

ОБЪЕДИНЕННЫЙ  
ИНСТИТУТ  
ЯДЕРНЫХ  
ИССЛЕДОВАНИЙ  
ДУБНА



4305

ЭКЗ. ЧИТ. ЗАЛА

1 - 730

К.-Ф.Альбрехт, В.К.Бирулев, Д.Вестергомби,  
А.С.Вовенко, Т.С.Григалашвили, Б.Н.Гуськов,  
В.Г.Кривохижин, В.В.Кухтин, М.Ф.Лихачев, Э.Надь,  
Х.Э.Рызек, И.А.Савин, Ю.И.Саломатин,  
В.Е.Симонов, Л.В.Сильвестров, Г.Г.Тахтамышев,  
П.Тодоров, Л.Урбан, Н.Г.Фадеев

ДЕТЕКТОР МЮОНОВ В ЭКСПЕРИМЕНТАХ  
С НЕЙТРАЛЬНЫМИ КАОНАМИ

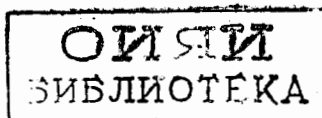
**1973**

ЛАБОРАТОРИЯ ВЫСОКИХ ЭНЕРГИЙ

К.-Ф.Альбрехт,<sup>1</sup> В.К.Бирулев, Д.Вестергомби,  
А.С.Вовенко, Т.С.Григалашвили, Б.Н.Гуськов,  
В.Г.Кривохижин, В.В.Кухтин, М.Ф.Лихачев, Э.Надь,<sup>2</sup>  
Х.Э.Рызек, И.А.Савин, Ю.И.Саломатин,  
В.Е.Симонов, Л.В.Сильвестров, Г.Г.Тахтамышев,  
П.Тодоров, Л.Урбан, Н.Г.Фадеев

ДЕТЕКТОР МЮОНОВ В ЭКСПЕРИМЕНТАХ  
С НЕЙТРАЛЬНЫМИ КАОНАМИ

*Направлено в ПТЭ*



---

<sup>1</sup> Институт физики высоких энергий АН ГДР, Цойтен/Берлин.

<sup>2</sup> Центральный институт физических исследований,  
Будапешт, ВНР.

1. Ранее в общих чертах был описан бесфильмовый искровой спектрометр /1,2/, с помощью которого проводились эксперименты по изучению  $K^0$ -регенерации через двухпионные распады /3,4/.

Кроме двухпионных событий спектрометр регистрировал трехчастичные распады долгоживущих каонов с двумя заряженными частицами:  $K_{\mu 3}^0$  /KM3/-,  $K_{e 3}^0$  /KE3/- и  $K_{\pi 3}^0$  /KP3/-распады. Эти распады были использованы для восстановления спектра падающих каонов, а также служили в качестве внутренних мониторов при нормировке экспериментальных результатов /3,4/. Самостоятельный интерес представляет изучение формфакторов в лептонных распадах и, в частности, в KM3-распаде.

Для идентификации KM3-распада в установке использовался детектор мюонов. Ниже приводится его описание и анализ работы.

2. Детектор мюонов состоял из сцинтилляционных счетчиков и чугунного фильтра, поглощавшего сильно-взаимодействующие частицы /рис. 1/. Фильтр имел в середине вертикальную щель шириной 20 см, разделявшую его на две половины - справа и слева от оси пучка. Каждая половина состояла из двух секций длиной по 125 см /около 900 г/см<sup>2</sup>/. После первой и второй секции располагались сцинтилляционные счетчики. Восемь /или десять впоследствии/ из них, размером 20 x 64 x 2 см<sup>3</sup> каждый, находились за второй секцией фильтра и служили мюонным годоскопом. Расположение счетчиков детектора и процедура подбора режимов приведены в /5/.

