

Г-968

ОБЪЕДИНЕННЫЙ ИНСТИТУТ ЯДЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ  
ЛАБОРАТОРИЯ ВЫСОКИХ ЭНЕРГИЙ

1 - 7595

ГУСЬКОВ

Борис Николаевич

ФИЗИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ БЕСФИЛЬМОВОГО  
ИСКРОВОГО СПЕКТРОМЕТРА ДЛЯ ЭКСПЕРИМЕНТОВ  
ПО РЕГЕНЕРАЦИИ  $K^0$ -МЕЗОНОВ  
ВЫСОКИХ ЭНЕРГИЙ

Специальность 01.04.01. -  
экспериментальная физика

Автореферат диссертации на соискание ученой степени  
кандидата физико-математических наук

(Диссертация написана на русском языке)

Дубна 1973

Работа выполнена в Лаборатории высоких энергий  
Объединенного института ядерных исследований

Научный руководитель:

кандидат физико-математических наук И.А.САВИН,

кандидат физико-математических наук И.А.ГОЛУТВИН

Официальные оппоненты:

доктор физико-математических наук С.П.ДЕНИСОВ,

доктор физико-математических наук В.С.КАФТАНОВ.

Ведущее предприятие: Лаборатория фотомезонных процессов  
Физического института АН СССР им.Лебедева.

Автореферат разослан " " \_\_\_\_\_ 197\_\_ г.

Защита диссертации состоится " " \_\_\_\_\_ 197\_\_ г.  
на заседании Учёного совета Лаборатории высоких энергий  
Объединенного института ядерных исследований г.Дубна,  
Московской области.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ЛВЭ.

Учёный секретарь  
Совета

кандидат физико-математи-  
ческих наук

С.В.МУХИН

1 - 7595

ГУСЬКОВ

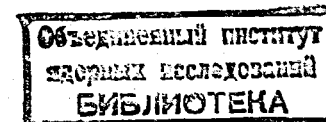
Борис Николаевич

ФИЗИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ БЕСФИЛЬМОВОГО  
ИСКРОВОГО СПЕКТРОМЕТРА ДЛЯ ЭКСПЕРИМЕНТОВ  
ПО РЕГЕНЕРАЦИИ  $K^0$ -МЕЗОНОВ  
ВЫСОКИХ ЭНЕРГИЙ

Специальность 01.04.01. -  
экспериментальная физика

Автореферат диссертации на соискание ученой степени  
кандидата физико-математических наук

(Диссертация написана на русском языке)



Исследования регенерации нейтральных каонов на нуклонах относятся к числу экспериментов, в которых проверяются фундаментальные проблемы современной физики, такие как теорема Померанчука, дисперсионные соотношения, модели комплексных моментов и др.

Проведение таких экспериментов связано с большими трудностями, для преодоления которых требуется высокий уровень современной аппаратуры.

Методически изучение регенерации заключается в наблюдении и исследовании интерференции, возникающей в двухпионных распадах долгоживущих каонов и регенерированных короткоживущих. Экспериментальная задача изучения интерференции двухпионных событий сводится к выделению их среди всех остальных распадов и фоновых процессов, образовавшихся за мишень-регенератором, помещенной в пучок  $K_L^0$ -мезонов.

Для регистрации распадов каонов и определения их кинематических параметров удобно использовать магнитный спектрометр с искровыми камерами /Г-7/.

Однако при проведении регенерационных экспериментов с каонами высоких энергий ( $> 10 \cdot 20$  Гэв) к установке предъявляется ряд серьезных требований. Поскольку при высоких энергиях распадная длина  $K_S^0$  мезона довольно велика, то установка должна иметь достаточно высокую и однородную эффективность на базе в несколько метров.

Малая величина сечения регенерации и вероятности распада  $K_L^0$  на два пиона заставляют делать установку с большим телесным углом для регистрации максимально возможного числа произо-

шедших распадов. Это требование удовлетворяется благодаря использованию искровых камер большого размера.

При высоких энергиях трудно выбрать систему запуска искровых камер, которая имела бы значительно большую эффективность к  $K_{12}^0$ -распадам, чем к трехчастичным распадам. Поэтому для выделения трансмиссионной регенерации необходимо иметь установку с хорошим угловым разрешением и хорошим разрешением по инвариантной массе. Для тех же целей желательно иметь детекторы лептонов - электронов и мюонов, - информация с которых позволяет существенно уменьшать фон от  $K_{e3}^0$  и  $K_{\mu 3}^0$ -распадов.

Стремление исследовать регенерацию при максимально возможной энергии требует создания пучка, ориентированного на внутреннюю мишень под малым углом, где количества  $K^0$ -мезонов с энергией около 40 Гэв ещё достаточно для получения разумной статистики. Под малыми углами сильно возрастает интенсивность нейтронов, в результате взаимодействия которых в регенераторе искровые камеры загружаются за время их памяти фоновыми треками. Для облегчения восстановления геометрии события, вызвавшего запуск установки, полезно использовать годоскопические счётчики.

Наконец, для того, чтобы регистрировать как можно большее число событий за цикл работы ускорителя, необходимо использовать искровые камеры с автоматическим съёмом информации.

Попытка преодолеть перечисленные трудности привела к созданию бесфильмового искрового спектрометра, исследованию характеристик которого посвящена реферлируемая диссертация.

Спектрометр был выполнен в Лаборатории высоких энергий ОИЯИ и установлен на нейтральном пучке ускорителя ИФВЭ. С его помощью в период 1969-1972 г.г. были проведены измерения амплитуды

регенерации нейтральных каонов на водороде /8,8а/, дейтерии /9/ и углероде /10/ в области импульсов 14-50 Гэв/с.

