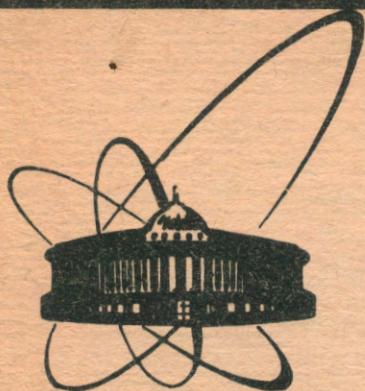


89-202



СООБЩЕНИЯ
ОБЪЕДИНЕННОГО
ИНСТИТУТА
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ
ДУБНА

B 555

P1-89-202

УСТАНОВКА СИГМА-АЯКС ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ
УПРУГОГО π^- -р И K^- -р-РАССЕЯНИЯ

Сотрудничество СИГМА-АЯКС

1989

А. В. Вишнеvский, И. А. Голутвин, Ю. А. Горнушкин, В. Ю. Каржавин,
П. А. Кулинич, Р. Лейтнер, Г. В. Мицельмахер, А. А. Ноздрин,
А. Г. Ольшевский, А. А. Попов, С. Риманн, Я. Седлак, Д. А. Смолин,
Р. Толедо, В. И. Травкин, В. С. Хабаров
Объединенный институт ядерных исследований, Дубна

Ю. М. Антипов, В. А. Батарин, В. А. Беззубов, Н. П. Буданов,
Ю. П. Горин, Д. С. Денисов, О. В. Ерошин, В. Г. Карташева, И. В. Котов,
Ю. М. Мельник, А. И. Петрухин, С. А. Половников, Д. А. Стоянова
Институт физики высоких энергий, Серпухов

Р. В. Пирцхалава, В. Н. Ройнишвили
Институт физики АН ГССР, Тбилиси

Общая схема установки "Сигма-АЯКС" в конфигурации для исследования упругого K^- - и π^- -рассеяния^{1/} приведена на рис. 1. В ней можно выделить пучковую часть, мишень, магнитный спектрометр и систему для регистрации протона отдачи.

Пучковая система. Установка расположена на канале 2Б^{2/} вторичных отрицательных частиц ускорителя У-70 ИФВЭ. Вторичные отрицательные частицы имели импульс $p \approx 43$ ГэВ/с, разброс по импульсу составлял $\Delta p/p \approx 5\%$. Состав пучка: $\pi^- (\approx 98\%)$, $K^- (\approx 2\%)$, $\bar{p} (\approx 0,2\%)$. Поток частиц, падающих на мишень Т, определялся с помощью сцинтилляционных счетчиков совпадений $S_1 + S_4$ и антисовпадений A_1, A_2 с отверстием $\varnothing 50$ мм. Для подавления непроявившихся частиц пучка использовался включенный в антисовпадения сцинтилляционный счетчик В размером $\varnothing 140$ мм. Он был расположен в конце установки на оси отклоненного в магните пучка.

Параметры пучковых треков определялись с помощью двухкоординатных сцинтилляционных годоскопов H_1 и H_2 ^{3/}, а также с помощью системы пропорциональных камер РСН 1+3. Годоскоп H_1 имеет 11 логических элементов размером 8×8 мм². H_2 - 16 элементов размером 5×5 мм².

Для идентификации пучковых частиц (π^- или K^- мезонов) использовались газовые черенковские счетчики: пороговые $С1, С2$ ^{4,5/} с разрешением по скорости $\Delta\beta/\beta \approx 6 \times 10^{-6}$ и дифференциальный D ^{6,7/} с уровнем фона $\leq 10^{-5}$.

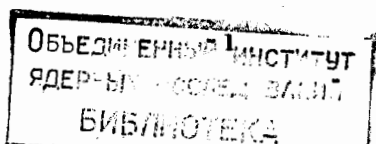
Жидководородная мишень. В эксперименте использовалась жидководородная мишень^{78/}, разработанная в ИФВЭ. Рабочий объем мишени - $\varnothing 60$ мм, длина 400 мм. Мишень имела лавсановые окна для пучка. В ходе эксперимента в мишени поддерживалось избыточное давление водорода $\approx 0,1$ атм с точностью $\approx 0,02$ атм, что соответствовало относительному изменению плотности водорода на 0,1%.

Магнитный спектрометр для регистрации частиц, вылетающих из мишени под углами ≤ 100 мрад, состоял из магнита СП41Г и координатных систем, измеряющих треки заряженных частиц.