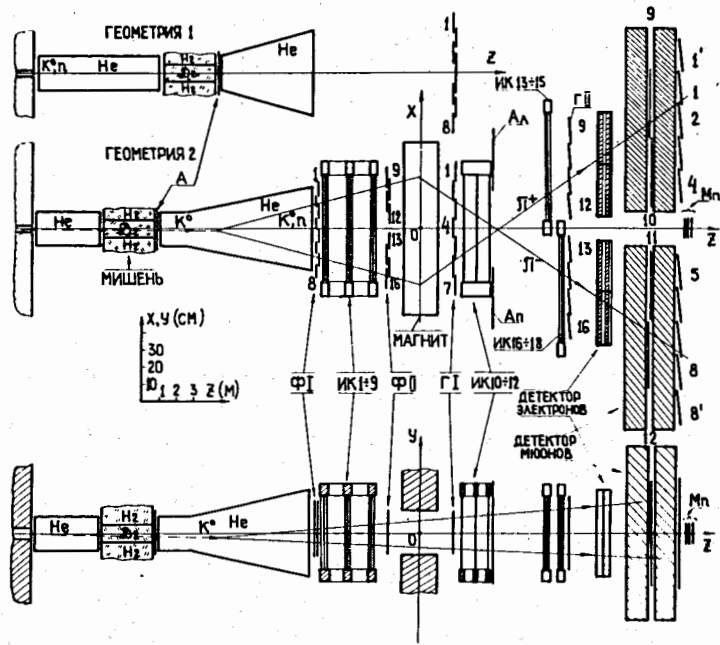


Рис. 1. Схема спектрометра.

В момент срабатывания триггера импульсы со счетчиков мюонного годоскопа регистрировались и записывались на магнитную ленту. Электроника, обрабатывающая сигналы со счетчиков и обеспечивающая вывод информации с детектора в ЭВМ, описана в /6/.

3. Проверка работы детектора мюонов состояла в выделении КМЗ-распадов после геометрической реконструкции на ЭВМ событий, зарегистрированных спектрометром.

Критерием их отбора являлось наличие сигнала от счетчика мюонного годоскопа, расположенного на продолжении одного из треков восстановленного распада каона. При этом требовалось, чтобы продолжение трека попадало в некоторую эффективную область, размеры которой определялись размерами счетчиков с учетом многократного рассеяния мюонов в фильтре.

Границы этой области находились из распределений X-координат продолжений треков мюонов, построенных для каждого счетчика мюонного годоскопа. В распределении входили продолжения треков, которые соответствовали срабатыванию данного счетчика. Распределения, полученные для событий, зарегистрированных в эксперименте и для КМЗ-распадов, генерированных методом Монте-Карло, приведены на рис. 2. Распределения относятся к одной полуплоскости годоскопа, для другой они выглядят аналогично.

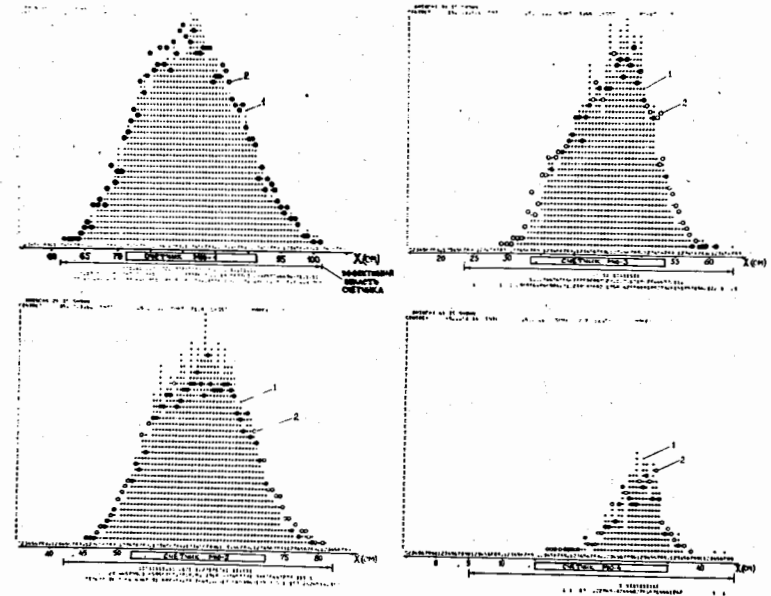


Рис. 2. Распределения в плоскости годоскопа X-координат продолжений треков распадных мюонов, соответствующих срабатыванию отдельных счетчиков: 1 - экспериментальные распределения; 2 - моделированные распады.