Основное содержание диссертации посвящено методическим вопросам этих экспериментов.

Диссертация состоит из девяти разделов. Первый раздел носит вводный характер.

Во втором разделе даётся общее описание экспериментальной установки, включающее в себя описание канала нейтральных частиц и программное обеспечение со стороны ЭВМ, позволявшее получить необходимую информацию о работе отдельных элементов и всего спектрометра в целом.

Схема магнитного искрового спектрометра изображена на рис. I. Спектрометр работал на линии с ЭВМ БЭСМ-3 /11/. В состав его входили магнит, искровые камеры (ИК) и системы сцинтилляционных счётчиков для запуска искровых камер и идентификации частиц /12/.

В установке использовалась "перекрестная геометрия" /4,12/, которая при высоких энергиях обеспечивает хорошее разрешение по импульсу и, следовательно, по эффективной массе без существенной потери в однородности эффективности вдоль распадной зоны.

Суммарная эффективность спектрометра для всех мод распадов каона составляла около 10%.

Сцинтилляционные счётчики системы запуска искровых камер (триггера) располагались в четырех годоскопических плоскостях (Ф1, ФП, Г1, ГП), которые в большинстве случаев состояли из полуплоскостей, содержащих по четыре счётчика и расположенных слева и справа от оси спектрометра.

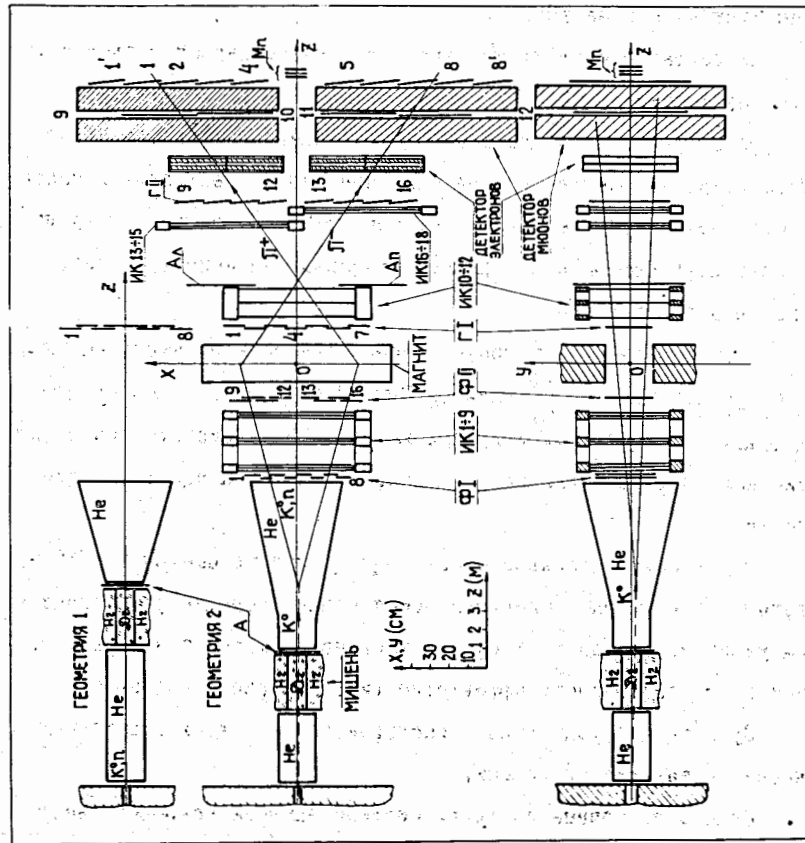


Рис. 1.  
Схема бесфльмового  
искрового спектрометра  
-детектора распадов  
каонов.

Регистрируемые распады каонов возникали в пространстве за регенератором, ограниченном счётчиком антисовпадений А и первой фронтальной плоскостью запускающих счётчиков ФІ (распадная база). В экспериментах использовалось две геометрии установки (геометрия I и 2), отличающиеся длинами распадной базы, величиной тока в магните и расположением счётчиков. Для запуска камер требовалось срабатывание, по крайней мере, одного счётчика в плоскости ФІ и одного из счётчиков в каждой полуплоскости вдоль левой и правой траекторий и отсутствие сигналов от антисчётчика А и вето-счётчиков АЛ и АП. Номера счётчиков, сработавших при данном запуске, вводились в ЭВМ и записывались на магнитную ленту (МЛ).

Если одна из частиц, вызвавших запуск, была мюоном, то она, пройдя слой железа толщиной 250 см, сопровождалась срабатыванием одного из счётчиков годоскопа мюонного детектора.

Детектор электронов состоял из счётчиков полного поглощения типа "СЭНДВИЧ", в которых развивались и регистрировались лавины от взаимодействия электронов и пионов в свинце. Срабатывание детекторов лептонов также регистрировалось на МЛ и использовалось в процессе обработки для идентификации  $K_{M3}^0$  и  $K_{e3}^0$  распадов.

Для определения направления движения и импульсов распадных частиц в спектрометре использовались 18 двухкоординатных проволочных искровых камер с магнитострикционным съёмом информации /13, 14, 15/. Все камеры имели стандартный размер с чувствительной областью  $600 \times 420 \text{ мм}^2$ . Эффективность их составляла  $80 \pm 10\%$  в зависимости от числа зарегистрированных искр.

Пространственная точность камер была около 0,3 мм, время памяти - 1,6 мксек, мёртвое время камер практически совпадало с временем регистрации и передачи данных в ЭВМ. В ЭВМ передавалась следующая информация X- и Y-координаты 12 искр в каждой из 18 камер, 40 номеров годоскопических счётчиков, 4 значения амплитуды импульсов детекторов электронов, 1 значение магнитного поля, отсчёты 30 пересчётных схем, 40-разрядный регистр со служебной информацией. Время приема и передачи указанной информации - около 10 мсек.

