

Ф 47

1-87-583

ФЕЩЕНКО

Александр Анатольевич

РАЗРАБОТКА МНОГОКАНАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ  
ПРОПОРЦИОНАЛЬНЫХ КАМЕР И ЕЕ ПРИМЕНЕНИЕ  
В ИССЛЕДОВАНИИ ПРОЦЕССОВ ПЕРЕЗАРЯДКИ  
 $\pi^+(K^+) + N \rightarrow K^+(K^0 K^{*0}) \dots$  ПРИ 12 ГэВ  
(892)

Специальность: 01.04.01 - экспериментальная физика

Автореферат диссертации на соискание ученой степени  
кандидата физико-математических наук

Дубна 1987

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

ГРАМЕНИЦКИЙ Игорь  
Михайлович

доктор физико-математических наук,  
старший научный сотрудник

СЕЛИВАНОВ Владимир  
Иванович

Ведущее научно-исследовательское учреждение:  
Институт физики высоких энергий, г.Серпухов.

Защита диссертации состоится "\_\_\_\_\_" 1987 г.  
в \_\_\_\_\_ часов на заседании специализированного Совета  
Д-047.01.03 при Лаборатории ядерных проблем Объединенного  
института ядерных исследований, Дубна, Московской области.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ОИЯИ.

Автореферат разослан "\_\_\_\_\_" 1987 г.

Ученый секретарь специализированного Совета  
доктор физико-математических наук

В.А.Батусов

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

### Актуальность

Получение экспериментальных данных о дифференциальных сечениях и значениях поляризации для процессов рассеяния псевдоскалярных мезонов на нуклонах с обменом гиперзарядом является актуальным, а их сопоставление с существующими модельными представлениями, развитыми на основе реджевской феноменологии, способствует дальнейшему развитию представлений о природе странных частиц.

Не менее актуальным является получение экспериментальных данных о длинах формирования адронов и по их относительным выходам в инклюзивных реакциях перезарядки на различных ядерных мишенях, поскольку эти величины позволяют провести сравнение предсказаний различных моделей и провести проверку ряда вычислений, сделанных в рамках квантовой хромодинамики.

Для проведения такого типа опытов на пучке ускорителя ИФВЭ был создан спектрометрический комплекс ГИПЕРОН, причем выполнение вышеуказанной программы стало реальностью после разработки, создания и введения в его состав систем пропорциональных камер, черенковских счетчиков, других детекторов, обеспечивающих идентификацию частиц и высокую точность измерения их кинематических параметров.

Цель работы - разработка и создание системы пропорциональных камер; проведение исследований характеристик этих детекторов; разработка и создание системы съема информации с пропорциональных камер и электронных устройств, требуемых экспериментом; применение вышеперечисленного комплекса электронно-физической аппаратуры в эксперименте, позволившее:

а) по недостающей массе  $K^+$  - мезону выделить гиперзарядообменный процесс  $\pi^+ p \rightarrow K^+ \Sigma^+ (\Sigma_{1385}^+)$  и получить новые точные данные о дифференциальных сечениях образования  $\Sigma^+$  и  $\Sigma_{1385}^+$  - гиперонов в интервале  $t_{min} < k/t < 0,8$  (ГэВ/с)<sup>2</sup> при 12 ГэВ;

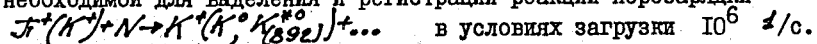
б) получить данные о выделении методом эффективных масс  $K_3^0$  и  $K_{(292)}^0$  - мезонов в инклюзивной реакции перезарядки  $K^+ A \rightarrow K^0 (K_{32}^0)_{min}$  для различных ядерных мишеней при 11,6 ГэВ.

Для решения указанных физических задач было осуществлено также внедрение новой оригинальной технологии изготовления тонких фокусирующих зеркал для широкоапертурных черенковских счетчиков; рассмотрены перспективы и выполнены исследования прототипа мини-дрейфовой

камеры - высокоточного, способного работать при больших нагрузках трекового детектора.

Научная новизна. Создан комплекс электронно-физической аппаратуры, в том числе: пропорциональные камеры с шагом сигнальных проволок 1 мм, оригинальное быстрое решающее устройство, широкоапертурный пологовый счетчик, фокусирующее зеркало которого выполнено по оригинальной технологии (а.с. № 710820, СССР, от 28.09.79. Оpubл. в ОИПОТЗ, 1980, 3, с.62). Для прототипа мини-дрейфовой камеры получены разрешения и нагрузочная способность при высокой линейности дрейфовой характеристики, соответствующие лучшим мировым достижениям для детекторов подобного типа.

Внедренная в эксперимент электронно-физическая аппаратура явилась одним из определяющих узлов спектрометра и была принципиально необходимой для выделения и регистрации реакции перезарядки



Определены с высокой точностью дифференциальные сечения образования  $\Sigma^+$  - и  $\Sigma^+(1385)$  - гиперонов в интервале переданных импульсов  $\frac{t_{\text{мин}}}{t} < \frac{t}{t} < 0,8$  (ГэВ/с)<sup>2</sup>, получены новые точные данные о зависимости дифференциального сечения для реакции  $\pi p \rightarrow K^+ \Sigma^+$  при  $\frac{t'}{t} < 0,05$  (ГэВ/с)<sup>2</sup>; обеспечено высокое разрешение  $\Delta E_{\text{к.}} = 2,6$  МэВ установки в режиме идентификации методом эффективных масс, выделены  $K_S^0$  - и  $K_{892}^{*0}$ -мезоны и набран большой статистический материал (36000 событий по инклюзивным процессам с образованием указанных каонов).