Различие формы распределений, относящихся к разным счетчикам, и число частиц в каждом из них определялись геометрической эффективностью регистрации определенных конфигураций КМЗ-распадов.

Исходя из приведенных распределений, границы эффективной области по горизонтали выбрали на 10 см больше, чем размеры счетчиков. Вертикальные размеры области совпадали с размерами счетчиков. Поправки, связанные с возможным выбыванием мюонов за эти пределы, учитывались при определении геометрической эффективности детектора.

По распределениям моделированных событий, хорошо совпадающим с экспериментальными распределениями, было найдено, что в указанных горизонтальных границах эффективных областей счетчиков идентифицируется не менее 98% всех мюонов, вызвавших срабатывание счетчиков детектора. Количество событий на экспериментальных распределениях, не попавших в эффективные области каждого счетчика, определялось, кроме рассеяния в фильтре детектора, случайными срабатываниями счетчиков при запуске установки событиями другого типа.

По описанному выше критерию с выбранными размерами эффективных областей попадания были отобраны КМЗ-распады из всех  $V^0$ -событий, зарегистрированных спектрометром. На рис. 3 показано распределение всех распадных мюонов в плоскости годоскопа. Совпадение экспериментальных и моделированных распределений /рис. 3/ подтверждает правильность отбора детектором КМЗ-распадов.

4. Среди событий, отобранных согласно установленному критерию как КМЗ, содержится небольшая часть неправильно идентифицированных КЕЗ- или КПЗ-распадов. Неправильная идентификация была вызвана следующими причинами:

- 1/ неполное поглощение пионов в фильтре;
- 2/ случайные срабатывания счетчиков детектора;
- 3/ распад пионов на мюон и нейтрино.

Вклад каждого из этих процессов может быть оценен количественно.

Оценки, основанные на экспериментальных данных /7/ по изучению ядерных лавин в железе и бетоне, показывают, что в нашем случае при энергиях пионов от 6

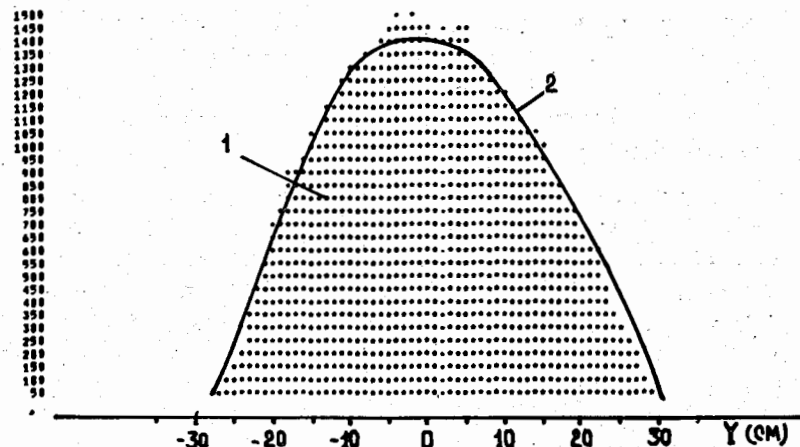
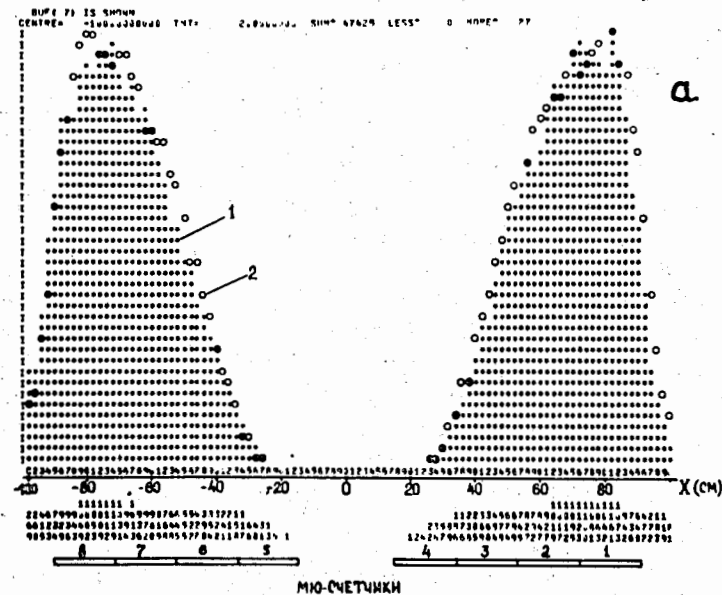