Средний объем информации на одно событие составлял около 100 машинных слов, что с учётом отведенного в ЭВМ объема памяти позволяло регистрировать не более 30 событий за цикл работы ускорителя.

Работа ЭВМ была организована с помощью программ /16/, развитых системой приоритетов на 3 группы. Высший (нулевой) приоритет имели программы приёма и контроля приёма данных. Первый приоритет - программы накопления данных в промежуточной памяти и на МЛ. Программы второго приоритета осуществляли многосторонний и оперативный контроль всей измерительной системы в ходе эксперимента.

Обработка вне линии связи с ЭВМ проводилась в Дубне, а также в Берлине, Будапеште, Праге и Софии на ЭВМ типа СДС-1604А или СДС-3300 с помощью программы геометрической реконструкции /17/, при создании которой были учтены особенности спектрометра и фоновых условий.

Спектрометр работал на пучке нейтральных частиц, ориентированном на внутреннюю мишень ускорителя под углом  $1^{\circ}$  к направлению движения протонов. Размер пучка в районе мишени-реген-

ратора составлял  $40 \times 65 \text{ мм}^2$ . Интенсивность частиц, сбрасываемых на внутреннюю мишень ускорителя, была  $(1.3) \cdot 10^{11}$  протонов/цикл. Это обеспечивало в нейтральном пучке количество каонов до  $8 \cdot 10^4$  и нейтронов - до  $5 \cdot 10^6$  за цикл. Длительность цикла ускорителя составляла 8 сек. Длительность сброса интенсивности в разных сеансах и экспериментах - от 0,4 до 1,2 сек.

Раздел 3 посвящен электронике /18/, обрабатывающей сигналы с фотоумножителей и организующей запуск установки (рис.2). Схемы совпадения ССЛ, ССП и ССТР выделяли соответственно траектории левой и правой частицы вилки и полную вилку распада каона. Информация о срабатывании годоскопов запускающих счётчиков и мюонного детектора выводилась с помощью схем совпадения, управляемых общим строб-импульсом (триггером). Чувствительность электроники была не хуже 1 ма. Временное разрешение - 20 нсек.

В разделе 4 проанализирована работа счётчиков спектрометра. Настройка счётчиков, выполненных на базе ФЭУ-30 и пластических сцинтилляторов /19/, проводилась в пучке частиц, вызванных взаимодействием нейтронов с мишенью, помещенной перед счётчиком А. Настройка заключалась в выборе рабочей точки на "плато" счётной характеристики и выравнивании сигналов по времени их прихода на соответствующие блоки электроники. Наличие "плато" в счётных характеристиках и плоской вершины в кривых задержанных совпадений указывает на то, что эффективность счётчиков близка к 100% (рис.3). Анализ распределений зарегистрированных треков, сопровождающихся срабатыванием того или иного счётчика, а также сопоставление этих распределений с распределением моделированных событий (рис.6), свидетельствует о равномерной эффективности по всей площади сцинтилляторов и, следовательно, по всей рабочей площади каждой плоскости счётчиков.



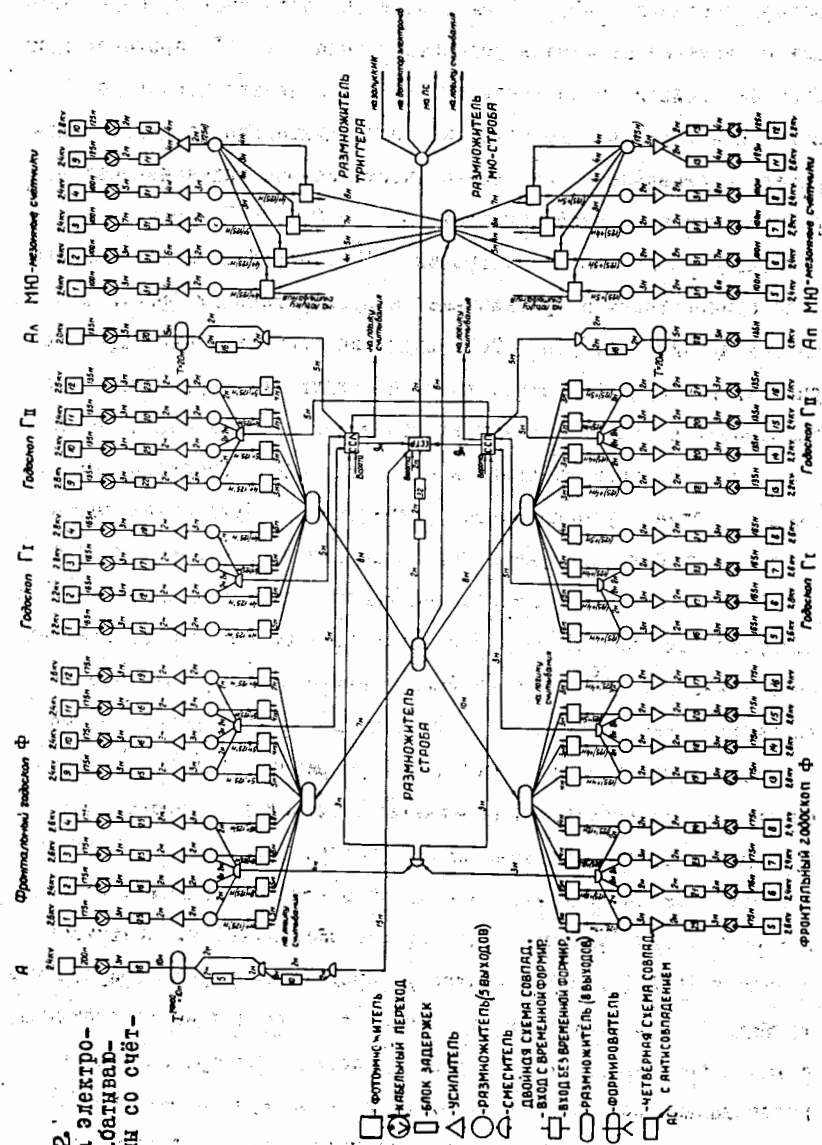


Рис. 2.  
Блок-схема электро-  
ники, обработанной  
ней сигналы со счёт-  
чиков.

