

ОБЪЕДИНЕННЫЙ ИНСТИТУТ ЯДЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

1-96-499

На правах рукописи  
УДК 539.126.4.13

P-88

РУСАКОВИЧ  
Надежда Львовна

ИЗМЕРЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ  
МАТРИЧНОГО ЭЛЕМЕНТА РАСПАДА  $K^+ \rightarrow \pi^+ \pi^0 \pi^0$

Специальность: 01.04.16 — физика ядра  
и элементарных частиц

Автореферат диссертации на соискание ученой степени  
кандидата физико-математических наук

Дубна 1996

Работа выполнена в Лаборатории ядерных проблем  
Объединенного института ядерных исследований.

Научный руководитель:

Доктор физико-математических наук, профессор ФЛЯГИН  
Владимир Борисович

Официальные оппоненты:

Доктор физико-математических наук, профессор СЕРГЕЕВ  
Феликс Михайлович

Кандидат физико-математических наук БЕЛЬКОВ  
Александр Аркадьевич

Ведущее научно-исследовательское учреждение:

Институт физики высоких энергий, г.Протвино, Московской области.

Защита диссертации состоится "6" февраля 1997г.

в \_\_\_\_\_ часов на заседании Диссертационного совета Д-047.01.03 при  
Лаборатории ядерных проблем Объединенного института ядерных  
исследований, г.Дубна Московской области.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ОИЯИ.

Автореферат разослан "18" января 1997г.

Ученый секретарь Диссертационного совета

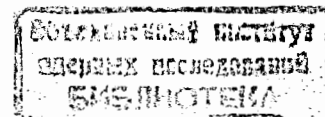
доктор физико-математических наук Ю.А.Батусов

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Актуальность.** Экспериментальное исследование нелептонных распадов К-мезонов и, в частности, определение параметров матричного элемента (часто называемых в литературе параметрами наклона) для распадов  $K \rightarrow 3\pi$  является актуальным для проверки теоретических моделей, описывающих низкоэнергетические мезонные процессы в терминах эффективных киральных лагранжианов. Исследование структуры эффективного лагранжиана, описывающего нелептонные распады с изменением странности  $|\Delta S|=1$ , является одной из актуальнейших задач, которую можно решить в экспериментах по изучению распадов К-мезонов. Поскольку роль различных динамических механизмов в описании К-распадов в теории не удается выяснить до конца, несомненный интерес представляет любая возможность их экспериментального разделения. Так, совместный анализ данных по распадам  $K \rightarrow 2\pi$ ,  $K \rightarrow 3\pi$  дает возможность выделения вкладов так называемых "пингиновых" диаграмм. Актуальность этой проблемы обусловлена тем, что, по современным теоретическим представлениям, пингиновые диаграммы играют роль не только в динамическом усилении переходов с изменением изоспина  $|\Delta I|=1/2$ , но также полностью определяют прямое CP-нарушение в нелептонных К-распадах. Для совместного анализа данных по нелептонным распадам  $K \rightarrow 2\pi$ ,  $K \rightarrow 3\pi$  с целью разделения различных вкладов в амплитуды кроме данных о вероятностях распадов необходима информация о параметрах матричных элементов для различных каналов распадов  $K \rightarrow 3\pi$ . Хотя распады  $K^\pm \rightarrow \pi^\pm \pi^0 \pi^0$  исследовались во многих экспериментах, точность измерения параметров наклона недостаточна для проведения надежных теоретических расчетов.

### **Цель работы:**

Определение трех параметров матричного элемента распада  $K^+ \rightarrow \pi^+ \pi^0 \pi^0$  с точностью, превышающей точность предыдущих



экспериментов на большой статистике событий, в которых измерены все кинематические параметры частиц.

Создание математического обеспечения для обработки экспериментальных данных по распадам К-мезонов, полученных на установке ГИПЕРОН-2, на Серпуховском протонном синхротроне.

Разработка метода восстановления координат попадания  $\gamma$ -квантов в годоскопический электромагнитный калориметр в области стыка прямоугольных ячеек разного размера.