Характеристики магнита: апертура ZxX ¹⁾ 75×150 см², интеграл поля 2,76 Тл·м, эффективная длина магнитного поля ≈ 3 м, полная длина магнита $\approx 5,7$ м.

1)

Используется система координат: Y - направление вдоль пучка; X - горизонтальное направление; Z - вертикальное направление;



В качестве координатных детекторов использовались два типа пропорциональных камер. Камеры первого типа (РСН I+30) были разработаны и изготовлены в ИФВЭ, второго типа (РСН 3I+34) - в ОИЯИ.

Пропорциональные камеры РСН 9+I4, расположенные между мишенью и магнитом, измеряли X-координату треков. Пропорциональные камеры РСН I5+I8 располагались в магните и измеряли Z- координату треков. Для регистрации треков за магнитом служили пропорциональные камеры : РСН 3I+33 (X- координата) и РСН 34 (Z- координата).

Для привязки треков по времени использовался сцинтилляционный годоскоп Н₃. Годоскоп состоял из двух плоскостей (X и Z), собранных из счетчиков размером 50x1500 мм² толщиной 10 мм. Сборка плоскостей годоскопа была выполнена с перекрытием соседних элементов на 2 мм, таким образом шаг годоскопа составлял 48 мм.

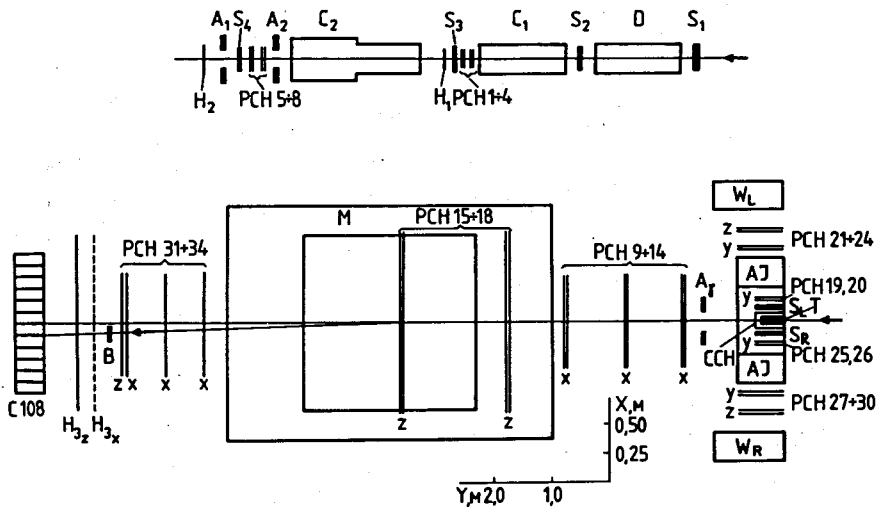


Рис. I - Схема экспериментальной установки.

$S_1, S_4, A_1, A_2, A_3, B$ - сцинтилляционные счетчики; H_1, H_2, H_{3x}, H_{3z} - сцинтилляционные годоскопы; C_1, C_2 - пороговые черенковские счетчики; D - дифференциальный черенковский счетчик; РСН I+34 - пропорциональные камеры; T - жидководородная мишень; S_L, S_R - сцинтилляционные запускающие счетчики; ССН - цилиндрическая камера; АЖ - цилиндрический сцинтилляционный спектрометр; W_L, W_R - плоские сцинтилляционные спектрометры; M - магнит;

Система для регистрации протона отдачи определяла параметры треков и измеряла кинетическую энергию протонов отдачи, вылетающих из мишени под углами $60^\circ + 90^\circ$ относительно пучкового трека.

Координатная часть системы состояла из цилиндрической камеры ССН, окружавшей мишень, и плоских пропорциональных камер. Координата Y измерялась в цилиндрической камере, а также в камерах РСН 25+28 (правое плечо) и РСН I9+22 (левое плечо). Координата Z измерялась в камерах РСН 29,30 (правое плечо) и РСН 23,24 (левое плечо).

Кинетическая энергия протонов отдачи измерялась плоскими сцинтилляционными спектрометрами W_L и W_R , расположенными за камерами. Кроме того, мишень окружали сегменты цилиндрического спектрометра АЖ^{/9/}, перекрывающие углы, не охваченные боковыми системами регистрации. Сигналы со счетчиков этого спектрометра использовались при выработке триггера.