Качество работы счётчика А в режиме антисовпадений было проверено по распределению зарегистрированных "вилок" в зависимости от положения их вершины (рис.4). Практическое отсутствие распадов, возникших в области до А-счётчика (0,3% от общего числа событий с выключенным антисовпадением), указывает на то, что эффективность антисовпадения также близка к 100%.

Измерения, проделанные со счётчиком А, показали, что уровень загрузки в различных экспериментах был далёк от предельной загрузки ФЭУ и не ограничивал работу счётчиков и Электроники. Для выбора оптимального варианта запуска установки, определяющего скорость получения экспериментальных данных, исследовалось /20/ три варианта расположения счётчиков и их включения (раздел 5). Во всех вариантах триггер (ТРИ+ТРИ) осуществлялся при совпадении сигналов схем ССЛ и ССП, выделявших левую и правую траектории частиц вилки:  $TR = ССЛ + ССП + \bar{A}_л$ , где для ТРИ  $ССЛ = \Phi(1-4) + \Phi(9-12) + \Gamma(13-16) + Л + \bar{A}_л$  и  $ССП = \Phi(5-8) + \Phi(13-16) + \Gamma(9-12) + П + \bar{A}_п$ , для ТРИ  $ССЛ = \Phi(1-4) + \Phi(9-12) + \Gamma(1-4) + \Gamma(13-16) + \bar{A}_л$  и  $ССП = \Phi(5-8) + \Phi(13-16) + \Gamma(5-8) + \Gamma(9-12) + \bar{A}_п$ , для ТРИ  $ССЛ = \Phi(1-8) + \Phi(9-12) + \Gamma(1-4) + \Gamma(13-16) + \bar{A}_л$  и  $ССП = \Phi(1-8) + \Phi(13-16) + \Gamma(5-8) + \Gamma(9-12) + \bar{A}_п$ . В скобках указаны номера счётчиков, сигналы которых через схему "или" (смеситель) подавались на соответствующие входы схем совпадений.

Эффективность запуска мы называем отношение количества распадов нейтральных частиц - "вилки", найденных программой геометрической реконструкции, к общему числу событий, записанных на магнитную ленту. Для ТРИ+ТРИ были получены эффективности запуска соответственно 25%, 30% и 65%. В первых двух вариантах

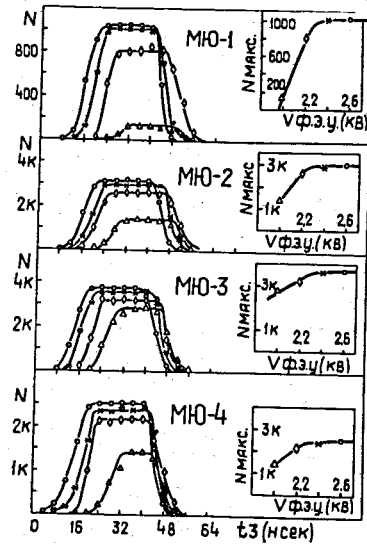


Рис.3. Кривые задержанных совпадений и счётные характеристики для одной половины мюонного детектора.

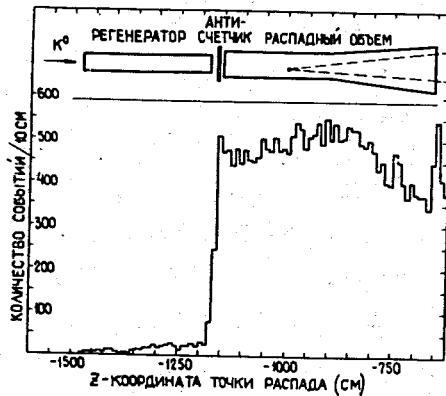


Рис.4. Распределение зарегистрированных событий по  $Z$ -координате точки распада.

скорость запуска была такова, что количество зарегистрированных событий за цикл ускорителя ограничивалось возможностями ЭВМ. Таким образом, модификация запуска ТРШ была наиболее эффективной и способствовала продуктивному использованию времени ускорителя, сокращению времени, необходимого для обработки данных на ЭВМ, и, наконец, сокращению объема магнитных лент, на которых записывается первичная информация.

В геометрии I экспериментальная информация получалась с запуском типа ТРШ. При переходе к геометрии 2, как показало моделирование распадов каонов для большой части двухпионных распадов, оба пиона пересекали плоскость счётчиков Г1 вблизи оси спектрометра. Поэтому логика запуска в этом случае была изменена таким образом, что счётчик Г4, установленный в центре плоскости, являлся общим для траекторий левой и правой частиц распада (ТРИУ):  $ССП = \bar{\phi}(I-8) + \bar{\phi}(9-I2) + \bar{\Gamma}(I-4) + \bar{\Gamma}(I3-I6) + \bar{\Delta}л$ ,  $ССП = \bar{\phi}(I-8) + \bar{\phi}(I3-I6) + \bar{\Gamma}(4-7) + \bar{\Gamma}(9-I2) + \bar{\Delta}л$ . Как и ожидалось, при переходе к геометрии 2 количество запусков за цикл увеличивалось, примерно, вдвое за счёт увеличения числа регистрируемых 3-частичных распадов каонов. Эффективность запуска ТРИУ составляла 45%. Анализ зарегистрированных установкой событий, принятых ЭВМ и напечатанных /II, I6/ с помощью АЦПУ на бумаге (рис.5), показал, что уменьшение эффективности запуска ТРИУ было связано с включением счётчика Г4, стоявшего в пучке и сильно загруженного.