Практическая ценность данной работы заключается в успешном внедрении комплекса электронно-физической аппаратуры, получении результатов исследований реакций с обменом гиперзарядом, которые потребовали пересмотра параметризации в редже-полюсной модели с учетом вторичных сингулярностей, а результаты обработки экспериментальной информации об инклюзивных процессах  $K^+ A \rightarrow K^0(K_{892}^{*0}) \dots$  свидетельствуют о хорошем выделении пиков  $K^0$  - и  $K_{892}^{*0}$ -мезонов на фоне других процессов.

Данная аппаратура успешно использовалась при исследовании A-зависимостей инклюзивного образования  $\eta$ -мезонов. В настоящее время проводится эксперимент по изучению редких мод распада  $K^+$ -мезонов с целью проверки и уточнений некоторых положений модели киральных симметрий.

Выполненные методические и технологические разработки используются на ряде экспериментальных установок ОИЯИ и других научно-исследовательских центров (ИФЭ, ИЯИ АН СССР, ИАЭ и др.).

Результаты испытаний прототипа мини-дрейфовой камеры определили данный тип детектора как основной трековый детектор установки МАРС, предназначенной для работы на пучке УНК.

#### Автор защищает:

1. Результаты разработки, создания и экспериментального исследования характеристик системы пропорциональных камер и регистрирующей электроники, которые по совокупности достигнутых параметров обеспечивают исследования процессов перезарядки  $\pi^+(K^+) + N \rightarrow K^+(K^0, K_{892}^{*0}) + \dots$ .

2. Результаты испытаний прототипа мини-дрейфовой камеры - перспективного трекового детектора для экспериментов в области энергий несколько ТэВ (УНК).

3. Экспериментальные результаты:

а) измерение дифференциальных сечений образования  $\Sigma^+$  и  $\Sigma^+(1385)$ -гиперонов в реакции  $\pi p \rightarrow K^+ \Sigma^+(Z(1385))$  для интервала переданных импульсов  $\frac{t_{\text{мин}}}{t} < \frac{t}{t} < 0,8$  (ГэВ/с)<sup>2</sup> при 12 ТэВ;

б) выделение методом эффективных масс  $K_S^0$  - и  $K_{892}^{*0}$ -мезонов при исследовании инклюзивной реакции перезарядки  $K^+ A \rightarrow K^0(K_{892}^{*0}) \dots$  при 11,6 ТэВ.

Апробация работы. Результаты, положенные в основу диссертации, докладывались на международных совещаниях сотрудничества ГИПЕРОН, секциях ученого Совета ОИЯИ, научных семинарах ЛЯП ОИЯИ, представлялись на XII Международную конференцию по физике высоких энергий (Лейпциг, 1984), опубликованы в виде журнальных статей и публикаций ОИЯИ.

Публикации. В диссертации обобщены результаты работ, выполненных автором в 1976-1987 гг. в Лаборатории ядерных проблем ОИЯИ.

Основные результаты изложены в девяти публикациях.

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, пяти глав и заключения, в котором приводятся основные выводы.

#### СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении подчеркивается актуальность проблемы, сформулированы цели работы, определены основные положения, вынесенные на защиту.

В первой главе производится общее описание многоцелевого спектрометрического комплекса ГИПЕРОН /1/, расположенного на 18 канале ускорителя ИФЭ, в создании основных узлов которого автор принимал непосредственное участие. Функционально установка может быть разделена на три основные части:

- пучковый спектрометр, служащий для идентификации первичных частиц и измерения их импульсов;
- жидководородная мишень с охранной системой;
- спектрометр вторичных частиц, позволяющий идентифицировать продукты реакции и измерять их кинематические параметры.

Состав несепарированного пучка зависит от импульса выведенных в канал частиц и при 12 ТэВ/с его парциальные части определены как:

30%  $\Pi^+$ -мезонов, 8%  $K^+$ -мезонов, 60% протонов и 2% мюонов и позитронов.

Четыре первых пороговых черенковских счетчика общей длиной 20 м, имеющие характерное разрешение по скорости  $\Delta\beta/\beta = 10^{-4}/L$ , служат для идентификации пучковых частиц.

Система пропорциональных камер (ПК), в состав которой входят ПК с шагом сигнальных проволок 1 мм (ПК1, ПК5) и электромагнит СП-129 ( $\Delta H/H \approx 0,1\%$ ), обеспечивают высокую точность пучкового спектрометра (рис. 1) ( $\Delta P/P = \pm 0,35\%$ ), принципиально необходимую для выделения  $\Sigma^+$ ,  $\Sigma^+(1385)$ -гиперонов методом недостающих масс.

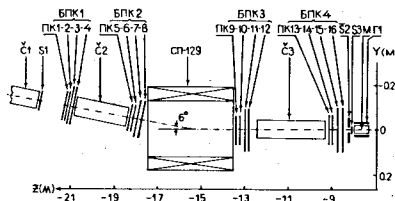


Рис. 1. Пучковый спектрометр установки ГИПЕРОН.