#### Научная новизна:

1. Существенно повышена точность измерения параметров наклона диаграммы Далитца в распаде  $K^+ \rightarrow \pi^+ \pi^0 \pi^0$ , по сравнению с предыдущими экспериментами.
2. Впервые получены ненулевые значения квадратичных параметров наклона с точностью около 25%, более чем вдвое превышающей точность предыдущих измерений.
3. Впервые предложен и разработан метод определения координат входа  $\gamma$ -квантов в годоскопический электромагнитный калориметр в области стыка прямоугольных элементов разного размера.
4. Впервые найдены аналитические функции, описывающие зависимость спектра интенсивности черенковского излучения, вызванного заряженными  $\pi$ -мезонами в электромагнитном калориметре, от энергии  $\pi$ -мезона и определены параметры этих функций.

#### Практическая ценность работы:

1. Измеренные значения параметров наклона могут быть использованы для проведения совместного теоретического фита экспериментальных данных по нелептонным распадам К-мезонов. Повышение точности измерений позволит уменьшить теоретические неопределенности в оценке эффектов прямого CP-нарушения и усиления переходов с изменением изоспина  $|\Delta I| = 1/2$ .

2. Разработанный метод реконструкции координат входа  $\gamma$ -квантов в электромагнитный калориметр позволяет определять их координаты в области стыка прямоугольных элементов разного размера. Метод применим для калориметров с элементами любой ширины, так как полученные формулы определяют зависимость координаты от размера ячейки калориметра.

3. Полученная аналитическая зависимость спектра интенсивности черенковского излучения, вызванного заряженными  $\pi$ -мезонами в электромагнитном калориметре, от энергии  $\pi$ -мезона может применяться для дискриминации адронных и электромагнитных ливней, а также при расчете акцептанса для моделирования отклика калориметра на попадание заряженных адронов.

#### Автор защищает:

1. Результаты определения параметров матричного элемента распада  $K^+ \rightarrow \pi^+ \pi^0 \pi^0$ , полученные на основе анализа данных первого электронного эксперимента по изучению этого распада, где измерялись энергии и импульсы всех, участвующих в распаде частиц.
2. Создание программного обеспечения для обработки экспериментальных данных, полученных на установке ГИПЕРОН-2, которое было использовано при исследовании распада  $K^+ \rightarrow \pi^+ \pi^0 \pi^0$ .
3. Разработку и применение метода определения координат входа  $\gamma$ -квантов в годоскопический электромагнитный калориметр в области стыка элементов разного размера с учетом зависимости от угла падения частицы на поверхность калориметра.
4. Получение аналитических функций, описывающих зависимость спектра интенсивности черенковского излучения, вызванного заряженными  $\pi$ -мезонами в электромагнитном калориметре, от энергии  $\pi$ -мезона, а также функций, описывающих распределение энергодыхления от адронного ливня по ячейкам калориметра в зависимости от точки входа пиона, и

применение полученных результатов при обработке экспериментальных данных и расчете эффективности регистрации.

**Апробация работы:**

Основные результаты диссертации докладывались на международной конференции по физике высоких энергий (Варшава, Польша, 1996г.), на международном совещании по физике и детекторам для DAΦNE (Фраскати, Италия, 1995г.), на заседаниях НТС ИФВЭ (Протвино, Россия, 1996г.) и на научных семинарах ЛЯП ОИЯИ (Дубна, Россия).

**Публикации:**

В диссертации обобщены результаты работ, выполненных автором в 1990-1996гг. в ЛЯП ОИЯИ. Основные результаты изложены в пяти публикациях.

**Структура и объем диссертации:**

Диссертация состоит из введения, пяти глав и заключения и содержит 83 страницы текста, включая рисунки, таблицы и список цитируемой литературы.

**СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ.**

**Во введении** показана актуальность работы, сформулирована цель работы, даны структура диссертации и краткое содержание отдельных глав.