В каждом эксперименте определялся уровень максимальной интенсивности пучка, при котором количество фоновых искр еще не уменьшало долю "вилок", найденных программой (эффективность запуска оставалась такой же, как при работе установки с макетом мишени). Как оказалось, для всех экспериментов максимальная



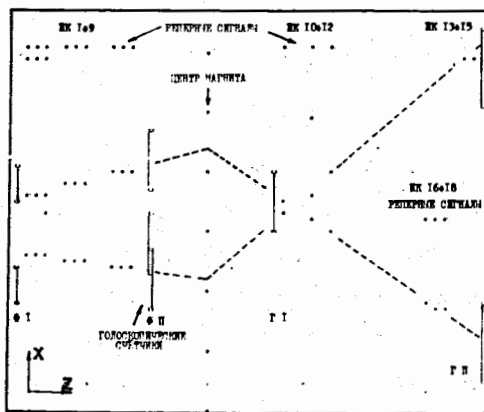


Рис.5. Топография события в плоскости XZ .

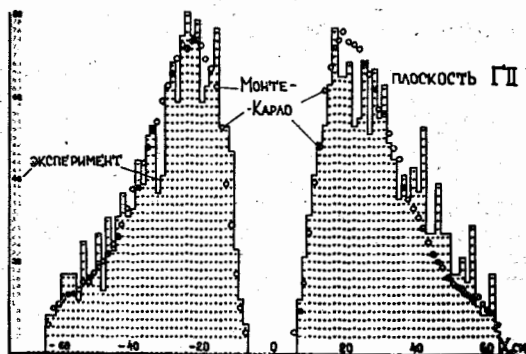


Рис.6. Профиль вторичных частиц, генерированных в  $K_{\pi 2}^0$  распадах.

интенсивность была, примерно, одинакова и соответствовала  $(3+2,5) \cdot 10^{11}$  протонам/сек, падавшим на внутреннюю мишень ускорителя.

Данные, характеризующие запуски ТРШ и ТРІУ в экспериментах с разными мишенями, приведены в таблице I. Наблюдаемое уменьшение скорости запусков с увеличением толщины мишени объясняется ослаблением пучка долгоживущих каонов, трехчастичные распады которых составляют основную часть регистрируемых событий. Для иллюстрации правильности работы системы запуска спектрометра на рис.6 приведены распределения треков вторичных частиц на плоскости ГП, полученные в эксперименте и методом Монте-Карло. Наблюдается их хорошее согласие, что свидетельствует о высокой аппаратной эффективности описываемой установки.

Таблица I

Характеристики запуска ТРШ и ТРІУ при работе спектрометра с разными мишенями.

Геометрия (вид запуска)	Геометрия I (ТРШ)			Геометрия II (ТРІУ)					
	макет	H <sub>2</sub>	D <sub>2</sub>	C	макет	H <sub>2</sub>	C	D <sub>2</sub>	C
Длина мишени (г/см <sup>2</sup> )	-	2I	50	90	-	2I	40	50	90
Число запусков	20	13	7	4,8	44	28	23	16	135
Эффективность запуска		0,65				0,46			

Раздел 6 посвящен детектору электронов /21/, состоящему из ливневых блоков - "сэндвичей" типа свинец-сцинтиллятор. Каждый "сэндвич" содержал 10 сцинтилляторов толщиной по 10 мм. Блоки располагались в два ряда слева и справа от оси спектрометра (рис.1). Каждый сэндвич просматривался двумя ФЭУ-65, расположенными сверху и снизу. Общая толщина свинца по пучку частиц составляла 20 радиационных единиц.

Калибровка и настройка детектора проводилась на электронном пучке, а также с помощью частиц от распадов каонов (рис.7). В диапазоне импульсов падающих электронов 5+25 Гэв/с амплитудное разрешение детектора составляло  $(25 \pm 12)\%$ , что обеспечивало отделение электронов от пионного фона с вероятностью не менее 95% (рис.8).

Идентификация  $K_{e3}^0$  распадов заключалась в отборе событий, для которых одна из частиц известного импульса вызвала отсчеты детектора в области электронного пика. Рис.9-10 иллюстрируют вычитание идентифицированных  $K_{e3}^0$  распадов при отборе событий  $K_{\pi 2}^0$  в регенерационных экспериментах. Вычитание  $K_{e3}^0$  заметно уменьшает фон и способствует устранению систематических ошибок при определении амплитуды регенерации.

В разделе 7 приведены результаты исследования детектора мюонов /22/. Найдены эффективные размеры счетчиков мюонного годоскопа, определяемые многократным рассеянием в железном поглотителе, а также проверено качество выделения  $K_{\mu 3}^0$  распадов (рис.11) и показано, что вероятность идентификации мюона составляет около 99%. Даны рекомендации, применение которых на стадии обработки экспериментального материала позволит заметно улучшить чистоту идентификации мюона.