Общий вид системы сцинтилляционных спектрометров показан на рис.2. На оси симметрии системы расположена мишень, окруженная цилиндрической камерой (на рис.2 камера не показана).

Цилиндрический спектрометр в виде полого цилиндра с диаметрами 570 и 1070 мм и длиной 800 мм состоит из 32 независимых секций, склеенных из двух блоков сцинтиллятора длиной 400 мм.

Прямоугольные спектрометры имеют вид параллелепипедов ("стенки") с размерами 1200x848x250 мм³. "Стенка" состоит из 8 независимых секций с размерами 1200x106x250 мм³. Каждая секция сложена из 3 блоков сцинтиллятора длиной 400 мм.

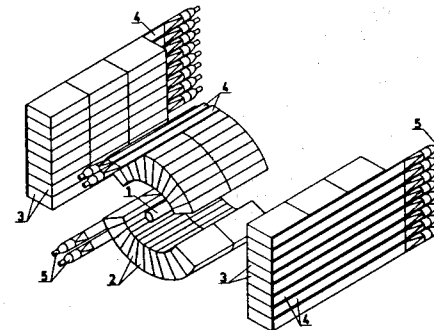


Рис. 2 - Схематический вид сцинтилляционных спектрометров: I - жидководородная мишень; 2 - блоки сцинтилляторов цилиндрического спектрометра; 3 - блоки сцинтилляторов прямоугольных спектрометров; 4 - световоды - сместители спектра; 5 - фотоумножители;

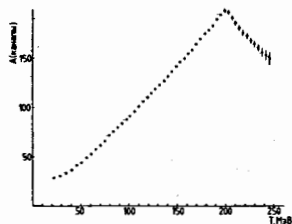


Рис. 3 - Зависимость амплитуды импульса со сцинтилляционным спектрометром от кинетической энергии протонов.

Светосбор с каждой секции осуществляется с помощью световода-смещителя спектра, к которому приклеен фотоумножитель ФЭУ-110. Выделение в процессе обработки событий упругого рассеяния позволило провести энергетическую калибровку стенок (см. рис.3) и получить для энергетического разрешения спектрометра в диапазоне кинетических энергий протона 50 + 200 МэВ зависимость ^{/9/} :

$$(\sigma_T / T)^2 = 0,74^2 / T(\text{МэВ}) + 0,03^2.$$

Цилиндрическая камера. Конструкция и технология изготовления использованной в эксперименте цилиндрической камеры подробно описана в работе ^{/10/}. Корпус цилиндрической камеры изготовлен из пенополиуретановой трубы с наружным диаметром 126 мм (см. рис.4). По периметру трубы с шагом 8 мм уложены стрипы, образующие внутренний катод. Для определения координаты использовалась амплитудная информация о наведенном на стрипы заряде.

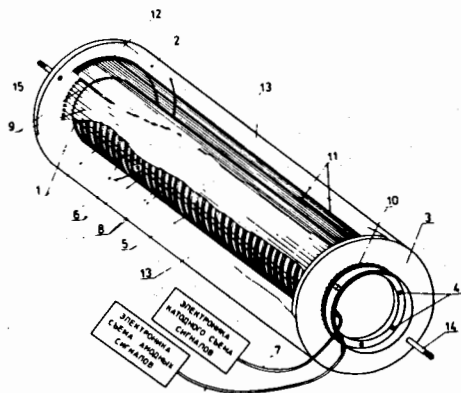


Рис. 4 - Схематический вид цилиндрической камеры.
5 - стрипы; 9 - анодные проволоки; II - внешние проволочные катоды

Камера работала в СГС-режиме ^{/11/}. В качестве рабочего газа использовалась смесь: Ag + CH₄ (3:2), в которую добавлялся метилаль. Содержание метилаля в смеси менялось в пределах 15-25%. Наиболее устойчиво камера работала со смесью, содержащей 25% метилаля.

Сигналы со стрипов подавались на линейные дифференциальные усилители ^{/12/}, с выхода которых поступали на 8-битные преобразователи "Заряд - код" ^{/13/}.