Рис. 3. Распределения в плоскости годоскопа горизонтальных /а/ и вертикальных /б/ координат продолжений треков мюонов: 1 - экспериментальные распределения, 2 - моделированные распады.



до 25 Гэв<sup>/8/</sup> вероятность неправильной идентификации мюона по первой причине равна  $0,1 \div 0,2\%$ .

Средняя величина случайных срабатываний каждого счетчика мюонного годоскопа, найденная из распределений рис. 2 и отнесенная ко всем зарегистрированным  $V_0$ -событиям, составляла величину  $0,2 \pm 0,03\%$ .

Относительный вклад в фон третьей причины оценивался следующим образом. Для каждого импульса пиона, зная критерии нахождения треков геометрической программой до и после магнита <sup>/9/</sup>, определяли вероятность распада пиона с такой конфигурацией, когда мюон остается в пределах допусков, принятых программой. Взвешивая затем эти вероятности по спектру распадных пионов <sup>/8/</sup>, можно получить среднюю вероятность распада пиона в интервале импульсов 6-25 Гэв/с с малым изменением направления движения и энергии. Вычисления показывают, что эта величина равна  $0,75\%$ .

Полную вероятность неправильной идентификации КМЗ-событий можно оценить экспериментально. Для этой цели воспользуемся распределением всех зарегистрированных трехчастичных событий по величине  $E_5$ -энергии распавшегося каона в системе отсчета, где продольная компонента суммарного импульса двух заряженных частиц равна нулю <sup>/10/</sup>. Это распределение имеет вид, представленный на рис. 4 сплошной кривой, где первый максимум соответствует КМЗ-распадам, а второй - КПЗ-распадам. Такое же распределение для КМЗ, отобранных с помощью детектора мюонов, показано в виде гистограммы, а для моделированных событий - точками. При  $E_5 > 493$  Мэв видно небольшое превышение экспериментальных точек над моделированными. Это превышение могло быть вызвано дополнительным счетом КПЗ-событий вследствие указанных выше причин. Если разность между экспериментальными и моделированными  $E_5$ -распределениями для КМЗ в области  $E_5 > 493$  Мэв отнести к полному числу КПЗ-событий в этой области, то мы получим оценку вероятности неправильной идентификации КМЗ-распадов мюонным детектором. Эта оценка оказалась равной  $0,9 \pm 0,05\%$ .