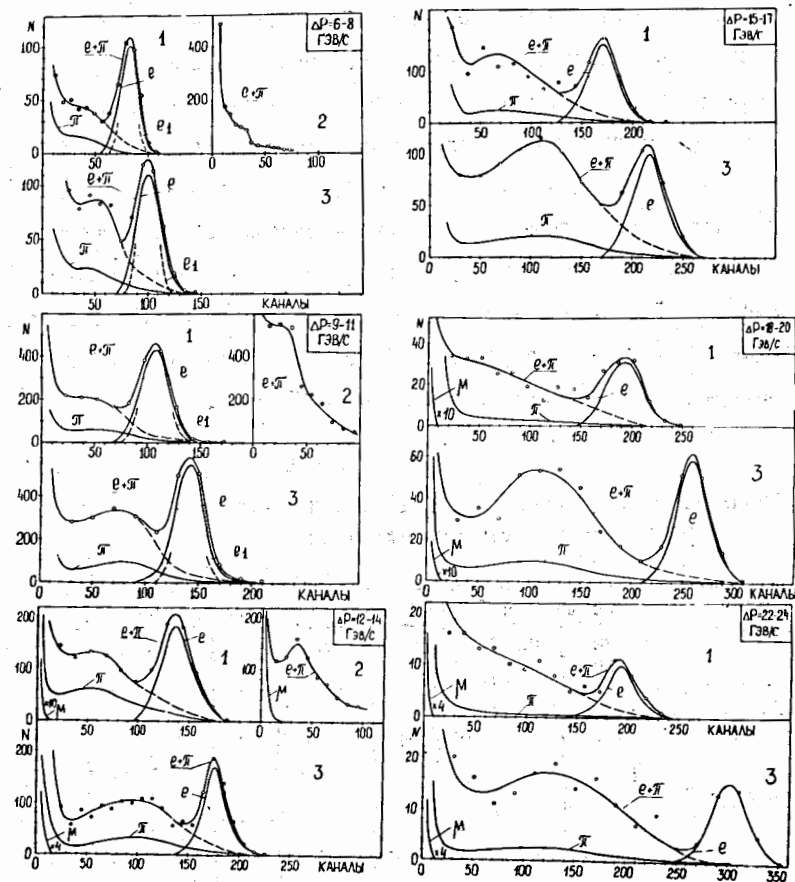


Рис.7. Амплитудные спектры частиц для разных импульсных интервалов ( $\Delta P$ ): 1 - первый ряд блоков детектора; 2 - второй ряд; 3 - весь детектор;  $e + \pi$  - сумма амплитудных спектров электронов и пионов;  $e$ ,  $\pi$ ,  $\mu$  - спектры для электронов, пионов и мюонов соответственно, приведенные к одному и тому же числу падающих частиц;  $eI$  - спектр электронов, поправленный на их импульсный разброс.

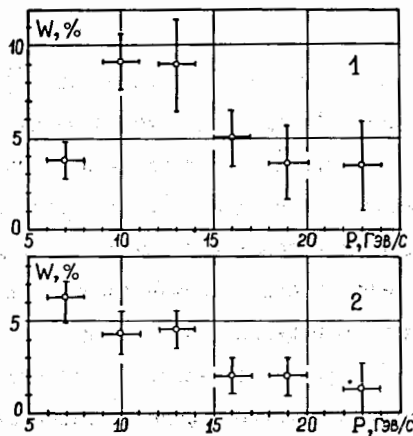


Рис.8. Зависимость вероятности ложной идентификации Электрона ( $W$ ) от его импульса: 1 - для первого ряда блоков, 2 - для всего детектора.

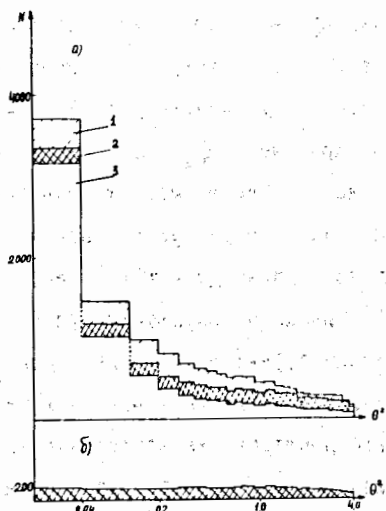


Рис.9. Угловое распределение событий-кандидатов в  $K_{\pi 2}^0$  распадах: а-1 - все кандидаты, а-2 - то же после вычитания идентифицированных  $K_{M3}^0$  распадов, а-3 - то же после вычитания идентифицированных  $K_{M3}^0$  и  $K_{E3}^0$  - распадов; б - вычтенные идентифицированные  $K_{E3}^0$  - распады.

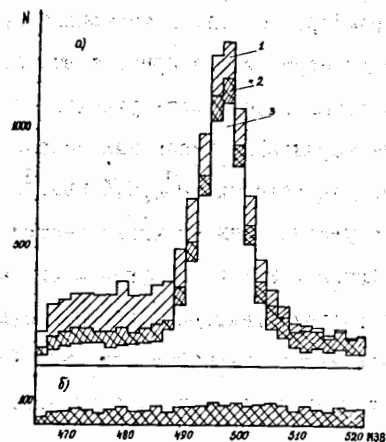


Рис.10. Распределение по инвариантной массе событий -кандидатов в  $K_{\pi 2}^0$  распады: (см. подпись к рис.9).

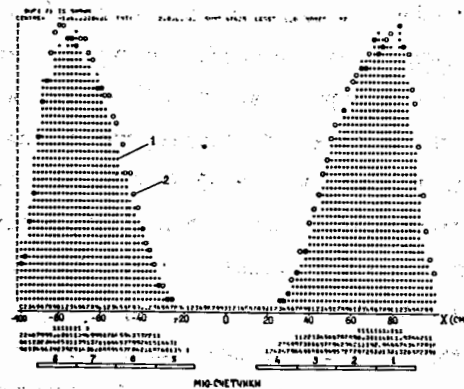


Рис.11. Профиль мюонов из  $K_{M3}^0$  -распадов в плоскости годоскопа мюонного детектора: 1-эксперимент, 2 -Монте-Карло.