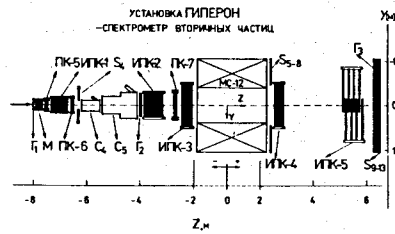


Рис. 2. Спектрометр вторичных частиц для исследования гиперзарядовообменных процессов  $\pi^+p \rightarrow K^+\Sigma^+(1385)$ .

На рисунке 2 приводится конфигурация спектрометра вторичных частиц, соответствующая исследуемому гиперзарядовообменному процессу  $\pi^+p \rightarrow K^+\Sigma^+(1385)$ . Идентификация вторичных частиц производится созданными нами широкоапертурными пороговыми черенковскими счетчиками, основными элементами которых являются тонкие фокусирующие зеркала (а.с. № 710820, СССР). Измерение кинематических параметров вторичных частиц обеспечивают искровые и пропорциональные камеры, расположенные до и после модифицированного нами электромагнита МС-12 с объемом магнитного поля 500x800x200 см и максимальной индукцией в центре 1,6 Тл.

Временное разрешение спектрометра обеспечивали годоскопические сцинтилляционные детекторы  $\Gamma$  и  $S$ . Прием, контроль и запись на магнитную ленту осуществляла включенная "в линию" мини-ЭВМ ЕС10-10.

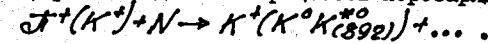
Достигнуты основные параметры спектрометра вторичных частиц: импульсное разрешение  $\Delta P/P = \pm 0,45\%$ , угловое разрешение  $\Delta\theta = \pm 0,3$  мрад и разрешение по скорости  $\Delta\beta/\beta \approx 10^{-5}$ .

В этой же главе приводится конфигурация спектрометра вторичных частиц для выделения инклюзивных процессов перезарядки  $K^+A \rightarrow K^0(K^*(892))...$

методом эффективных масс (рис.3), существенной частью которого являются пропорциональные камеры  $1 \times 1$  м, обеспечившие временную привязку регистрируемого события и регистрацию координат вторичных частиц в условиях реальной загрузки  $10^6$  I/c.

В заключении главы произведено сравнение основных характеристик спектрометра ГИПЕРОН с установками аналогичного типа, отмечается высокое разрешение по недостающей массе  $-\Delta M_x = 56$  МэВ и по эффективной массе  $-G_{\text{эф}} = 2,6$  МэВ.

Во второй главе описаны конструкции и основные характеристики, полученные в реальных условиях на пучке ускорителя, пропорциональных камер, входящих в состав пучкового спектрометра и спектрометра вторичных частиц, при исследовании процессов перезарядки



Особое внимание уделяется описанию конструкции и параметров двухкоординатных пропорциональных камер с шагом сигнальных проволок 1 мм (ПК1, ПК5), включение которых в состав пучкового спектрометра имеет принципиальный характер для обеспечения импульсного разрешения ( $\Delta P/P = 0,35\%$ ) этого узла установки при выделении гиперзарядовообменных процессов методом недостающих масс. Кроме того, пропорциональные камеры обеспечивают высокие загрузочные способности пучкового спектрометра.

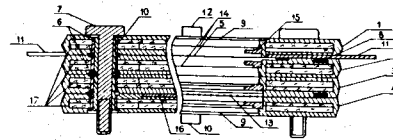


Рис. 4. Конструкция двухкоординатной пропорциональной камеры. Одна из плоскостей имеет шаг сигнальных проволок 1 мм.

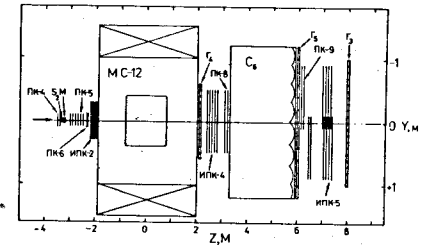


Рис.3. Спектрометр вторичных частиц для исследования реакции перезарядки  $K^+A \rightarrow K^0(K^*(892))...$

На рис. 4 показана конструкция двухкоординатной пропорциональной камеры, одна из регистрирующих плоскостей которой имеет шаг сигнальных проволок 1 мм.

Камера разборная (обладает высокой ремонтоспособностью), состоит из четырех частей: рамок с высоковольтными электродами (2), (3) и рамок с сигнальными проволоками и высоковольт-

ными электродами (1), (4). Соединение рамок (1)-(4) в блок осуществляется с помощью направляющих втулок (6) и стягивающих болтов (7). Уплотнение производится шнуром из пористой резины (8). Рамки (1-4) отлиты из эпоксидного компаунда (Лугачевич В.П. а.с. № 231019, блл. ОИПОТЗ, № 35, 1968) и армированы стеклом. Расстояния между центрами востриговочных втулок (10) выдерживаются с точностью  $\pm 0,01$  м, по отношению к ним производится укладка сигнальных проволок.

Высоковольтные плоскости (14) выполнены из алюминиевой фольги толщиной 14 мкм, анодная плоскость (5) - из золоченого вольфрамо-ренийевого сплава  $\phi$  10 мкм с шагом  $(1 \pm 0,02)$  мм при натяжении  $(13 \pm 0,5)$  г. Выходы сигнальных проволок заканчиваются печатными разъемами КАМАК.

Проволоки второй анодной плоскости (13) имеют диаметр 20 мкм и намотаны с шагом  $(2 \pm 0,02)$  мм при натяжении  $(45 \pm 0,5)$  г. Блок из двух камер объединен в единый газовый объем.