Для проверки работоспособности камеры использовались отобранные события упругого рассеяния ^{/1/}. По треку протона отдачи, восстановленному по пропорциональным камерам, предсказывалась точка пересечения с цилиндром камеры. Вблизи этой точки определялись стрип с максимальной амплитудой и пара соседних

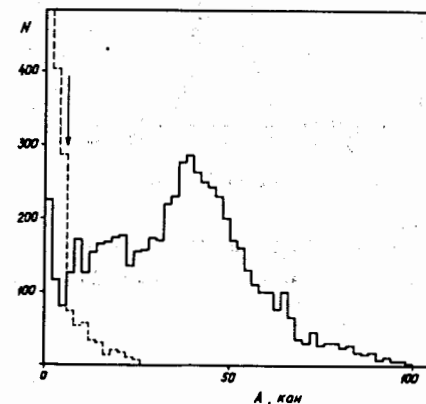


Рис. 5 - Распределение суммы сигналов с трех соседних стрипов цилиндрической камеры в области прохождения частицы (—) и в месте, где не проходит трек (---).

стрипов. Спектр суммы амплитуд найденной таким образом тройки стрипов сравнивался (см. рис.5) со спектром суммы амплитуд из трех стрипов в месте, где заведомо не проходит трек (т.е. фоном). Из рис.5 видно, что задание порога на уровне 8-10 каналов приводит к уменьшению эффективности работы камеры на 7-9%, причем доля случайных срабатываний с превышением этого порога составляет 5-7%.

Координата определялась "взвешиванием" амплитуды с трех соседних стрипов ^{/14/} (в предположении распределения наведенного заряда по закону Коши) и затем сравнивалась с координатой пересечения трека протона отдачи с цилиндром камеры. Ширина $\sigma = 1,3$ мм приведенного на рис.6 распределения разности этих координат

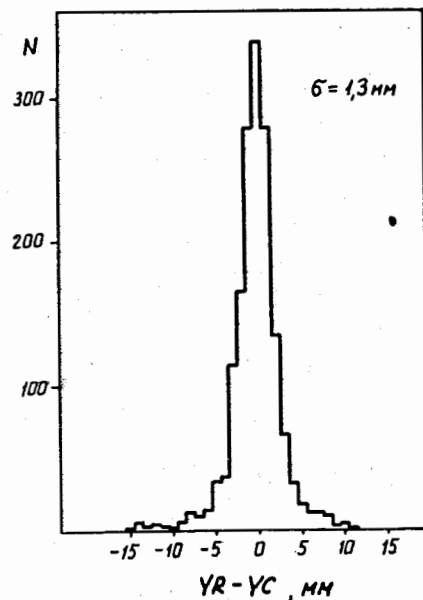


Рис. 6 - Разность координат протона отдачи, измеренных цилиндрической и пропорциональными камерами.

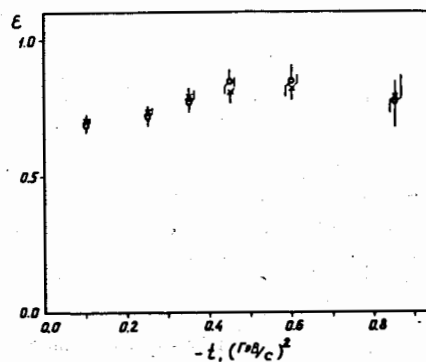


Рис. 7 - Сравнение t -зависимости эффективностей XY трековой системы, полученной с использованием информации с цилиндрической камеры (о) и без нее (х).

согласуется с величиной, определенной по характеристикам пропорциональных камер с учетом многократного кулоновского рассеяния протона отдачи.

Информация с цилиндрической камеры использовалась для определения зависимости эффективности боковой XY-системы от квадрата переданного четырехимпульса t при обработке событий упругого рассеяния. На рис.7 приведены t -зависимости эффективности боковой XY-системы, полученные двумя разными методами /1/, в одном из которых для восстановления трека протона отдачи использовалась Y-координата, измеренная цилиндрической камерой. Видно, что значения эффективностей совпадают в пределах ошибок.

Поскольку цилиндрическая камера является общим элементом для боковых трековых систем, с ее помощью была проведена взаимная относительная привязка левого и правого плеч.

Система пропорциональных камер типа I/15/

Характеристики используемых камер приведены в таблице.

Таблица

Номер на рис.1.	размер чувствительной зоны, мм ²	шаг сигнальных проволок, мм	ориентация плоскостей в пакете
PCN 1+8	128x128	2	XZXZ
PCN 9+14 21+24 27+30	768x768	4	XX YY YY
PCN 15+18	512x1500	4	ZZ
PCN 19+20 25+26	512x200	4	ZZ ZZ

Сигнальные проволоки в пакете в одноименных плоскостях сдвинуты друг относительно друга на половину шага, что улучшает координатную точность.