**В первой главе** рассмотрены существенные для нашего исследования аспекты теоретического описания нелептонных распадов К-мезонов  $K \rightarrow 3\pi$  в рамках модели эффективных киральных лагранжианов и представлен обзор предыдущих экспериментов по исследованию распадов  $K^\pm \rightarrow \pi^+\pi^0\pi^0$ . Приводится выражение для квадрата матричного элемента распадов  $K \rightarrow 3\pi$

$$|A|^2 = C(1 + gX + hX^2 + kY^2), \quad (1)$$

в виде разложения по степеням лоренц-инвариантных переменных

$$X = (s_3 - s_0)/m_\pi^2; \quad Y = (s_2 - s_1)/m_\pi^2;$$

где  $s_0 = (m_K^2 + m_\pi^2 + 2m_{\pi^0}^2)/3$ ;  $s_i = (p_K - p_i)^2$ ;  $p_i$  - 4-импульс;  $i=1,2$  для  $\pi^0$ -мезонов;  $i=3$  для  $\pi^+$ -мезона;  $g, h$  и  $k$  - наблюдаемые переменные, параметры наклона, определяемые из анализа диаграммы Далитца.

Показана необходимость существенного повышения точности измерения параметров матричного элемента для разделения вкладов различных динамических механизмов в амплитуду распадов  $K \rightarrow 3\pi$ , которое не может быть сделано на основе одних только теоретических принципов.

**Вторая глава** посвящена изложению условий проведения эксперимента, выполненного в Протвино, на установке ГИПЕРОН-2, в пучке положительных частиц с энергией 10ГэВ. Описаны детекторы, входящие в состав спектрометра (рис.1), триггерные условия, процедура набора данных и система on-line контроля работы установки.

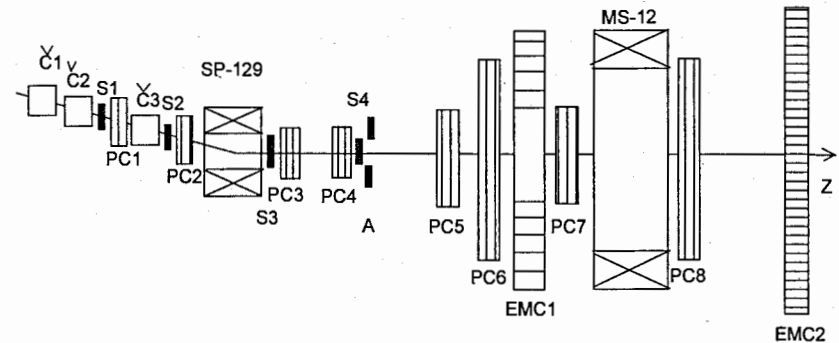


Рис.1  
Схема спектрометра ГИПЕРОН-2

Особенностью триггера в нашем эксперименте является требование, чтобы в обоих калориметрах было не менее трех ливней с энергией выше установленного порога. Для подсчета электромагнитных ливней элементы

калориметров были объединены в шесть групп - 5 групп в EMC2, а EMC1 был включен в триггер, как одна группа.

Отмечено, что благодаря включению в состав установки спектрометрического магнита, пропорциональных камер и двух электромагнитных калориметров, наш эксперимент является первым электронным экспериментом по исследованию распадов  $K^\pm \rightarrow \pi^\pm \pi^0 \pi^0$ , в котором измерялись энергии и импульсы всех, участвующих в распаде частиц.

В третьей главе описаны методы обработки экспериментальных данных. Приведена общая схема созданного нами комплекса программ обработки и рассмотрены алгоритмы, положенные в основу созданных программ. Существенное внимание уделено разработанному нами на основе методических измерений новому методу реконструкции координат попадания  $\gamma$ -квантов в годоскопические калориметры, составленные из прямоугольных элементов разного размера. Полученные функции, описывающие зависимость координаты  $\gamma$ -кванта  $x$  от разности  $R = (E_{left} - E_{right})/E_{tot}$  относительного энерговыделения слева  $E_{left}/E_{tot}$  и справа  $E_{right}/E_{tot}$  от ячейки, в которую попала частица, и ширины этой ячейки  $h$