В результате проведенных испытаний "миллиметровой" камеры получено плато счетной характеристики протяженностью 450 В при эффективности лучше 99%, причем его начало сдвинуто в сторону больших напряжений примерно на 700 В по отношению к началу плато для ПК с шагом 2 мм. При полной идентичности геометрии двух половин блока этот факт подчеркивает существенно возросшие требования при разработке и изготовлении таких детекторов.

На рис. 5 приводится распределение отклонений трека от ближайшего сработавшего канала ПК с шагом 1 мм. Для данного распределения  $\sigma_x \approx 0,32$  мм, достаточное для обеспечения требуемого импульсного разрешения пучкового спектрометра.

На основе вышеупомянутой прогрессивной технологии разработана и создана серия "малых" ПК с размерами эффективной области 128x128 мм, 256x256 мм, 384x384 мм, отличающихся между собой лишь межэлектродными зазорами. В ПК 128x128 мм он равен 4 мм, для остальных типоразмеров - 5 мм при шаге сигнальных проволок ( $\phi = 20$  мкм) - 2 мм. ПК 128x128 мм входят в состав пучкового спектрометра установки, а информация с ПК 256x256 мм, обработанная быстрым решающим устройством <sup>15/</sup>, позволила определить триггер в инклюзивной реакции перезарядки

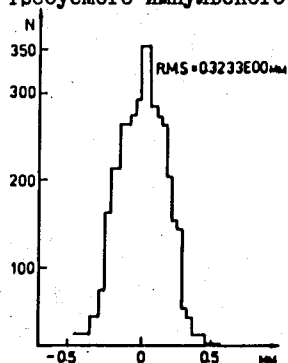


Рис. 5. Распределение кратчайших расстояний между треками и сработавшими проволоками для камеры с шагом сигнальных проволок 1 мм.

$K^+A \rightarrow K^0(K^0(892)) \dots$  требованием наличия заряженных частиц с заданной множественностью.

Разработаны и включены в состав спектрометра вторичных частиц ПК 0,5x0,5 м (ПК7 на рис.2) и ПК 1x1 м (ПК8,9 на рис.3) <sup>14/</sup>. Конструкции этих типоразмеров практически идентичны между собой, за исключением того, что для обеспечения электростатической устойчивости в ПК 1x1 м введены две поддержки из нейлоновых нитей.

Как и предыдущие детекторы, камеры являются разборными, каждая состоит из четырех стеклотекстолитовых шлифованных рамок. Внутренние рамки несут анодные и катодные проволоки, а внешние - только майларовые окна. В углах внутренних рамок вклеены востриговочные втулки, как и для предыдущих конструкций.

Высоковольтные электроды выполнены из бериллиево-бронзовой проволоки (ББр-2)  $\phi$  100 мкм с шагом  $(1 \pm 0,05)$  мм при натяжении  $(150 \pm 5)$  г, анодные электроды - золоченый вольфрамо-ренийевый сплав  $\phi$  20 мкм при натяжении  $(45 \pm 1)$  г. Камеры имеют межэлектродный зазор  $(6 \pm 0,05)$  мм.

В результате исследований на пучке ускорителя получены плато счетных характеристик 400 В при эффективности, близкой к 100%. Собственный уровень шумов при этом ниже 8 I/с·пров.

В качестве рабочего наполнения везде использовалась так называемая "магическая" смесь газов:  $Ar + 27\% C_2H_6 + 0,3\% CF_4 + 2\% (OCH_3)CH_2$ . Зоны неэффективности вблизи поддержек без компенсирующего потенциала для ПК 1x1 м составляют  $\sim 1\%$  от всей площади камеры <sup>14/</sup>.

Третья глава диссертации посвящена разработке, созданию и внедрению в физический эксперимент системы съема информации для пропорциональных камер <sup>16/</sup>, быстрого решающего устройства <sup>15/</sup> для отбора на уровне триггера событий с заданной множественностью и стабилизированного высоковольтного источника питания для пропорциональных и дрейфовых камер.

Система съема информации основана на применении большой гибридной интегральной схемы К405ХП. Она включает в себя (рис.6): 8-канальные платы регистрации сигналов с ПК (8УК-921), платы разветвителей сигналов стробирования и сброса (Р-16), платы магистральных усилителей (У-32), дешифратор номера групп проволок (ДНГ-256) и стандартный кодировщик КИО18 (Антихов В.А. и др. Сообщение ОИЯИ, IO-12912, Дубна, 1979).

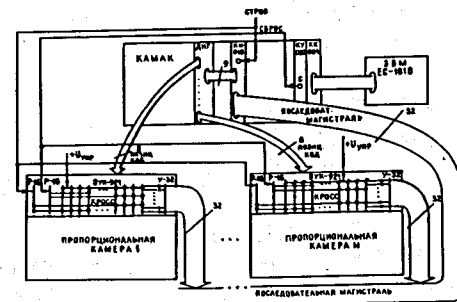


Рис.6. Структурная схема системы считывания информации с пропорциональных камер на установке ГИПЕРОН.

Входное сопротивление каналов регистрации 1,3 кОм, порог регистрации - 1,2 мВ, номинальная задержка (510±10) нс, диапазон регулирования задержек - 300 ÷ 550 нс, мертвое время каналов регистрации - не более удвоенной величины задержки. Полное время считывания информации при 1% доле сработавших проволок для 8192 опрашиваемых каналов составляет 2,825 мс. При этом 2 мс отводится запросу ЭВМ на прерывание, 0,7 мс занимает считывание информации в блок КИ 018 и 0,125 мс - время приема в машину. Система отличается от аналогов простотой и удобством в эксплуатации.