Регистрирующая электроника камер состоит из:

- усилителей-формирователей, расположенных на камерах /16/;
- кабелей задержки сигналов;
- приемных регистров, расположенных в крейтах "ВЕКТОР" /17/.

Усилители-формирователи обеспечивают порог регистрации 1,5 мкА. Выходы усилителей вырабатывают парафазные сигналы в уровнях ЭСЛ. Эти сигналы передаются в приемные регистры скрученными парами телефонных кабелей, обеспечивающими задержку до 500 нс. В регистрах осуществляется стробирование, запоминание и последующая выдача информации в ЭВМ через магистраль "ВЕКТОР".

Пропорциональные камеры работали на газовой смеси:

аргон + 10% изобутана + 0,1% фреона 13В1 + пары изопропилового спирта. Характеристики камер приведены на рис.8. Опыт эксплуатации показал высокую эффективность и надежность камер.

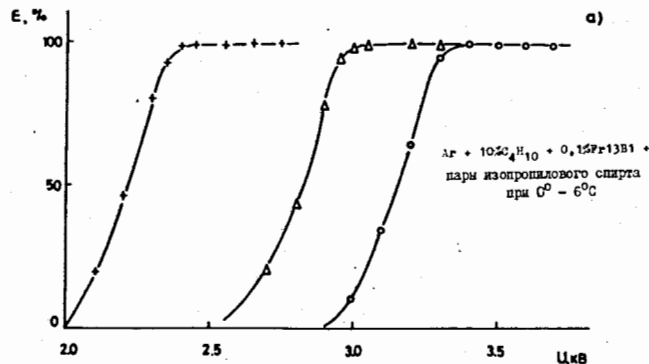


Рис. 8 - Зависимость эффективности пропорциональных камер ИФВЗ с различным шагом (о - 2 мм, Δ - 3 мм, + - 4 мм) от высокого напряжения.

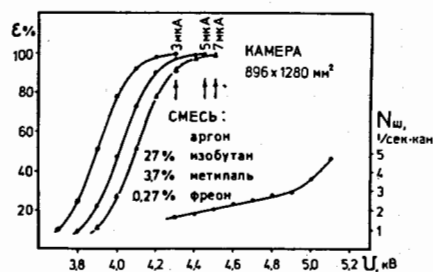


Рис. 9 - Зависимость эффективности и шума на канал регистрации камер ОИЯИ.

Пропорциональные камеры типа 2/18/

Камеры изготовлены в виде однокоординатных X (РСН 31+33) и Z (РСН 34) плоскостей. Чувствительная зона (XZ) 1280 x 896 мм², шаг сигнальных проволок 2 мм.

Электроника регистрации состоит из:

- регистрирующей электроники, расположенной на камерах /19/;
- электроники управления считыванием /19/, расположенной в крейтах КАМАК (или ВЕКТОР).

Основные функции регистрирующей электроники состоят в следующем: стробирование информации, поступающей с сигнальных проволок, запоминание ее в буферной памяти и передача через линию связи в блок управления считыванием.

Блок управления считыванием принимает информацию с регистрирующей электроники в последовательном виде, кодирует эту информацию, запоминает ее в буферной памяти и передает в ЭВМ.

Зависимость эффективности и шума на канал регистрации от напряжения на камере показана на рис.9. Характеристики камер приведены для "магической" газовой смеси:

аргон + 28% изобутана + 0,2% фреона 13В1 + 3% метилала. Камеры имеют хорошую эффективность и надежны в эксплуатации.

Система запуска установки и сбора данных. Схема запуска установки приведена на рис.10. Для выработки триггера использовались электронные блоки системы СУММА /20/ и специально

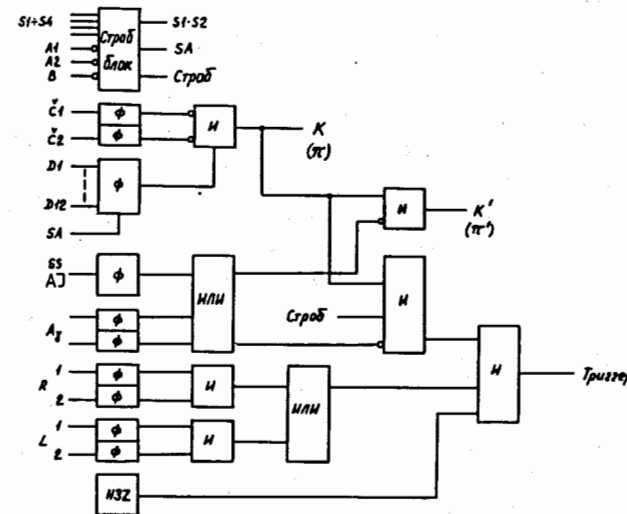


Рис.10 - Схема выработки триггера.

