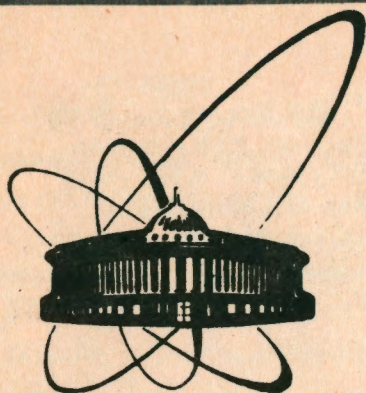


92-526



ОБЪЕДИНЕННЫЙ
ИНСТИТУТ
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ
ДУБНА

P13-92-526

СПЕКТРОМЕТРИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС
«ГИПЕРОН» ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ
РЕДКИХ РАСПАДОВ К-МЕЗОНОВ

Сотрудничество ИФВЭ — ОИЯИ

Направлено в журнал «Приборы и техника эксперимента»

1992

Спектрометрический комплекс «Гиперон»
для исследования редких распадов К-мезонов

Описывается спектрометрический комплекс, созданный на базе установки «Гиперон», предназначенный для изучения распадов К-мезонов. Спектрометрический комплекс позволяет надежно идентифицировать пучковые частицы и измерять кинематические параметры первичных и вторичных частиц, включая γ -кванты. Приводятся импульсные разрешения магнитных спектрометров, энергетические и координатные разрешения ливневых годоскопических детекторов, входящих в состав установки.

Работа выполнена в Лаборатории ядерных проблем ОИЯИ.

Препринт Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1992

Перевод авторов

Asmolov A.G. et al.
The Spectrometric Complex «Hyperon»
for Investigation of Rare K-Meson Decays

P13-92-526

The spectrometric complex for investigation of K-meson decays based on the «Hyperon» setup is described. The spectrometric complex permits one to identify reliably the beam particles and to measure the kinematic parameters of the beam and the secondary particles, including gammas. The momentum resolutions of the magnetic spectrometers, the energy and the coordinate ones of the shower hodoscope detectors of the setup are given.

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

А.Г.Асмолов, Г.С.Бицадзе, А.М.Блик¹, Ю.А.Будагов, Г.В.Велев²,
В.Б.Виноградов, А.Г.Володько, Вл.В.Глаголев, Ю.И.Давыдов,
Д.Г.Джинчарадзе³, В.Н.Колосов¹, А.С.Курилин⁴, В.М.Кутьин¹,
И.П.Либа, Ю.Ф.Ломакин, С.Н.Малюков, И.А.Минашвили³,
А.А.Олейник, О.Е.Пухов, В.И.Романовский, Н.А.Русакович,
Н.Л.Русакович, А.С.Соловьев, А.А.Фещенко, В.Б.Флягин,
Ю.Н.Харжеев, И.Е.Чириков-Зорин, Г.А.Члачидзе³, А.Н.Шалюгин

¹Институт физики высоких энергий, Протвино, Россия

²Компьютерный центр по физике, БАН, София, Болгария

³ИФВЭ, Тбилисский государственный университет, Грузия

⁴Институт физики АН Беларуси, Минск, Республика Беларусь

1. ВВЕДЕНИЕ

В последние годы интерес к распадам К-мезонов, несмотря на имеющийся достаточно обширный экспериментальный материал, не только не ослабел, но даже значительно возрос. Это связано прежде всего с возможностями проведения экспериментов по поискам процессов за рамками стандартной модели электрослабого взаимодействия, с исследованиями нарушения CP-инвариантности и редкими распадами, которые описываются диаграммами только второго и высшего порядков. Вместе с тем другие малоизученные редкие моды распадов К-мезонов также представляют значительный интерес для теории, поскольку несут ценную информацию, необходимую для проверки принципиальных положений и предсказаний низкоэнергетической КХД и ее последующего развития.

Таковыми процессами являются, например, радиационные распады каонов

$$K^+ \longrightarrow \pi^+ \pi^0 \gamma, \quad (1)$$

$$K^+ \longrightarrow \pi^+ \pi^0 \pi^0 \gamma, \quad (2)$$

$$K^+ \longrightarrow \pi^+ \pi^+ \pi^- \gamma, \quad (3)$$

$$K^+ \longrightarrow \pi^0 e^+ \nu \gamma. \quad (4)$$

Процессы (1)+(4) относятся к классу электрослабых распадов, когда испускание γ -квантов происходит либо через внутреннее тормозное излучение заряженных частиц, либо в процессе прямого (структурного) излучения промежуточных состояний, в которые переходит K^+ -мезон.

В современных моделях низкоэнергетической КХД, построенных на базе эффективных лагранжианов или феноменологических киральных лагранжианов, не существует единого описания структурного излучения в распадах (1)-(4). Поэтому сопоставление экспериментальных данных с предсказаниями

теоретических моделей и проверка возможности правильного описания внутренней динамики процессов дадут важный критерий их состоятельности.