Быстрое решающее устройство для отбора событий с заданной множественностью /5/ определило требование прохождения через вторичный спектрометр (рис.3) двух и более заряженных частиц на основе сигналов ИЛИ платы ВУК921 /6/.

Созданное нами устройство реализует два режима:

- режим мажоритарной схемы на 30 входов с возможностью задания множественности сигналов  $X$  в пределах:  $X_{\min.} \leq X \leq X_{\max.}$  где  $0 \leq X_{\min.}, X_{\max.} \leq 15$ ;

- режим выработки разноостного сигнала  $X = N_2 - N_1$ .

При этом устройство проверяет следующие соотношения:  $X_{\min.} \leq X \leq X_{\max.}$ ,  $N_{2\min.} \leq N_1 \leq N_{2\max.}$ , где  $N_1$  и  $N_2$  - число сигналов, поступивших на соответствующие информационные входы устройства, а  $X_{\min.}$ ,  $X_{\max.}$ ,  $N_{1\min.}$ ,  $N_{1\max.}$  - константы, задаваемые в диапазоне 0÷15.

Предусмотрена работа как с внешним, так и с внутренним стробирующим сигналом. Время выработки решения - не менее 55 нс. Устройство позволило на уровне триггера в 2,1 раза улучшить отношение эффект-фон при исследовании инклюзивных процессов перезарядки.

Система высоковольтного питания пропорциональных камер установки ТИШЕРОН реализована на основе разработанных и созданных нами стабилизированных высоковольтных источников, выполненных в механическом стандарте КАМАК. Источники обеспечивают диапазон выходного напряжения 0 ÷ 6 кВ при нестабильности  $\leq 10^{-4}$ , выходной ток не менее 0,5 мА с установкой защиты через 0,1 мА. Предусмотрена возможность управления выходным напряжением от ЭВМ.

В четвертой главе диссертации рассмотрены перспективы развития трековых детекторов для планируемых экспериментов, в том числе в области энергий несколько ТэВ (УНК).

На основании обзора существующих экспериментальных данных для дрейфовых камер с малыми (1÷5) мм дрейфовыми промежутками делается вывод о возможности использования таких детекторов (МДК) в условиях высоких интенсивностей ( $10^6 \div 10^7$  I/см<sup>2</sup>с), в магнитных полях с большой напряженностью (>1 Тл) с обеспечением высокого пространственного

разрешения ( $\sigma \sim 100$  мкм). Приводятся полученные нами результаты исследования прототипа МДК /7/. Детектор обладает эффективностью выше 99%. Достигнутое пространственное разрешение МДК в центре дрейфового промежутка характеризуется  $\sigma \approx 45$  мкм при высокой линейности время-пространственной зависимости (рис.7), которая обеспечивается насыщением дрейфовой скорости электронов ( $E_{\min} = 1,8$  кВ/см) для используемой рабочей смеси аргона с изобутаном (63/33).

Значения пространственного разрешения в различных точках дрейфового промежутка приводятся на рис.8. Ухудшение пространственного разрешения вблизи сигнальных и потенциальных проволок связано с кластерной структурой трека в газе (область С) и с некоторой неоднородностью электрического поля (область В).

Испытания МДК в пучке высокой интенсивности показали, что основные характеристики камеры остаются без изменения при нагрузках  $\sim 3 \cdot 10^5$  I/см<sup>2</sup>с.

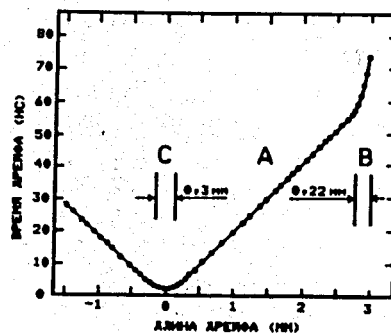


Рис.7. Зависимость времени дрейфа от координаты прохождения частицы.

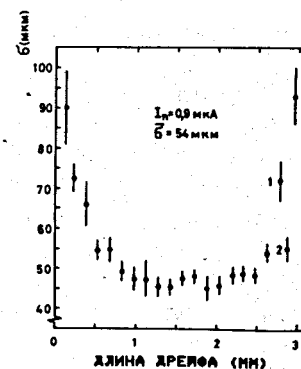


Рис.8. Зависимость пространственного разрешения МДК от длины дрейфа. Точка 1 - граница области "А", точка 2 - центр области "В".

В пятой главе приводятся экспериментальные результаты исследования реакций перезарядки  $J^+(K^+) + N \rightarrow K^+(K^0 K^{*0}) + \dots$ , получение которых стало возможным после внедрения в эксперимент системы пропорциональных камер и необходимого комплекса электронного оборудования. В первом параграфе приводятся данные о логической организации триггеров и их уровни, полученные при выделении гиперварьдобоменных процессов и при исследовании разрешающей способности установки. Во втором параграфе рассматриваются основные моменты обработки эксперимен-