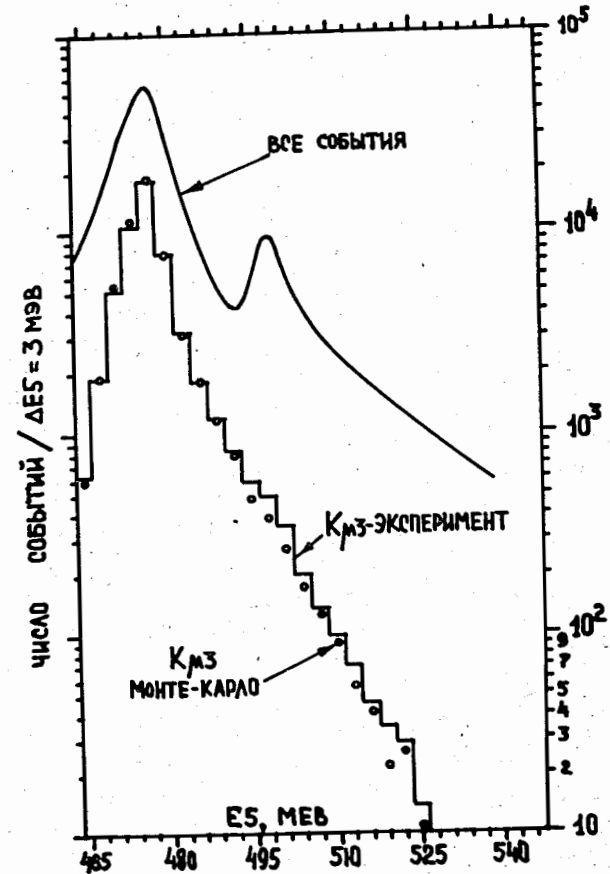


Рис. 4. Распределение трехчастичных распадов по величине  $E_5$ /см. текст/.

Таким образом, экспериментальное определение вероятности неправильной идентификации КМЗ-распадов и оценки вклада в эту величину различных физических процессов согласуются друг с другом.

5. Доля событий, неправильно идентифицированных как КМЗ из-за случайного срабатывания счетчиков или распада пионов, достаточно мала, что обусловлено высокой эффективностью поглощения адронов в толстом слое железа. При необходимости она может быть еще

уменьшена в ходе дальнейшего анализа событий. Не приводя количественных оценок, укажем на имеющиеся здесь возможности:

1/ использование кинематических критериев для данного типа распада;

2/ использование амплитуды сигнала для данного трека, зарегистрированного детектором электронов /см. рис. 1/;

3/ уменьшение допусков на отклонения координат искр от прямой линии при восстановлении траекторий геометрической программой поиска событий с целью локализации распада пиона.

6. В качестве примера использования детектора мюонов в экспериментах по регенерации <sup>3,4/</sup> можно привести рис. 5,6, где показаны угловые и массовые распределения событий, являющихся кандидатами в двухпионные распады. Чистые КП2-распады должны концентрироваться при малых углах рассеяния  $\theta$  и иметь инвариантную массу  $M$ , близкую к массе каона. Фон в этих распределениях образуют, с основным, трехчастичные распады КЕЗ и КМЗ, углы рассеяния которых и инвариантная масса попадают в интервал соответствующих величин, характерных для КП2-событий. Вычитание идентифицируемых КМЗ-событий, как видно из рис. 5,6, существенно уменьшает фон.

#### Литература

1. С.Г.Басиладзе и др. Сообщение ОИЯИ, P1-5361, Дубна, 1970.
2. В.К.Бирулев и др. Сообщение ОИЯИ, 1-6665, Дубна, 1972.
3. В.К.Бирулев и др. ЯФ, 15, 5, 959, 1972.
4. V.K.Birulev et al. JINR, E1-6851, Dubna, 1972.
5. В.К.Бирулев и др. Сообщение ОИЯИ, 1-6660, Дубна, 1972.
6. С.Г.Басиладзе и др. Сообщение ОИЯИ, 1-5910, Дубна, 1971.
7. L.M.Lederman and M.J.Tannenbaum. *Advances in Particle Physics*, v. 1, New York, 1968.