$$x(R, h) = \frac{a_2 h \cdot \operatorname{tg}(a_1 R) - 2 + \sqrt{4 + a_2^2 h^2 \cdot \operatorname{tg}^2(a_1 R) - 4 \operatorname{tg}^2(a_1 R)}}{2 a_2 \cdot \operatorname{tg}(a_1 R)}, \quad (2)$$

$$x(R=0) = \frac{h}{2},$$

где  $a_1 = 2.89$ ,  $a_2 = -0.16$  - параметры, позволяют не только применять эту методику для калориметров с ячейками любой ширины, но и определять координату  $\gamma$ -кванта в области стыка ячеек разного размера. Показана необходимость учета поправки  $DX$  к координате, восстановленной по формуле (2), в зависимости от угла падения  $\alpha$  на поверхность калориметра. Получено аналитическое выражение для этой зависимости

$$DX(\alpha) = a_1 \cdot \operatorname{th}(a_2 \alpha - a_3) + a_4,$$

где  $a_1 = 14.0$ ,  $a_2 = 21.6$ ,  $a_3 = -0.898$ ,  $a_4 = 10.5$ .

Приведены критерии отбора событий, наиболее существенными из которых были:

1. импульс вторичной заряженной частицы должен быть измерен с помощью магнита MC-12;
2. если вторичная заряженная частица попала в калориметр ЛГД2, то там должно быть зарегистрировано вызванное ею черенковское свечение;
3. в обоих калориметрах должно быть зарегистрировано четыре ливня от  $\gamma$ -квантов с энергией не ниже 500MeV.

Продемонстрирована корректность процедуры кинематической идентификации событий, в результате которой для последующего анализа отобрано около 33000 случаев восстановленных распадов удовлетворяющих гипотезе  $K^+ \rightarrow \pi^+ \pi^0 \pi^0$  с  $P(\chi^2) \geq 0.03$ .

Четвертая глава посвящена расчету эффективности регистрации распада в установке (аксептанса), выполненному методом Монте-Карло с помощью созданного нами комплекса программ.

Адекватность моделирования контролировалась по соответствию экспериментальных и смоделированных распределений. На рис.2 показаны распределения суммарного энерговыделения в одной из групп ячеек калориметра, включенной в триггер (а) и эффективных масс четырех  $\gamma$ -квантов и  $\pi^+$ -мезона (б) для отобранных событий. Сплошной линией показан экспериментальный спектр, пунктирной - результат моделирования. На рис.3 приведены зависимости эффективности регистрации исследуемого распада от далитцевских переменных  $X$  и  $Y$ . Отметим, что аксептанс является гладким и слабо зависит от  $X$  и  $Y$ . Это означает, что распад регистрируется с примерно одинаковой эффективностью почти во всем фазовом объеме.



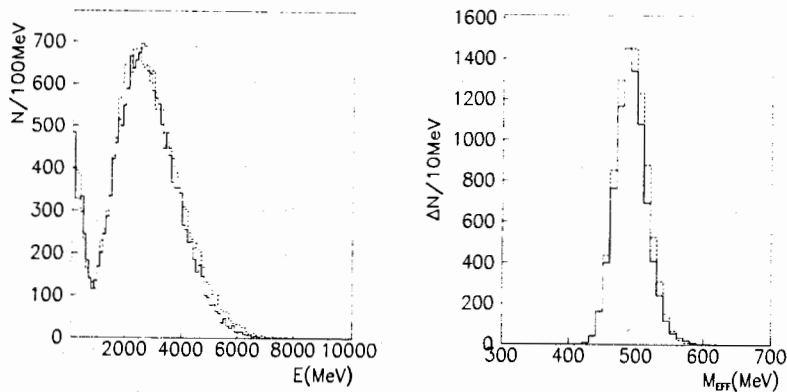


Рис.2

а

б

Распределения а) энерговыделения в пятой триггерной группе и б) четырех  $\gamma$ -квантов и  $\pi^+$ -мезона для распада  $K^+ \rightarrow \pi^+ \pi^0 \pi^0$ . Сплошная линия - эксперимент, пунктирная - моделирование.