тальных результатов, приводится спектр недостающих масс к  $K^+$ -мезону, отвечающий гиперзарядовообменным процессам  $\pi^+p \rightarrow K^+\Sigma^+(1385)$  (рис.9). В распределении отчетливо выделяются пики, соответствующие  $\Sigma^+$ ,  $\Sigma^+(1385)$ -гиперонам. В этом же параграфе рассматривается процедура учета геометрической эффективности установки для двух триггерных условий, приводятся зависимости эффективности регистрации от переданного импульса для реакций с образованием  $\Sigma^+$  и  $\Sigma^+(1385)$ -гиперонов, а также приводится проверка сопоставимости результатов с учетом акцептанса установки для реакции  $\pi^+p \rightarrow K^+\Sigma^+$ . В третьем параграфе приведены результаты измерения дифференциального сечения реакции  $\pi^+p \rightarrow K^+\Sigma^+$  при 12 ГэВ и поляризации  $\Sigma^+$ -гиперонов [8], полученные на основе анализа выделенных 5400 событий. Высокая статистическая обеспеченность позволила измерить  $\frac{d\sigma}{dt}$  в области малых переданных импульсов  $|t'| < 0,1 (\text{ГэВ}/c)^2$ . Результаты измерения  $\frac{d\sigma}{dt}$  представлены на рис. 10 с указанием статистических погрешностей. Систематическая погрешность нормировки шкалы ординат оценивается в  $\pm 10\%$ . При  $|t'| < 0,4 (\text{ГэВ}/c)^2$  зависимость  $\frac{d\sigma}{dt}$  приближается к экспоненциальной, при  $|t'| \sim 0,5 (\text{ГэВ}/c)^2$  заметно изменение крутизны кривой. Для области  $|t'| < 0,4 (\text{ГэВ}/c)^2$  аппроксимация дифференциального сечения зависимостью  $A \exp(Bt')$  дает следующие значения параметров А и В:  $A = (197 \pm 4,3) \text{ мкб}/(\text{ГэВ}/c)^2$ ,  $B = (9,43 \pm 0,24) \text{ I}/(\text{ГэВ}/c)^2$ .

Полученные экспериментальные данные по  $\frac{d\sigma}{dt}$  в интервале  $|t'| < 0,05 (\text{ГэВ}/c)^2$  являются одними из самых точных в области энергий 10 ÷ 15 ГэВ. Поведение дифференциального сечения хорошо согласуется с предсказаниями квазиэikonальной модели (сплошная линия на рис.10) и моделью реджевского типа (Глушко Н.Н. и др. Препринт ИТФ, 80-104 Р, Киев, 1980) с учетом вторичных траекторий (пунктир на рис.10) за иск-

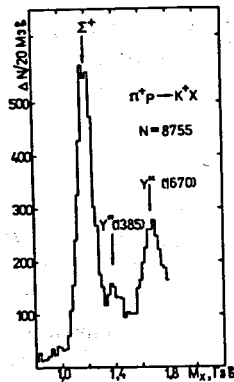


Рис.9. Распределение событий по недостающей массе после геометрической реконструкции.

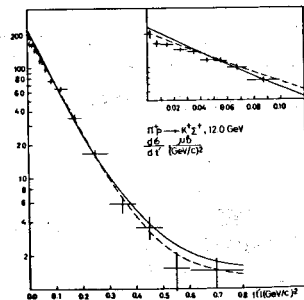


Рис.10. Дифференциальное сечение  $\frac{d\sigma}{dt}$  реакции  $\pi^+p \rightarrow K^+\Sigma^+$  при 12 ГэВ и предсказания моделей.

лучением области  $|t'| < 0,05 (\text{ГэВ}/c)^2$ . После пересмотра параметризации и учета вторичных сингулярностей во второй модели получено хорошее согласие с нашими данными и в области  $|t'| < 0,05 (\text{ГэВ}/c)^2$  (рис. 11). Экспериментальные данные по измерению поляризации  $\Sigma^+$ -гиперонов и предсказания указанных выше моделей (сплошная и пунктирные линии соответственно) приведены на рис. 12.

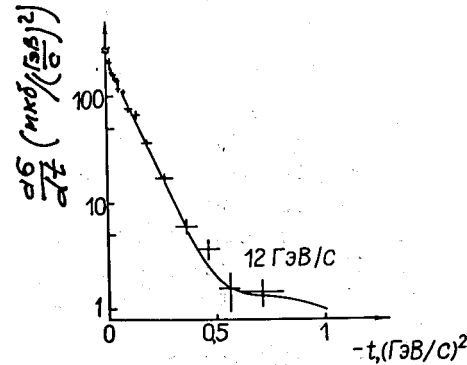


Рис. 11. Описание наших данных по дифференциальному сечению в рамках модели с учетом вторичных сингулярностей.

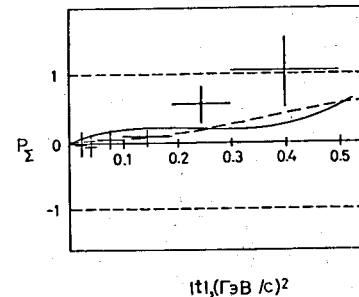


Рис.12. Поляризация  $\Sigma^+$ -гиперонов в реакции  $\pi^+p \rightarrow K^+\Sigma^+$  при 12 ГэВ.

Полное поперечное сечение реакции  $\pi^+p \rightarrow K^+\Sigma^+$  при 12 ГэВ в интервале переданных импульсов  $0 < |t'| < 0,8 (\text{ГэВ}/c)^2$  составляет  $(20,2 \pm 2,4) \text{ мкб}$  с учетом систематической погрешности.