Процессы (1)-(4) изучены с недостаточной точностью для получения информации о структурном излучении. Большая часть экспериментов по исследованию распадов (1)-(4) выполнена с использованием методики пузырьковых камер (см. работы [1], [2], [3] и [4]). В единственном электронном эксперименте зарегистрировано 192 события распада (4) [5] и 5 событий радиационного распада (3) ($K^- \rightarrow \pi^- \pi^0 \gamma$) [6].

Создание электронной установки для исследования процессов (1)-(4) с использованием комплекса современных детекторов позволяет на основе большей статистики измерить структурное излучение и его вклад в относительные вероятности распадов.

2. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ УСТАНОВКА

Установка создана на базе построенного ранее спектрометрического комплекса "Гиперон" [7], на котором были исследованы гиперзарядообменные процессы, каон-ядерные взаимодействия, а также ряд адрон-нуклонных и адрон-ядерных реакций [8-14]. Установка располагается на 18 канале протонного синхротрона ИФВЭ в несепарированном пучке положительных частиц (e, μ, π, K, p) с энергией в диапазоне 2-15 ГэВ.

В состав установки входят пучковый спектрометр и спектрометр вторичных частиц. Пучковый спектрометр используется для идентификации первичных частиц и измерения их кинематических параметров (рис.1). Спектрометр вторичных частиц (рис.2) служит для определения импульсов заряженных частиц и энергий и углов вылета γ -квантов из вершин событий.

2.1. ХАРАКТЕРИСТИКИ ПУЧКА

При сбросе 10^{12} протонов на внутреннюю мишень синхротрона интенсивность вторичных частиц на 18 канале

достигает $(5+7) \times 10^7$ за цикл при импульсе 10 ГэВ/с. Содержание каонов в пучке составляет 5-6%, что позволяет варьировать в широких пределах интенсивность K^+ -мезонов при исследованиях различных распадов. При изучении процессов (1)-(4) типичная интенсивность K^+ -мезонов составляла $(0.5+1) \times 10^5$ за цикл. Кроме того, при методических измерениях и калибровках имеется возможность использования пучка с высоким содержанием позитронов (до 70% при импульсе 2 ГэВ/с). Это достигается за счет эффекта разнесения мишени и конвертера в магнитном поле ускорителя [15]. Более подробно характеристики пучка описаны в [7].

2.2. ПУЧКОВЫЙ СПЕКТРОМЕТР

Пучковый спектрометр установки "Гиперон" позволяет определять с высокой точностью импульсы падающих частиц ($\Delta P/P \leq 0.50\%$). Это обеспечивается системой из 16 плоскостей пропорциональных камер, объединенных в 4 блока ($ПК_1+ПК_4$), с общим числом информационных каналов 1632, и анализирующим магнитом СП-129, который имеет поле высокой однородности ($\Delta H/H \leq 0.1\%$) [16] в области прохождения первичных частиц. Сцинтилляционные счетчики S_1+S_4 и

