которое при энергии $e^\pm 1 \div 5 \text{ ГэВ}$ составляет 3-4 мм. Разрешение близких ливней в том же интервале энергий $30 \div 35 \text{ мм}$. Поперечное распределение плотности ионизации в ливне и точность определения координаты ствола ливня в ДК хорошо сходятся с расчетными.

Работа выполнена в Лаборатории ядерных проблем ОИЯИ.

Препринт Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1988

Перевод авторов

Bitsadze G.S. et al.

P13-88-928

Coordinate Resolution of a Hodoscopic
Electromagnetic Calorimeter of 2 м^2 Aperture
with Active Converter and Drift Chambers

A method for electromagnetic shower axis measurement in a calorimeter with 2 м^2 aperture is described. The calorimeter consists of the hodoscopic shower detector (SD) with cell dimensions $10 \times 10 \text{ см}^2$, active converter (AC) and drift chambers (DC) as a coordinate detector. The system AC+DC provides 3-4 times better spatial resolution than SD, being 3-4 mm for e^\pm showers with energy 1-5 GeV. Double-shower resolution for these energies is 30-35 mm. Transversal distribution of ionization losses in the shower and the spatial resolution of shower axis coordinate measurement by DC agrees well with the calculated values.

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

Preprint of the Joint Institute for Nuclear Research. Dubna 1988