В четвертом параграфе представлены результаты измерения дифференциального сечения реакции  $\pi^+p \rightarrow K^+\Sigma^+(1385)$  при 12 ГэВ в области переданных импульсов  $0,006 (\text{ГэВ}/c)^2 < |t'| < 0,8 (\text{ГэВ}/c)^2$  [9]. Особое внимание в наших измерениях было уделено области малых переданных импульсов  $|t'| < 0,1 (\text{ГэВ}/c)^2$ , существенной при определении относительных вкладов амплитуд с переворотом и без переворота спина. В этой области  $\frac{d\sigma}{dt}$  измерено в семи интервалах.

Поведение измеренного дифференциального сечения и его параметризация зависимостью  $\frac{d\sigma}{dt} = [A_1 - A_2(t-t_{min})] e^{Bt}$  приводятся на рис.13. Полученные значения параметров  $A_1 = (3 \pm 3) \text{ мкб}/(\text{ГэВ}/c)^2$ ,  $A_2 = (748 \pm 107) \text{ I}/(\text{ГэВ}/c)^4$  и  $B = (9,9 \pm 0,5) \text{ I}/(\text{ГэВ}/c)^2$ . Поведение дифференциального сечения, в согласии с предыдущими измерениями, указывает на домини-

рущий вклад в поперечное сечение амплитуды с переворотом спина. Полное поперечное сечение процесса в области  $\sqrt{s} < 0,8$  (ГэВ/с)<sup>2</sup> составляет  $(7,3 \pm 1,1)$  мкб с учетом систематической погрешности.

В пятом параграфе приводится описание конфигурации спектрометра для исследования инклюзивной реакции перезарядки  $K^+A \rightarrow K^0(K_{(892)}^0) \dots$ . Подчеркивается принципиально важный характер введения в спектрометр вторичных частиц (рис. 2) пропорциональной камеры с рашающим устройством  $^{75}/$  (ПК6) и шести пропорциональных камер  $I \times I$  м  $^{74}/$  (ПК8, ПК9). Приводятся формула триггера и его средний уровень во время экспозиции  $\sim 1,7 \cdot 10^{-3}$ .

В шестом параграфе приводятся спектры эффективных масс, соответствующие  $K_S^0$ -мезону (рис. I4) и  $K^{*0}(892)$ -мезону (рис. I5)/I/. Полученный пик в системе  $\pi^+\pi^-$  соответствует табличному значению массы  $K^0$ -мезона с погрешностью  $\sigma = (2,6 \pm 0,3)$  МэВ. Спектр характеризуется полной шириной на полувысоте, равной 6 МэВ. Среднее значение массы в пику, отвечающее состоянию  $K^{*0}(892)$ , равно  $(895 \pm 3)$  МэВ, полная ширина на полувысоте  $-(50 \pm 3)$  МэВ, что в пределах погрешности согласуется с табличным значением.

Полученные спектры эффективных масс характеризуют высокую точность выделения реакции с образованием  $K^0$ - и  $K^{*0}(892)$ -мезонов в нашей области энергий, что убедительно свидетельствует о надежной регистрации и измерении импульсов каонов как в пучковом спектрометре, так и в спектрометре вторичных частиц.

В заключении приводятся основные результаты, полученные в диссертации:

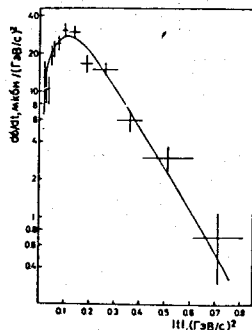


Рис. I3. Дифференциальное сечение реакции  $\pi^+p \rightarrow K^+Z^+(1385)$  при 12 ГэВ.

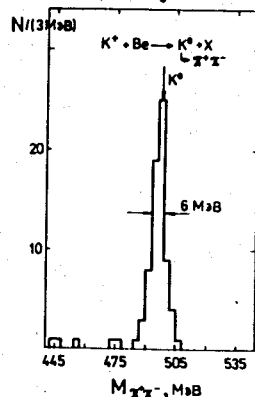


Рис. I4. Распределение по эффективной массе в системе  $\pi^+\pi^-$ - мезонов.

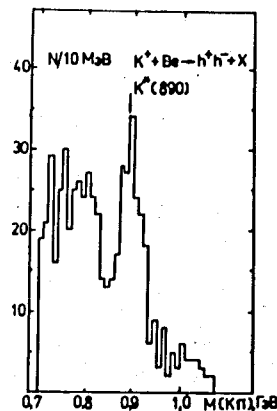


Рис. I5. Спектр эффективных масс в системе  $K^+\pi^-$ , образованных в реакции  $K^+A \rightarrow K^0(K_{(892)}^0) \dots$ .

I. Разработана, внедрена и отработана более пяти лет в сеансах по набору экспериментальной информации на ускорителе ИФВЭ система пропорциональных камер (ПК) с размерами от 10 x 10 см до 100 x 100 см и общим объемом 5000 каналов, обеспечившая надежную регистрацию треков заряженных частиц в условиях загрузки  $\sim 10^6$  I/с. При этом: а) разработаны и созданы одними из первых в СССР (1980 г.) разборные пропорциональные камеры с шагом сигнальных проволок 1 мм, обеспечившие достижение импульсного разрешения пучкового спектрометра  $\frac{\Delta P}{P} = 0,35\%$ ; б) создан спектрометр вторичных частиц, причем включенные в его состав шесть пропорциональных камер

$I \times I$  м позволили осуществить временную привязку регистрируемых событий, надежно выделить инклюзивную реакцию  $K^+A \rightarrow K^0(K_{(892)}^0) \dots$  при 11,6 ГэВ с разрешением  $\sigma_{K^0} = (2,6 \pm 0,3)$  МэВ и набрать для дальнейшей обработки большую статистику (36000 событий с образованием  $K_S^0$ - и  $K^{*0}(892)$ - мезонов).