Эффект вычитания фона от  $K_{M3}^0$  показан на рис.9 и 10.

Разрешение спектрометра по углу и инвариантной массе представлено в разделе 8 диссертации на примере выделения  $K_{M2}^0$  распадов /23,24/. Характерная особенность углового распределения вектор-импульсов двух заряженных распадных частиц каона - пик вблизи нулевых углов, для которых  $\theta^2 \leq 0,6$  мрад<sup>2</sup>, и область медленно убывающего с увеличением  $\theta^2$  числа частиц (рис.12), которые мы называем фоном. (Здесь  $\theta$  - угол между направлением падающего  $K_L^0$  и направлением вектора - суммы импульсов двух заряженных частиц, образующих распадную вилку). Большинство событий под пиком - двухпионные распады с инвариантной массой, близкой к массе каона. В области углов рассеяния, для которых  $\theta^2 > 0,6$  мрад<sup>2</sup>, нет двухпионных распадов (рис.13). Для количественного определения углового разрешения двухпионный пик аппроксимировался экспонентой  $\exp(-A_2\theta^2)$ . За меру угловой разрешающей способности принималась величина  $\theta_0(p) = (I/A_2)^{0,5}$ , составляющая  $0,2 \pm 0,4$  мрад в интервале импульсов каонов  $10 \pm 50$  Гэв/с (рис.14). Разрешающая способность по инвариантной массе, определяемая по ширине "массовых пионов" для этого же диапазона импульсов, менялась от 2,45 до 4,5 Мэв (рис.15).

Раздел 9 содержит сводку основных параметров установки, выводы и предложения, направленные на дальнейшее расширение экспериментальных возможностей спектрометра.

Основные результаты диссертации заключаются в следующем.

1). Создана и исследована установка - бесфильмовый искровой спектрометр, позволившая осуществить программу исследований по регенерации нейтральных каонов /9-II/, которая в течение 1970-1973 годов находилась в центре внимания физиков всего мира

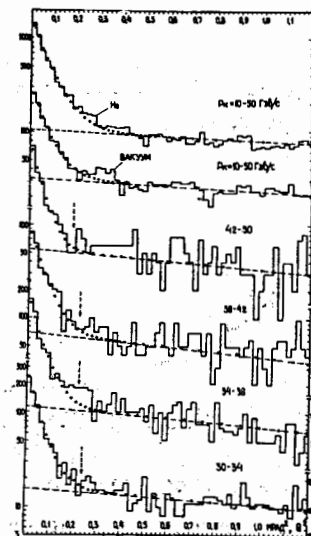


Рис.12. Угловые распределения кандидатов в двухпионные события для геометрии 2 и результаты фитирования их аналитической функцией ( точки - аналитическая функция, пунктир - фон).

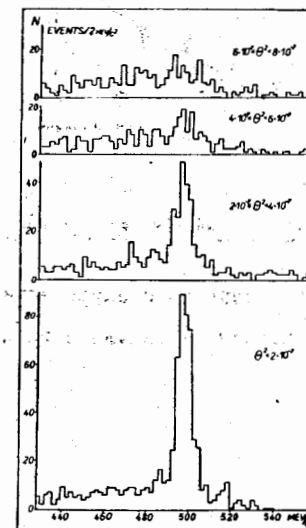


Рис.13. Распределение по инвариантной массе двухпионных распадов для разных угловых интервалов.

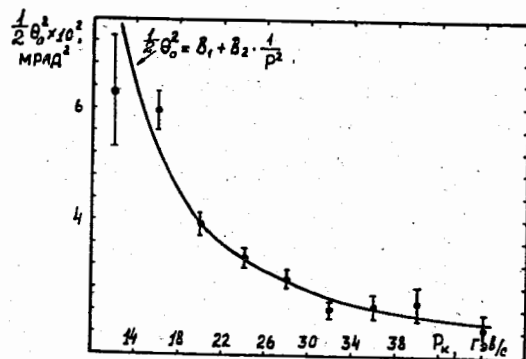


Рис.14. Угловая разрешающая способность спектрометра в зависимости от импульса распавшихся каонов.

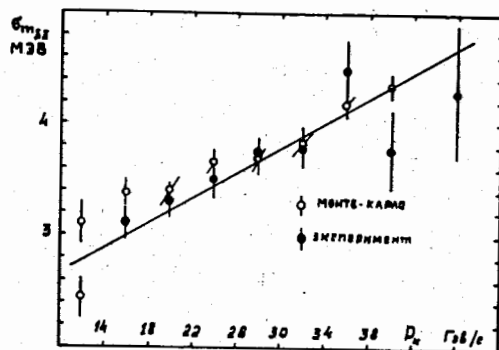


Рис.15. Разрешающая способность спектрометра по инвариантной массе в зависимости от импульса каонов.