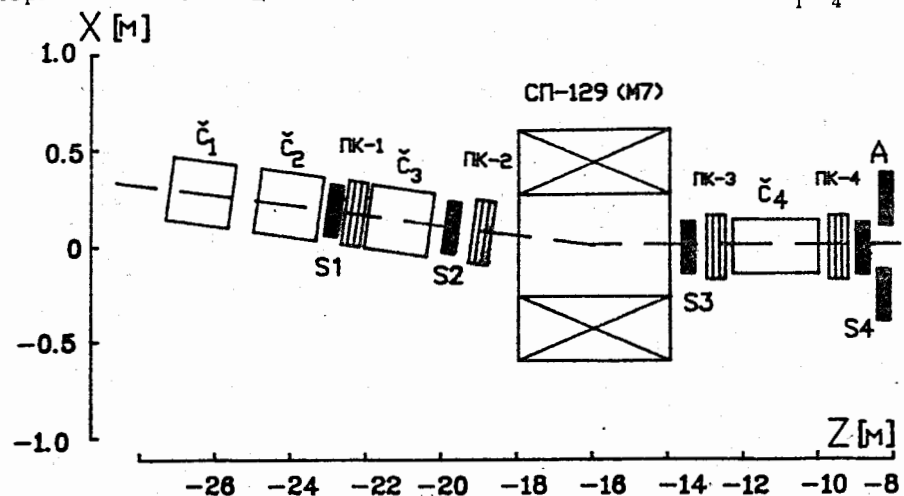


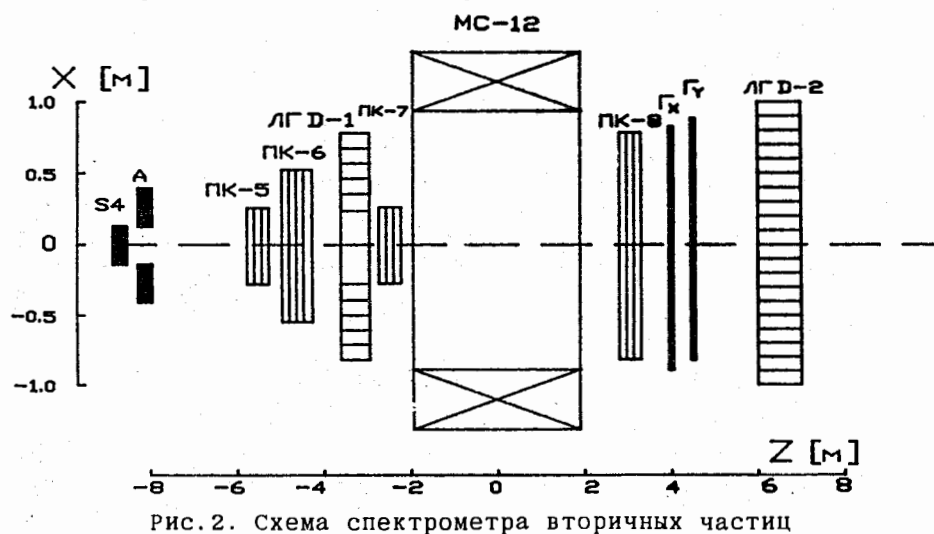
Рис.1. Схема пучкового спектрометра

антисчетчик А используются для мониторинга пучка. Идентификация частиц производится четырьмя газовыми пороговыми черенковскими счетчиками $C_1 + C_4$ с общей длиной более 20 м. Более подробно пучковый спектрометр описан в [7].

2.3. СПЕКТРОМЕТР ВТОРИЧНЫХ ЧАСТИЦ

Спектрометр вторичных частиц (рис.2) создан на базе модифицированного магнита МС-12. В его состав включены: система пропорциональных камер (ПК), сцинтилляционные годоскопические счетчики (Γ_x, Γ_y) и черенковские ливневые годоскопические детекторы (ЛГД-1 и ЛГД-2).

ПРОПОРЦИОНАЛЬНЫЕ КАМЕРЫ. В спектрометре вторичных частиц используются ПК с шагом намотки сигнальных проволок 2 мм размерами $50 \times 50 \text{ см}^2$, $100 \times 100 \text{ см}^2$ и $90 \times 130 \text{ см}^2$. 19 плоскостей ПК объединены в 4 блока ($ПК_5 + ПК_8$) и содержат около 7800 информационных каналов. ПК работают на газовой смеси $Ar + 20\% \text{ iso-C}_4\text{H}_{10} + 2.3\% \text{ C}_2\text{H}_5\text{OH} + 0.2\% \text{ фреон 13B1}$. Все камеры имеют достаточно протяженное плато эффективности



регистрации заряженных частиц (до 250 В) и показали надёжность в течение нескольких сеансов набора данных.

ГОДОСКОПИЧЕСКИЕ СЧЕТЧИКИ. Спектрометр вторичных частиц включает вертикальные и горизонтальные годоскопические сцинтилляционные счетчики Γ_x и Γ_y , расположенные между последним блоком $ПК_8$ и ЛГД-2 (рис.2). Счетчики Γ_x и Γ_y перекрывают апертуру $2.4 \times 1.2 \text{ м}^2$. Общее количество счетчиков равно 48, каждый имеет размеры $120 \times 10 \times 1 \text{ см}^3$.

МАГНИТ МС-12. В спектрометре "Гиперон" использовался модифицированный магнит МС-12 с максимальным значением поля 1.6 Тл при токе питания магнита 6.3 кА [17]. Для увеличения акцептанса установки при изучении процессов (1)-(4) были раздвинуты полюса электромагнита. В настоящее время эффективное поле занимает объем $900 \times 1000 \times 2000 \text{ мм}^3$, максимальное его значение достигает 1.1 Тл при токе питания магнита 6.3 кА [18]. Акцептанс установки для нелептонных мод распадов (1)-(3) увеличился в 2 раза (например, для распада $K^+ \rightarrow \pi^+ \pi^0 \gamma$ - с 12% до 25%).

ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ КАЛОРИМЕТРЫ. В составе спектрометра используются два электромагнитных калориметра: ЛГД-1 - для низкоэнергетических γ -квантов, вылетающих под большими углами, и ЛГД-2 - для γ -квантов, летящих вперед в малом телесном угле в лабораторной системе (рис.2).

ЛГД-1 состоит из 260 элементов, выполненных из свинцового стекла ТФ1-000, размерами $100 \times 100 \times 350 \text{ мм}^3$ с толщиной по пучку ≈ 14 радиационных длин [19]. ЛГД-1 собран в виде матрицы из 15×19 элементов с площадью 2.85 м^2 . 25 центральных элементов удалены из калориметра. Около 92% вторичных π^+ -мезонов от распадов (1)-(3) проходят в это окно, попадают в апертуру магнита МС-12 и могут быть зарегистрированы спектрометром вторичных частиц.

Калориметр расположен на подвижной платформе, что дает возможность передвигать детектор горизонтально и вертикально в плоскости, перпендикулярной направлению

пучка. Это позволяет выставить каждый элемент ЛГД-1 с точностью 1.5 мм по центру пучка во время калибровки энергетического отклика.