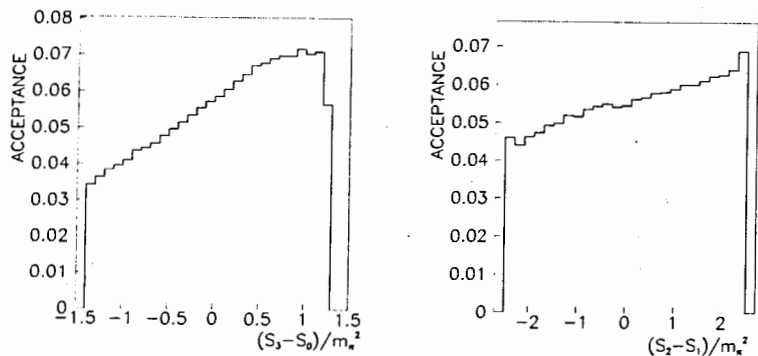


Рис.3

а)

б)

Распределения акцептанса по переменным диаграммы Далица для распада  $K^+ \rightarrow \pi^+ \pi^0 \pi^0$ : а) распределение по  $X = (s_3 - s_0) / m_\pi^2$ ; б) распределение по  $Y = (s_2 - s_1) / m_\pi^2$ .

Описаны результаты двух методических работ: исследования энергетической зависимости черенковского излучения, вызванного адронами в электромагнитном калориметре и изучения распределения энерговыделения от адронного ливня по ячейкам электромагнитного калориметра. Полученные результаты применялись для дискриминации адронных и электромагнитных ливней, а также использовались при моделировании отклика ливневого годоскопического детектора на попадание адрона.

Отбор смоделированных событий проводился по тем же критериям, что и отбор реальных распадов. Общее число событий в Далитц-плоте, построенном методом Монте-Карло, примерно в пять раз превышало экспериментальную статистику. Каждый бин результирующей диаграммы Далитца представляет собой отношение числа экспериментальных событий к числу событий, смоделированных с постоянным матричным элементом.

В пятой главе приводятся результаты определения параметров матричного элемента распада  $K^+ \rightarrow \pi^+ \pi^0 \pi^0$ , полученные на основе анализа диаграммы Далитца и энергетического спектра  $\pi^+$ -мезона. Исследование возможных источников фона показало, что при нашей постановке эксперимента и критериях отбора событий другие K-распады не могут являться источниками фона. Оценка вклада от дифракционного рассеяния K-мезонов в веществе на пути пучка  $K^+ N \rightarrow K^+ N \pi^0 \pi^0$  пренебрежимо мала и составляет около 0.5%.

Аппроксимация Далитц-плота выражением (1) для квадрата матричного элемента дает для параметров наклона значения

$$\begin{aligned} g &= 0.736 \pm 0.014 \pm 0.012, \\ h &= 0.128 \pm 0.015 \pm 0.024, \\ k &= 0.0197 \pm 0.0045 \pm 0.003, \end{aligned} \quad (3)$$

с  $\chi^2 = 15$  на степень свободы. Здесь первые ошибки - статистические, вторые - систематические. Полученное нами значение параметра  $k$

отличается от нуля почти на четыре ошибки. В большинстве экспериментов, где анализировался только энергетический спектр  $\pi^+$ -мезона, этот параметр не принимался во внимание и не определялся, а в тех трех, где изучался Далиц-плот, в пределах ошибок совместим с нулем. Поскольку обнаруженное нами отличие невелико, для сравнения с другими данными мы провели фит  $X$ -распределения (рис.4) с выражением

$|M|^2(X) = C(1 + gX + hX^2)$ , пренебрегая параметром  $k$ . Результат

$$g = 0.703 \pm 0.012,$$

$$h = 0.106 \pm 0.013,$$

с  $\chi^2 = 0.91$  на степень свободы, примерно на две статистические ошибки меньше, чем величины (3). Здесь даны только статистические ошибки.