8. В.К.Бирулев и др. Труды Международного семинара по бинарным реакциям адронов при высоких энергиях. Дубна, 1971.
9. Д.Вестергомби и др. Депонированное сообщение ОИЯИ, Б1-1-7111, Дубна, 1973.
10. В.М.К.Nefkens et al. *Phys.Rev.*, 157 (1967), 1233.

Рукопись поступила в издательский отдел  
11 июля 1973 года.

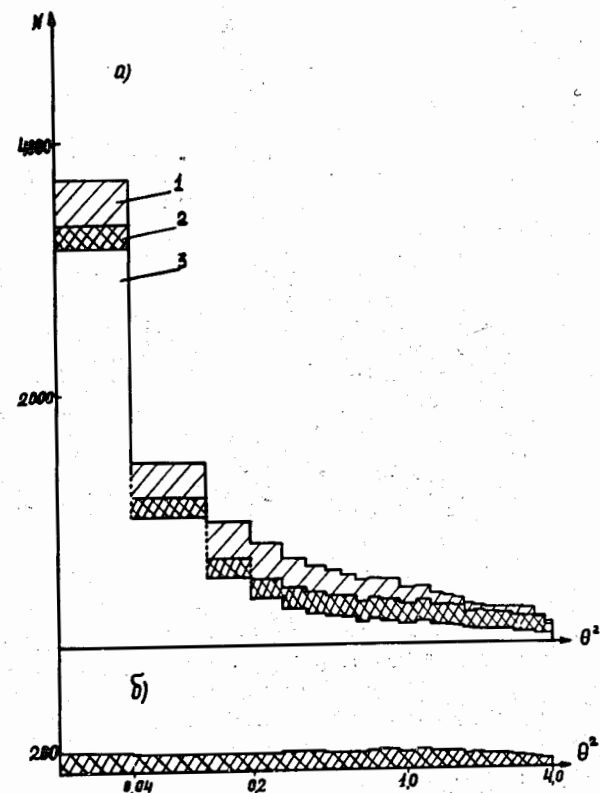


Рис. 5. Угловое распределение событий - кандидатов в КП2-распады: а - 1 - все кандидаты, а-2 - то же после вычитания идентифицированных КМЗ-распадов, а-3 - то же после вычитания идентифицированных КМЗ-и КЕЗ-распадов; б - вычтенные идентифицированные КЕЗ-распады.

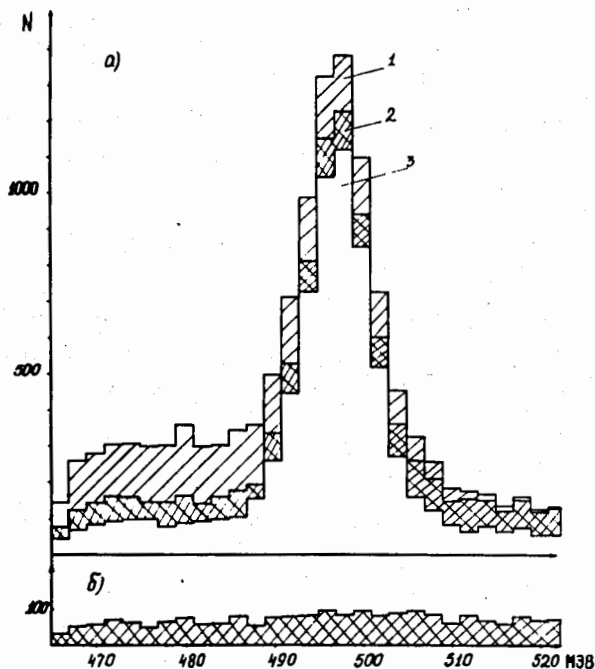


Рис. 6. Распределение по инвариантной массе событий - кандидатов в КП2-распады: а-1 - все кандидаты, а-2 - то же после вычитания идентифицированных КМЗ-распадов, а-3 - то же после вычитания идентифицированных КМЗ- и КЕЗ-распадов; б - вычтенные идентифицированные КЕЗ-распады.