На рис.3 показано типичное распределение (штриховая линия) измеренных в ЛГД-1 энергий электромагнитных ливней, вызванных позитронами с импульсами 4 ГэВ/с. В том же наборе получено распределение откликов ЛГД-1 (сплошная линия), вызванных π^+ -мезонами с таким же импульсом.

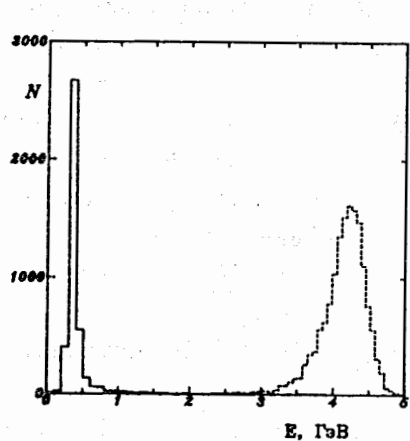


Рис.3. Распределение энергии электромагнитных ливней в ЛГД-1, вызванных позитронами с импульсами 4 ГэВ/с (пунктирная линия). Сплошной линией показан отклик ЛГД-1, вызванный π^+ -мезонами с тем же импульсом

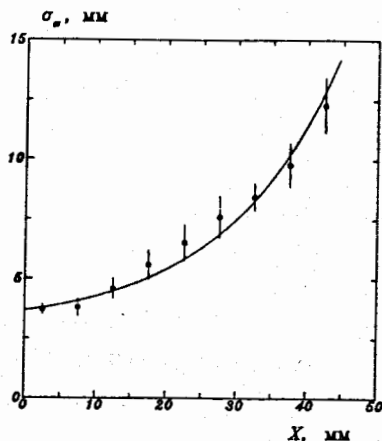


Рис.4. Координатное разрешение ЛГД-1, полученное при энергии позитронов $E_{e^+}=3$ ГэВ

Энергетическое разрешение ЛГД-1 [20] является функцией энергии частицы и количества сработавших элементов калориметра. В процессах (1)-(4) электромагнитные ливни, в основном, развиваются в одном или двух элементах ЛГД-1 и средние значения констант в стандартной параметризации

$$\frac{\sigma_E}{E} = a \oplus \frac{b}{\sqrt{E [\text{ГэВ}]}}$$

составляют $a = 1\%$ и $b = 8.5\%$.

Координатное разрешение ЛГД-1 [20] описывается выражением

$$\sigma_x = \left(0.64 + \frac{4.12}{\sqrt{E [\text{ГэВ}]}} \right) (1 + 0.23 \exp(0.062 x)) \text{ мм},$$

где E - энергия e^\pm или γ -кванта, x - расстояние от точки попадания частицы до ближайшей границы между двумя элементами в миллиметрах. При энергии детектируемых частиц $E = 3$ ГэВ σ_x изменяется в пределах от 3 мм до 17 мм (рис.4).

ЛГД-2 представляет собой матрицу размерности 24x24, составленную из свинцовых стекол марки ТФ1-00. Калориметр перекрывает площадь $2.05 \times 2.05 \text{ м}^2$. Общее количество спектрометрических каналов ЛГД-2 составляет 624. Большинство элементов (560 шт.) - это призмы размером $85 \times 85 \times 350 \text{ мм}^3$. Центральные 64 элемента (матрица 8x8) имеют размер $42.5 \times 42.5 \times 350 \text{ мм}^3$. Прототип ЛГД-2, набранный из 256 элементов, описан в [21].

Предварительная калибровка калориметра осуществляется на мюонном пучке, окончательная, более точная, - по энерговыделению при регистрации пары γ -квантов от распадов π^0 - и η -мезонов [22]. Энергетическое и координатное разрешение ЛГД-2 как функции энергии позитронов (электронов) описываются следующими выражениями:

$$\frac{\sigma_E}{E} = \left[1.5 + \frac{4.8}{\sqrt{E [\text{ГэВ}]}} \right] \times 10^{-2},$$

$$\sigma_x = 2.5 + \frac{9.0}{\sqrt{E [\text{ГэВ}]}} \text{ мм},$$

где параметры функции координатного разрешения усреднены по размеру ячейки.

On-line контроль стабильности работы спектрометрических каналов ЛГД-1 и ЛГД-2 осуществляется с помощью источников коротких световых импульсов (светодиоды, питаемые от генераторов импульсов) [19].

3. ТРИГГЕР

Условиями выработки триггерного сигнала при исследовании процессов (1)+(4) являются: 1) наличие пучкового K^+ -мезона; 2) наличие требуемого числа электромагнитных ливней с энергией выше заданного порога от γ -квантов и позитронов в калориметрах спектрометра вторичных частиц (для процессов (1), (2), (4) - не менее 3^x). Идентификация пучкового K^+ -мезона производится газовыми пороговыми черенковскими счетчиками $\check{C}_1 + \check{C}_4$. С целью определения числа γ -квантов и позитронов, попавших в калориметры, элементы ЛГД-1 и ЛГД-2 объединены соответственно в 7 и 6 групп. (При изучении процессов (1)-(4) ЛГД-1 включается в триггер как одна группа). Суммарное энерговыделение в элементах каждой группы сравнивается с заданным энергетическим порогом (0.3+1.1 ГэВ) и в результате определяется число сработавших групп в ЛГД-1 и ЛГД-2.