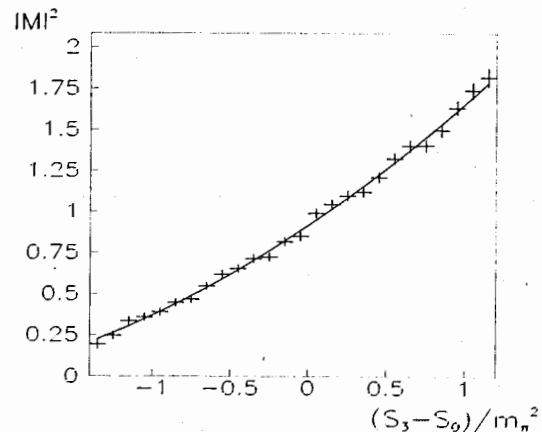


Рис.4

Распределение по переменной  $X$  распада  $K^+ \rightarrow \pi^+ \pi^0 \pi^0$

Наши данные (3) для  $g$  и  $h$  на 5.5 и 3 ошибки (с учетом систематических погрешностей) превышают мировые средние значения (мировое среднее для  $k$  не определено)  $g=0.594 \pm 0.019$ ,  $h=0.035 \pm 0.015$ , но в пределах одной-двух ошибок согласуются с пятью предыдущими экспериментами (рис.5 и рис.6).

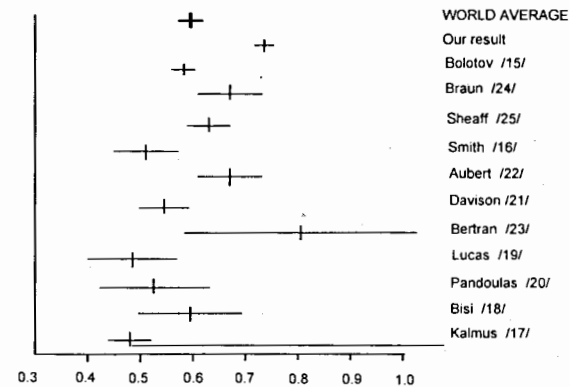


Рис.5

Линейный параметр наклона  $g$  в распадах  $K^+ \rightarrow \pi^+ \pi^0 \pi^0$

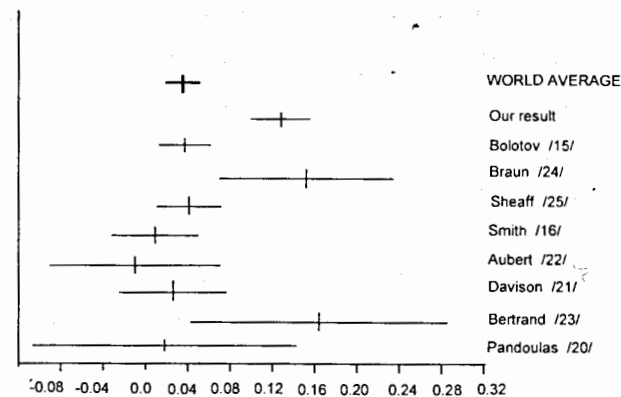


Рис.6

Квадратичный параметр наклона  $h$  в распадах  $K^+ \rightarrow \pi^+ \pi^0 \pi^0$

Существует единственное измерение параметра  $k$  с удовлетворительной (лучше 100%) точностью  $k=0.011 \pm 0.007$ , согласующееся с нашим результатом.

Поскольку различия в экспериментальных результатах чаще всего обусловлены систематическими ошибками, этой проблеме уделено серьезное внимание. Для оценки систематических погрешностей мы построили несколько различных диаграмм Далитца:

1. для каждого сеанса набора данных, проведенных при разных триггерных порогах;
2. полагая в кинематическом фите один из параметров неизмеренным (например, импульс заряженного пиона или энергию  $\gamma$ -кванта);
3. при различных кинематических ограничениях (например, на минимальную энергию  $\gamma$ -квантов);
4. обрезав края суммарного Далитц-плота.