2. Разработана и создана система съема информации для пропорциональных камер на 8192 канала, отличающаяся от аналогов простотой и удобством в эксплуатации.

3. Разработано и внедрено в эксперимент оригинальное решающее устройство, которое на основе информации с пропорциональной камеры позволило в триггере улучшить отношение эффект-фон в 2,1 раза при идентификации реакции с образованием  $K_S^0$ - и  $K^{*0}(892)$ - мезонов.

4. Внедрены в эксперимент и успешно используются в ряде экспериментальных установок ОИЯИ и других исследовательских центров (ИФВЭ, ИАЭ им. Курчатова, ИТЭФ, ИЯИ АН СССР, ИЭФ г. Кошице) следующие методические и технологические разработки:

а) признанная изобретением (а.с. № 710820) технология изготовления тонких ( $\sim 0,15$  г/см<sup>2</sup>) полимерных фокусирующих зеркал для черенковских счетчиков;

б) серия простых в изготовлении разборных пропорциональных камер.

5. Создан и исследован в пучке серпуховского ускорителя прототип мини-дрейфовой камеры - перспективного трекового детектора для планируемых экспериментов, в том числе и на УНК. Достигнутые пространствен-



ное разрешение ( $\sigma = 45$  мкм в центре дрейфового промежутка) и грузочная способность ( $\sim 3 \cdot 10^5$  I/c·см<sup>2</sup>) при высокой линейности дрейфовой характеристики соответствуют лучшим мировым достижениям.

6. Измерены полные  $\sigma_{\text{tot}} = (20,2 \pm 2,4)$  мкб и дифференциальное сечение процесса  $\pi^+ p \rightarrow \kappa^+ \Sigma^+$  в области переданных импульсов  $0 < |t'| < 0,8$  (ГэВ/с)<sup>2</sup> и поляризация  $\Sigma^+$ -гиперонов, образовавшихся в этой реакции при 12 ГэВ. Результат измерения дифференциального сечения при  $|t'| < 0,1$  (ГэВ/с)<sup>2</sup> является одним из самых точных в области энергий 10÷15 ГэВ. Поведение  $\frac{d\sigma}{dt}$  согласуется с предсказаниями квазиэikonальной модели за исключением области  $|t'| < 0,05$  (ГэВ/с)<sup>2</sup>; полученные данные о дифференциальном сечении потребовали пересмотра параметризации в модели реджевского типа, учитывающей вторичные траектории.

7. Измерено дифференциальное сечение реакции  $\pi^+ p \rightarrow \kappa^+ \Sigma^+(1385)$  в области переданных импульсов  $0,006$  (ГэВ/с)<sup>2</sup>  $< |t'| < 0,8$  (ГэВ/с)<sup>2</sup>. Полученные результаты указывают на практическое отсутствие вклада в дифференциальное сечение амплитуды без переворота спина.

Основные результаты диссертации опубликованы в следующих работах:

1. Антихов В.А., ..., Фещенко А.А. и др. Спектрометр ГИПЕРОН. - ПТЭ, 1985, № 5, с.35-42.
2. Курилин А.С., ..., Фещенко А.А. и др. Двухкоординатная пропорциональная камера с шагом сигнальных проволок 1 мм спектрометра ГИПЕРОН. - Дубна, 1983, Препринт ОИЯИ, I3-83-774.
3. Йорданов А.Б., Сергеев С.В., Фещенко А.А. Технология изготовления тонких фокусирующих зеркал большого диаметра. Сообщение ОИЯИ, I3-12752, Дубна, 1979.
4. Давыдов Ю.И., ..., Фещенко А.А. и др. Пропорциональные камеры спектрометра вторичных частиц установки ГИПЕРОН. Сообщение ОИЯИ, I3-86-328, Дубна, 1986.
5. Фещенко А.А., Шпалек Й. Быстрое решающее устройство для отбора событий с заданной множественностью установки ГИПЕРОН. Сообщение ОИЯИ, I3-86-44, Дубна, 1986.
6. Пяляр А.В., ..., Фещенко А.А. и др. Система съема информации с пропорциональных камер установки ГИПЕРОН. Сообщение ОИЯИ, I-82-729, Дубна, 1982.

7. Давыдов Ю.И., ..., Фещенко А.А. и др. Характеристики мини-дрейфовой камеры. Препринт ОИЯИ, I3-86-730, Дубна, 1986.
8. Bitsadze G.S., ..., Feshchenko A.A. et al. Study of the hypercharge exchange reactions  $\pi^+ p \rightarrow \kappa^+ \Sigma^+$  and  $\pi^+ p \rightarrow \kappa^+ \Sigma^+(1385)$  at 12 GeV/c.- Nucl.Phys., 1985, v. B260, p. 447-509.
9. Бицадзе Г.С., ..., Фещенко А.А. и др. Дифференциальное сечение реакции  $\pi^+ p \rightarrow \kappa^+ \Sigma^+(1385)$  при 12 ГэВ. Сообщение ОИЯИ, PI-84-658, Дубна, 1984.

Рукопись поступила в издательский отдел  
24 июля 1987 года.