При изучении ряда процессов (в частности, (3)) сцинтилляционные годоскопы включаются в триггер с требованием заданной множественности заряженных частиц.

Для формирования триггерного сигнала и мониторинга пучка используются унифицированные электронные блоки, выполненные в стандартах ВИШНЯ, СУММА, КАМАК, а также специально разработанная для этой задачи электроника.

4. СИСТЕМА СБОРА ДАННЫХ И ON-LINE АНАЛИЗА ИНФОРМАЦИИ

Электроника системы сбора данных содержит ветви, выполненные в стандартах КАМАК и СУММА.

Ветвь КАМАК построена на базе контроллеров КК012 [23] и подключается к персональному компьютеру типа IBM PC/AT.

Ветвь СУММА подключается к ветви КАМАК через драйвер ветви КК008 [24].

Запись информации осуществляется на магнитофон СМ-5306 (СМ-5309), подключенный к компьютеру через интерфейс [25].

Ветвь КАМАК обеспечивает прием и передачу информации с части ПК пучкового спектрометра, всех камер спектрометра вторичных частиц и ЛГД-1. Информация с ПК пучкового спектрометра передается через регистры КР007 [26] в контроллер КК012. Для съема информации с камер спектрометра вторичных частиц используется электроника PCOS II фирмы LeCroy [27]. Сигналы с элементов ЛГД-1 регистрируются преобразователями заряд-код КА008 и КА010 [28].

Электроника, выполненная в стандарте СУММА, служит для приема и передачи информации с большей части ПК пучкового спектрометра, сцинтилляционного годоскопа, элементов ЛГД-2. Сигналы с ЛГД-2 регистрируются 10-битными преобразователями; считывание данных, вычитание пьедесталов и буферизация осуществляются системой съема информации, идентичной описанной в работе [29]. Для записи на магнитную ленту передается только значащая информация.

Система сбора данных позволяет принимать и передавать информацию для записи на магнитофон со скоростью до 200 килобайт в секунду. Эта величина сравнима с требованиями, предъявляемыми к системе сбора данных при исследовании процессов (1)-(4).

Подготовка ПК, ЛГД-1 и ЛГД-2 к работе может вестись параллельно, путем подключения персональных компьютеров к каждой из этих систем.

Для всех детекторов созданы пакеты программ, позволяющие осуществлять наладку и тестирование детекторов во время подготовки к работе и их контроль в ходе набора

данных. Существует также комплекс программ, при помощи которых проводится контроль за качеством набираемого материала и упрощенная обработка части экспериментальных данных. Эти программы выполняются на компьютере параллельно с набором данных.

5. ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ УСТАНОВКИ

Полное разрешение спектрометрического комплекса определяется двумя основными факторами: 1) точностью измерения значений импульсов и координат первичных и вторичных заряженных частиц; 2) точностью измерения энергий и углов вылета γ -квантов.

Импульсное разрешение пучкового спектрометра было определено модельным путем. Сначала методом Монте-Карло

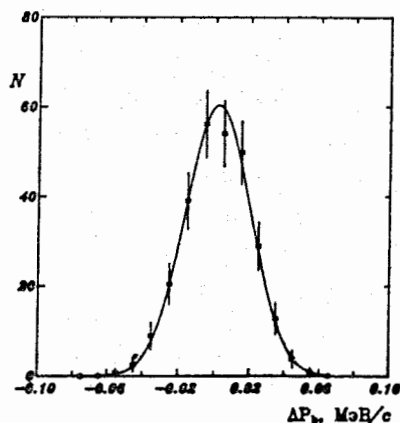


Рис.5. Разность величин сгенерированных методом Монте-Карло и восстановленных импульсов для пучкового спектрометра

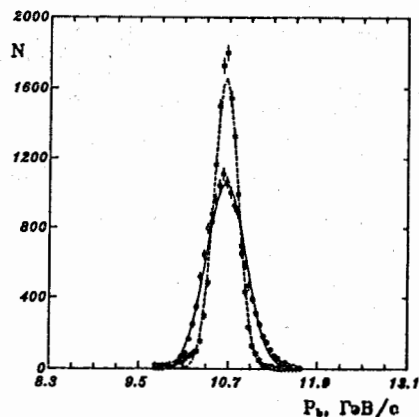


Рис.6. Спектры π^+ -мезонов с импульсами 10.7 ГэВ/с при двух значениях напряженности магнитного поля (1.1 Тл - штриховая линия и 0.6 Тл - сплошная линия) в центре магнита МС-12

генерировались импульсы частиц с учетом геометрических размеров и расходимости пучка, затем они восстанавливались с учетом расположения камер и их точностей. На рис.5 представлено распределение разности расчетных величин $\Delta P_b = P_{MC} - P_{rec}$, когда поле магнита СП-129 считается однородным. Здесь P_{MC} и P_{rec} - соответственно сгенерированные и восстановленные импульсы частиц. Отношение $\Delta P_b / P_{MC}$ составляет 0.5 % при среднем импульсе частиц 10.5 ГэВ/с.