В результате анализа этих диаграмм мы получили несколько наборов параметров наклона. Максимальное отклонение параметров наклона от значений (3) мы приводим, как оценку наших систематических ошибок. Наибольшие отклонения были получены при отдельном анализе сеансов набора данных.

Чтобы еще раз убедиться в правильности методов обработки и адекватности моделирования при расчете акцептанса, мы, используя при обработке то же программное обеспечение и те же методы моделирования, что и при изучении  $K \rightarrow 3\pi$ , определили параметр наклона  $\lambda_+$  векторного формфактора в полуплептонном распаде  $K^+ \rightarrow \pi^0 e^+ \nu$ . На части статистики (отобрано около 12000 событий) нами получен предварительный результат

$$\lambda_+ = 0.0288 \pm 0.0043,$$

согласующийся с мировым средним значением  $\lambda_+ = 0.0286 \pm 0.0022$ . и с результатами всех предыдущих экспериментов.

**В заключении** сформулированы основные результаты диссертации:

1. Впервые проведен электронный эксперимент с целью исследования распада  $K^+ \rightarrow \pi^+ \pi^0 \pi^0$ , в котором измерялись энергии и импульсы пучковой

частицы и всех продуктов распада, как заряженных так и нейтральных. Автором созданы on-line программы контроля работы детекторов и быстрой реконструкции событий для оценки качества набираемого материала в ходе эксперимента.

2. Впервые предложен и разработан метод определения координат входа  $\gamma$ -квантов в годоскопический электромагнитный калориметр в области стыка прямоугольных элементов разного размера. Получена зависимость поправки к восстановленным координатам в зависимости от угла падения частицы на переднюю поверхность калориметра. Введение этой поправки позволяет избежать систематической ошибки в определении координат. Используя разработанный способ мы получили координатное разрешение в ЛГД2  $\sigma = 4.5$  мм в ячейках шириной 42.5 мм и среднее разрешение  $\sigma = 7$  мм в ячейках шириной 85 мм.

3. Впервые получен общий вид функций, описывающих зависимость спектра интенсивности черенковского излучения, вызванного  $\pi^+$ -мезонами в электромагнитном калориметре, от энергии пиона. Получены также аналитические выражения, описывающие распределение энерговыделения от адронного ливня по ячейкам калориметра в зависимости от точки входа заряженного адрона и ширины ячейки. Результаты имеют общий характер и использовались нами при дискриминации адронных и электромагнитных ливней, а также для моделирования отклика электромагнитного калориметра на попадание заряженного адрона при расчете акцептанса установки.

4. Создан пакет программ обработки экспериментальных данных и расчета акцептанса установки методом Монте-Карло. При создании программ использовались разработанные нами методики. В результате обработки экспериментальных данных отобрано 33000 событий распада  $K^+ \rightarrow \pi^+ \pi^0 \pi^0$  на уровне достоверности  $P(\chi^2) \geq 0.03$ , рассчитан акцептанс для этого



распада и вклад основного фонового процесса - дифракционного рассеяния  $K^+ A \rightarrow K^+ \pi^0 \pi^0 A$ , оказавшийся пренебрежимо малым.

5. С точностью, превышающей точность предыдущих экспериментов, на основе анализа диаграммы Далитца определен линейный параметр наклона  $g$  для распада  $K^+ \rightarrow \pi^+ \pi^0 \pi^0$ . Полученное значение  $g=0.736 \pm 0.014 \pm 0.012$  существенно отличается от мирового среднего значения  $g=0.594 \pm 0.019$ , но наблюдается согласие в пределах одной-двух ошибок с некоторыми из предыдущих экспериментов.

6. С более высокой, относительной точностью, чем в предшествующих работах определен квадратичный параметр наклона  $h=0.128 \pm 0.015 \pm 0.024$ . Здесь также имеется расхождение с мировым средним  $h=0.035 \pm 0.015$ . Существенно ненулевое значение этого параметра, совпадающее в пределах ошибок с нашим результатом, ранее наблюдалось только в двух экспериментах со значительно худшей точностью около 50%.