в связи с проблемами асимптотического поведения сечений процессов рассеяния. Спектрометр обладает высокой разрешающей способностью по углу и инвариантной массе и по этим характеристикам является одним из лучших приборов в мире. 2) Несмотря на значительный уровень радиационного фона, усугубленный также размещением некоторых счётчиков в области пучка, была получена высокая эффективность запуска установки. Выбранные режимы запуска спектрометра имели эффективность в несколько раз более высокую, чем в других аналогичных экспериментах /4,6/, и позволили использовать пучок максимально допустимой интенсивности без ограничения возможности экспериментальной установки со стороны ЭВМ. 3) Применена нетрадиционная комбинация блоков быстрой электроники (усилитель-размножитель-смеситель- схема совпадения с входными формирователями), предохранившая ФЭУ от амплитудно-частотных перегрузок и обеспечившая равномерную эффективность регистрации в пределах всего телесного угла спектрометра. 4) Разработана и применена на практике методика настройки и контроля элементов установки в условиях работы на нейтральном пучке с использованием нейтронов, мюонов и гамма-квантов, а также вторичных заряженных частиц, образованных в распадах  $K^0$ -мезонов. 5) Разработан и настроен простой детектор электронов, обеспечивший надёжную идентификацию распадов  $K_{e3}^0$  и существенно снизивший фон при отборе двухпионных распадов  $K_L^0$  и  $K_S^0$ . 6) Разработан и настроен детектор мюонов, обеспечивший чистую идентификацию  $K_{\mu 3}^0$ -распадов. Вероятность неправильной идентификации мюона, не превышавшая 1%, является одним из лучших достижений в аналогичных детекторах /4,25/. Высокое качество выделения

$K_{M3}^0$  - распадов обеспечило при проведении экспериментов надёжное мониторирование, определение импульсного спектра  $K^0$ -мезонов и существенно снизило фон при отборе двухпионных распадов. Кроме того, благодаря высокому качеству детектора, были выполнены работы по изучению формфактора в  $K_{M3}^0$  и поиску векторного мезона в распадах  $K^0 / 27 /$ . 7) Применен многосторонний и систематический контроль всех элементов спектрометра, обеспечивший надёжную и высокопроизводительную работу установки в ходе каждого эксперимента. Сравнение " массовых пиков" и угловых распределений, полученных для разных сеансов, которые в сумме проводились в течение нескольких месяцев, свидетельствует о высокой степени стабильности и воспроизводимости условий работы спектрометра.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. M. Bott-Badenhausen et al. Phys.Lett., 20, 242, 1966.
2. C. Alf-Steinberger et al. Phys.Lett., 20, 207, 1966.
3. М.Е.Вишневский и др. Препринт № 348, ИТЭФ, 1965.
4. M. Bott-Bodenhausen et al. Nuovo Cim., 52A, 662, 1967.
5. W.A.W. Mehlhop et al. Phys.Rev., 172, 1613, 1968.
6. H. Faissner et al. Colloque international sur l'electronique nucleaire, Versailles, 10-13 Sept., 1968, v. 3, 16.
7. М.Х.Аникина и др.Препринт ОИЯИ, 13-4123, Дубна, 1968.
8. В.К.Бирулев и др. ЯФ, 1972, 15, 959.
- 8<sup>a</sup>. V.K. Birulev et al. JINR, E1-6851, Dubna, 1972.
9. К.-Ф.Альбрехт и др. Препринт ОИЯИ, I-7427, Дубна, 1973.
10. К.-Ф. Albrecht et al. JINR, E1-7353, Dubna, 1973.
11. А.И.Барановский и др. Сообщение ОИЯИ, 10-6481, Дубна, 1972.

12. С.Г.Басиладзе и др. Сообщение ОИЯИ, P1-5361, Дубна, 1970.
13. Т.С.Григалашвили и др. Препринт ОИЯИ, P3-5324, Дубна, 1970.
14. Т.С.Григалашвили и др. Препринт ОИЯИ, 13-5273, Дубна, 1970.
15. Т.В.Беспалова и др. Межд. семинар по ядерной электронике, Варна, 1969, Изд. ОИЯИ 13-4720, Дубна, 1969.
16. А.С.Вовенко и др. Сообщение ОИЯИ, P10-7460, Дубна, 1973.
17. Д.Вестергомби и др. Сообщение ОИЯИ, P10-7284, Дубна, 1973.
18. С.Г.Басиладзе и др. Сообщение ОИЯИ, I-5910, Дубна, 1971.
19. В.К.Бирулев и др. Сообщение ОИЯИ, I-6660, Дубна, 1972.
20. В.К.Бирулев и др. Сообщение ОИЯИ, I-6665, Дубна, 1972.
21. В.К.Бирулев и др. Препринт ОИЯИ, I-7307, Дубна, 1973.
22. К.-Ф.Альбрехт и др. Препринт ОИЯИ, I-7305, Дубна, 1973.
23. В.К.Бирулев и др. Сообщение ОИЯИ, P1-7083, Дубна, 1973.
24. В.К.Бирулев и др. Сообщение ОИЯИ, P1-6878, Дубна, 1973.
25. M.G. Albrow et al. Nucl.Phys., 1972, B44, 1, 1.
26. К.-Ф. Albrecht et al. Preprint KFKI-73-46, Budapest, 1973.
27. А.С.Вовенко и др. Препринт ОИЯИ, P1-7157, Дубна, 1973.

#### СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ.

1. С.Г.Басиладзе и др. Сообщение ОИЯИ, P1-5361, Дубна, 1970.
2. С.Г.Басиладзе и др. Сообщение ОИЯИ, I-5910, Дубна, 1971.
3. В.К.Бирулев и др. Сообщение ОИЯИ, I-6660, Дубна, 1972.
4. В.К.Бирулев и др. Сообщение ОИЯИ, I-6665, Дубна, 1972.
5. В.К.Бирулев и др. Препринт ОИЯИ, I-7307, Дубна, 1973.
6. К.-Ф.Альбрехт и др. Препринт ОИЯИ, I-7305, Дубна, 1973.

Рукопись поступила в издательский отдел  
10 декабря 1973 года.