Магнитное поле МС-12 было измерено при двух значениях тока питания магнита (6.3 кА и 3.0 кА), которые соответствуют значениям напряженности магнитного поля в центре 1.1 Тл и 0.6 Тл. На рис.6 приведены спектры π^+ -мезонов с импульсами 10.7 ГэВ/с при двух значениях напряженности магнитного поля. Среднеквадратичные отклонения этих распределений составляют ≈ 150 МэВ/с и 248 МэВ/с соответственно, что, с учетом импульсного разброса пучка ($\Delta P_{\pi^+} / P_{\pi^+} \approx \pm 1\%$), позволяет утверждать, что уменьшение напряженности магнитного поля не приводит к сильному ухудшению разрешения спектрометра.

В экспериментах по изучению распадов (1)+(4) был использован режим магнита МС-12 со значением напряженности поля в центре 0.6 Тл. Выбор этого значения определялся необходимостью увеличения аксептанса установки.

На рис.7 для π^+ -мезонов с импульсами 10.7 ГэВ/с, проходивших через установку, изображено распределение разности величин импульсов $\Delta P = P_b - P_s$, где P_b и P_s были измерены с помощью пучкового спектрометра и спектрометра вторичных частиц соответственно. Среднеквадратичное отклонение распределения составляет $\sigma_{\Delta P} = 252$ МэВ/с, т.е. $\sigma_{\Delta P} / P = 2.3\%$. Эта величина характеризует суммарное разрешение магнитных спектрометров при существующем расположении камер и согласуется с погрешностями, полученными для каждого из них в отдельности.

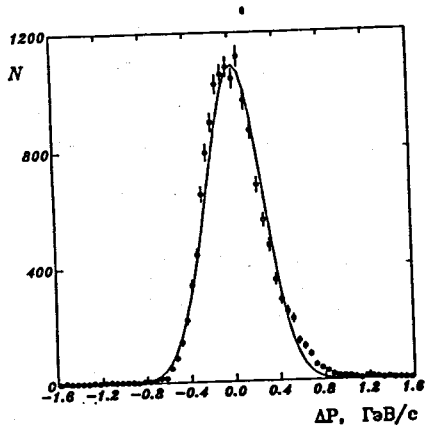


Рис. 7. Распределение по разности величин импульсов π^+ -мезонов $\Delta P = P_b - P_s$, измеренных с помощью пучкового спектрометра (P_b) и спектрометра вторичных частиц (P_s)

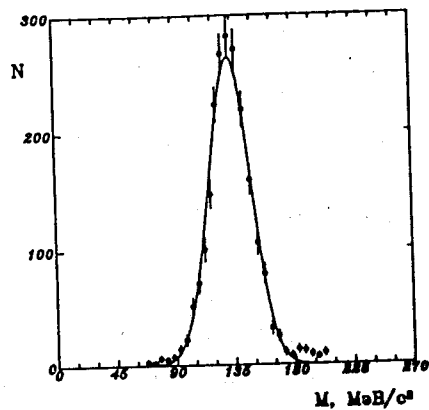
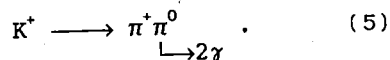


Рис. 8. Распределение по недостающей массе к π^+ -мезону в распадах (5)

Для калибровки и контроля спектрометрического комплекса параллельно с процессами (1)-(3) регистрировались распады



На рис. 8 приведен спектр недостающих к π^+ -мезону масс в распадах (5) ($M = \sqrt{(P_{K^+} - P_{\pi^+})^2}$, где P_{K^+} и P_{π^+} - четырехимпульсы K^+ - и π^+ -мезонов соответственно), в котором четко виден пик, соответствующий массе π^0 -мезона, со средним значением $M = 135 \text{ МэВ}/c^2$ и среднеквадратичным отклонением $\sigma_M = 15 \text{ МэВ}/c^2$.