7. Впервые с удовлетворительной точностью измерен параметр  $k=0.0197 \pm 0.0045 \pm 0.003$ . Полученное значение согласуется с наиболее точным результатом  $k=0.011 \pm 0.007$ , полученным ранее, однако на четыре ошибки отличается от нуля, тогда как все три предыдущих результата из-за более низкой точности измерения совместимы с нулем.

8. Проведен анализ энергетического спектра  $\pi^+$ -мезона в исследуемом распаде с целью определения значений параметров  $g$  и  $h$  другим способом, в предположении  $k=0$ . Полученные значения  $g = 0.703 \pm 0.012$ ,  $h = 0.106 \pm 0.013$ , примерно на две статистические ошибки меньше, чем при аппроксимации Далитц-плота с тремя параметрами. При этих значениях параметров аппроксимирующая кривая находится в очень хорошем согласии с экспериментальными данными ( $\chi^2 = 0.91 / ndf$ ).

Основные результаты диссертации опубликованы в следующих работах:

1. Асмолов А.Г., Бицадзе Г.С., Блик А.М., Будагов Ю.А., Велев Г.В., Виноградов В.Б., Володько А.Г., Глаголев Вл.В., Давыдов Ю.И., Джинджарадзе Д.Г., Иорданов А.Б., Колосов В.И., Курилин А.С., Кутын В.М., Либа И.П., Литов Л.Б., Ломакин Ю.Ф., Малюков С.Н., Минашвили И.А., Олейник А.А., Пухов О.Е., Романовский В.И., Русакович Н.А., Русакович Н.Л., Семенов А.А., Соловьев А.С., Фещенко А.А., Флягин В.Б., Харжеев Ю.И., Ценов Р.В., Чириков-Зорин И.Е., Члачидзе Г.А., Шалюгин А.Н. "Спектрометрический комплекс ГИПЕРОН для исследования распадов К-мезонов", *Приборы и техника эксперимента*, №3, стр.13, 1994.
2. Велев Г.В., Глаголев Вл.В., Малюков С.Н., Минашвили И.А., Русакович Н.А., Русакович Н.Л., Члачидзе Г.А. "Зависимость интенсивности черенковского излучения от энергии адронных ливней, вызванных  $\pi^+$ -мезонами в электромагнитном калориметре", *Приборы и техника эксперимента*, №5, стр.65, 1991.
3. Батусов В.Ю., Велев Г.В., Либа И.П., Русакович Н.Л., Члачидзе Г.А. "Обработка экспериментальных данных по исследованию распадов К-мезонов на спектрометре ГИПЕРОН-2", *Сообщение ОИЯИ*, P1-95-459, 1995.
4. Батусов В.Ю., Русакович Н.Л. "Восстановление координат входа  $\gamma$ -квантов в ливневый годоскопический калориметр с ячейками разного размера", *Приборы и техника эксперимента*, №5, стр.35, 1996.
5. Batusov V.Yu., Blick A.M., Budagov Yu.A., Chirikov-Zorin I.E., Chlachidze G.A., Davydov Yu.I., Djinjaradze D.G., Flyagin V.B., Glagolev V.I.V., Iordanov A., Kolosov V.I., Kurilin A.S., Kut'in V.M., Litov L., Liba I.P., Lomakin Yu.F., Maluykov S.N., Minashvili I.A., Pukhov O.E., Romanovsky V.I., Russakovich

N.L., Russakovich N.A., Semenov A.A., Shalyugin A.N., Shelikhov V.N.,  
Soloviev A.S., Tsenov R.V., Velev G.V., Vinogradov V.B., Volodko A.G.  
"Measurement of Dalitz-plot slope parameters for  $K^+ \rightarrow \pi^+ \pi^0 \pi^0$  decay",  
*Preprint JINR, E1-96-252, 1996.*

Рукопись поступила в издательский отдел  
27 декабря 1996 года.