Важной характеристикой ЛГД является разрешение по эффективной массе $\gamma\text{-}\gamma$ пар. При изучении распадов

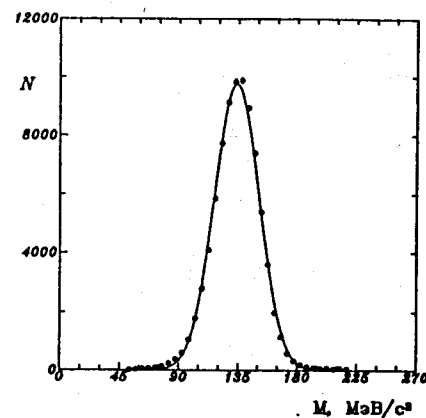


Рис. 9. Спектр эффективных масс пары γ -квантов из распадов $K^+ \longrightarrow \pi^0 + X$, полученный в калибровочных измерениях на ЛГД-1

K^+ -мезонов, в которых в конечном состоянии рождается один π^0 -мезон, были проведены калибровочные измерения ЛГД-1. Эффективная масса пары γ -квантов показана на рис. 9. Пик имеет ширину $35 \text{ МэВ}/c^2$ на полувысоте и $\sigma_M/M = 11\%$ ($\sigma_M = 15 \text{ МэВ}/c^2$).

Для калибровочных измерений ЛГД-2 использовались распады η -мезонов на $\gamma\text{-}\gamma$ пары. Здесь η -мезоны рождались в реакции $\pi^+ + \text{Be} \longrightarrow \pi \eta + X$. Мишень располагалась на расстоянии 4 м от калориметра. Эффективная масса пары γ -квантов показана на рис. 10. Среднеквадратичное отклонение распределения составляет $\sigma_M \approx 41 \text{ МэВ}/c^2$ и $\sigma_M/M \approx 7.5\%$.

Приведенные выше значения для 2γ -разрешения ЛГД-1 и ЛГД-2 являются сопоставимыми с разрешениями других детекторов подобного типа [30]-[36].

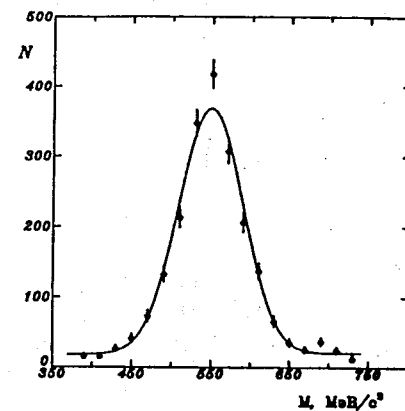


Рис. 10. Спектр эффективных масс пары γ -квантов из реакции $\pi^+ + \text{Be} \longrightarrow \pi \eta + X$, полученный в калибровочных измерениях на ЛГД-2

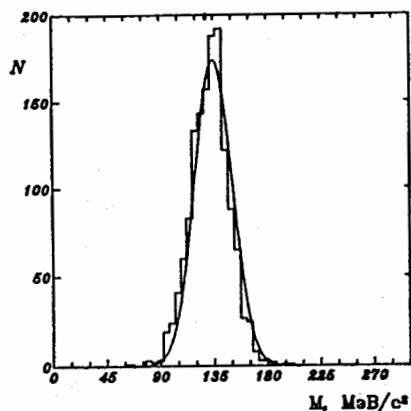


Рис. 11. Спектр эффективных масс пары γ -квантов из распада (5), зарегистрированных в разных ЛГД

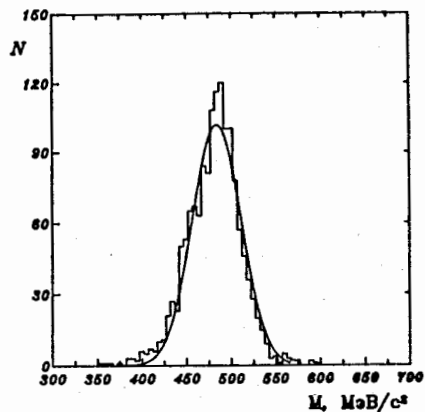


Рис. 12. Спектр эффективных масс $\pi^+\pi^0$ -мезонов от распада (5)

Изучение процессов (1)-(3) и калибровочного распада (5) показало: в более чем 50% событий, запускающих триггер, вторичные π^0 -мезоны распадаются таким образом, что один из γ -квантов регистрируется ЛГД-1, а другой - ЛГД-2. Типичный спектр эффективных масс пар γ -квантов от распада (5), зарегистрированных в разных ЛГД, показан на рис. 11. Среднеквадратичное отклонение распределения составляет $\sigma_M = 22 \text{ МэВ/с}^2$ и является сопоставимым со случаем, когда оба γ -кванта были зарегистрированы в одном ЛГД. При этом сравнении необходимо учитывать различие между энергетическими спектрами γ -квантов в обоих случаях.

С точки зрения оценки суммарного разрешения полного комплекса установки определенный интерес представляет спектр эффективных масс $\pi^+\pi^0$ -мезонов от распада (5), который показан на рис. 12. Среднеквадратичное отклонение распределения равно $\sigma_M = 30 \text{ МэВ/с}^2$ и соответствует данным, полученным методом Монте-Карло.

6. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На базе установки "Гиперон" создан спектрометрический комплекс, позволяющий надежно идентифицировать пучковые частицы и измерять с хорошей точностью кинематические параметры первичных и вторичных частиц, включая γ -кванты.

Спектрометрический комплекс позволяет регистрировать заряженные и нейтральные продукты распадов и, таким образом, является удобным инструментом для исследования распадов K^+ -мезонов, в том числе и радиационных процессов (1)-(4).

Универсальность установки дает возможность выполнения и других научных программ, как, например, по изучению распадов нейтральных мезонов, зарядовообменных реакций на ядрах и др.

Авторы выражают благодарность директорам ИФВЭ и ОИЯИ за поддержку работы, Желепову В.П. и Прокошкину Ю.Д. за конструктивную помощь на всех этапах работ. Мы признательны Голутвину И.А., Смолину Д.А., Хабарову В.С. за изготовление части пропорциональных камер установки и помощь при их запуске, Петрухину А.И. за предоставление сцинтилляционных годоскопов, сотрудникам СНЭО ОИЯИ за большой объем монтажных работ, проведенных в ходе реконструкции установки, Коломойцу В.И., Мошкову Н.П., Соковнину И.С., Тихонову М.В. за помощь в подготовке детекторов и участие в их эксплуатации.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ljung D., Cline D. Phys. Rev., D8(1973), p.1307.
2. Romano F. et al. Phys. Lett., 36B(1971), p.525.
3. Бармин В.В. и др. Препринт ИТЭФ 112-90, Москва, 1990.
4. Stamer P. et al. Phys. Rev., 138(1965), p.440.

5. Болотов В.Н. и др. ЯФ, 1986, т.44, с.108.
6. Болотов В.Н. и др. Письма в ЖЭТФ, 42(1985), с.390.
7. Антюхов В.А. и др. ПТЭ, 1985, №5, с.35.
8. Bitsadze G.S. et al. Nucl. Phys., B260(1985), p.497.
9. Bitsadze G.S. et al. JINR Preprint E1-86-780, Dubna, 1986.
10. Акименко С.А. и др. ЯФ, 1986, т.43, с.615.
11. Bitsadze G.S. et al. Nucl. Phys., B279(1987), p.770.
12. Акименко С.А. и др. Препринт ИФВЭ 89-95, Серпухов, 1989.
13. Акименко С.А. и др. ЯФ, 1991, т.53, с.429.
14. Акименко С.А. и др. ЯФ, 1990, т.52, с.1397.
15. Маишеев В.А. и др. Препринт ИФВЭ 75-116, Серпухов, 1975.
Бавижев М.Д. и др. Препринт ИФВЭ 82-74, Серпухов, 1982.
16. Виноградов В.Б. и др. Сообщение ОИЯИ P1-85-761, Дубна, 1985.
17. Акименко С.А. и др. Сообщение ОИЯИ P10-80-155, Дубна, 1980.
18. Богословский Д.Н. и др. Сообщение ОИЯИ P-13-92-464, Дубна, 1992.
19. Бицадзе Г.С. и др. ПТЭ, №4 (1987), с.52.
20. Budagov Yu.A. et al. JINR Preprint E13-92-219, Dubna, 1992
21. Акименко С.А. и др. Препринт ИФВЭ 84-194, Серпухов 1984.
Акименко С.А. и др. ПТЭ, №1 (1988), с.45.
22. Акименко С.А. и др. ПТЭ, №1 (1984), с.66.
23. Антюхов В.А. и др. Сообщение ОИЯИ, P10-90-589, Дубна, 1990.
24. Нгуен Мань Занг и др. Сообщение ОИЯИ P10-83-594, Дубна, 1983.

25. Комиссаров Е.В. и др. Препринт ОИЯИ P11-89-714, Дубна, 1989.
Вовенко А.А. и др. Сообщение ОИЯИ P11-91-541, Дубна, 1991.
26. Журавлев Н.И. и др. Сообщение ОИЯИ 10-9479, Дубна, 1976.
27. PCOS II. Proportional Chamber Operating System. LeCroy Research System Corp., 1977.
28. Антюхов В.А. и др. Сообщение ОИЯИ 10-12912, Дубна, 1979.
Антюхов В.А. и др. Сообщение ОИЯИ 10-83-900, Дубна, 1983.
29. Ермолин Ю.В. и др. Препринт ИФВЭ 84-25, Серпухов, 1984.
30. Barber D.P. et al. Nucl. Instr. and Meth. 145 (1977) 453.
31. Binon F. et al. Nucl. Instr. and Meth. 188 (1981) 507.
Binon F. et al. Nucl. Instr. and Meth. A248 (1986) 86.
32. Checchia P. et al. Nucl. Instr. and Meth. A248 (1986) 317.
Checchia P. et al. Nucl. Instr. and Meth. A275 (1989) 49.
33. Kawabata S. et al. Nucl. Instr. and Meth. A270 (1989) 50.
34. Sumiyoshi T. et al. Nucl. Instr. and Meth. A271 (1988) 432.
35. Bartha G.T. et al. Nucl. Instr. and Meth. A275 (1989) 59.
36. Гниненко С.Н. и др. Препринт ИЯИ АН СССР П-0426, Москва, 1985.

Рукопись поступила в издательский отдел
15 декабря 1992 года.