разработанный блок /21/ для выработки строб-сигнала. В этот блок были включены сигналы счетчиков пучкового телескопа S₁₊₄, пучковых счетчиков антисовпадений A₁ и A₂ и счетчика B.

Сигнал "Строб", представляющий собой фактически триггер первого уровня, выделяющий взаимодействия в мишени, использовался для записи информации с пропорциональных камер ИФВЗ и годоскопов.

В рабочий триггер были включены сигналы правого R и левого L регистрирующего плеча установки, представлявшие собой совпадения сигналов от счетчиков S_L (S_R) и сигналов плоских калориметров W_L (W_R). Счетчики S_L и S_R были расположены вблизи мишени и с запасом перекрывали телесный угол плоских спектрометров. В триггере использовались диодные сигналы ФЭУ счетчиков плоских спектрометров. Суммарные сигналы со счетчиков спектрометров дискриминировались порогом, соответствующим энерговыделению ≈ 50

МэВ. Это позволяло вести набор статистики упругого рассеяния в диапазоне передач $|t| \geq 0,1$ (ГэВ/с)². Анодные сигналы счетчиков плоских спектрометров оцифровывались и записывались на магнитную ленту.

Для выработки триггера требовалось также наличие заряженной частицы в системе за магнитом, которое было реализовано условием ≥ 1 срабатывания в годоскопе H_{3Z} .

Кроме описанных сигналов, в триггер были включены на антисовпадения сигналы AJ. Это требование запрещало вылет частиц из мишени в область азимутальных углов, не регистрируемую боковыми спектрометрами.

Также в антисовпадения был включен сигнал с охранный счетчика A_γ , расположенного по пучку за мишенью и имевшего в центре отверстие 170×140 мм². Счетчик A_γ представлял собой сэндвич свинец-сцинтиллятор толщиной ≈ 2 рад.ед. и служил для подавления событий с частицами, вылетающими под большими углами.

Схема выработки триггера приведена на рис.10.

Сигнал "Триггер" представлял собой:

$$\text{Триггер} = \text{Строб} \cdot ("П"/"К") \cdot (L+R) \cdot \bar{A}_\gamma \cdot \bar{A}_J \cdot H_{3Z}$$

$$\text{Строб} = S_1 \cdot S_2 \cdot S_3 \cdot S_4 \cdot \bar{A}_1 \cdot \bar{A}_2 \cdot \bar{B}$$

$$"К" = C_1 \cdot C_2 \cdot D \text{ для } K\text{-мезонов:}$$

$$"П" = C_1 \cdot C_2 \cdot D \text{ для } \pi\text{-мезонов:}$$

Время выработки триггера составляло ≈ 200 нс. Мертвое время установки было ≈ 15 мс, оно определялось временем записи событий на диск.

Для К-мезонов работа велась при интенсивности пучковых частиц $\approx 10^6$ частиц/с, для π -мезонов $\approx 2 \cdot 10^5$ частиц/с. При таких условиях число запусков установки составляло ≈ 10 запусков/с для К-мезонов и ≈ 40 запусков/с для π -мезонов.

В качестве мониторингового использовался сигнал $K'(\pi')$, который, по сравнению с $K(\pi)$, учитывал случайные выключения за счет антисовпадательных систем A_γ и AJ. Сравнение счетов $K'(\pi')$ и $K(\pi)$ показывает, что случайных выключений $\leq 10\%$. Кроме $K'(\pi')$ и $K(\pi)$, для контроля были заведены счета $S_1 S_2$ и SA, все сигналы подавались на счетчики, которые по сигналу "Триггер" считывались в ЭВМ и обнулялись.

Для приема и контроля данных использовалась ЭВМ HP2100A. По сигналу прерывания ЭВМ через устройство сопряжения ¹²²¹ считывала информацию, упаковывала и записывала ее на диск. Между циклами ускорителя информация записывалась на магнитную ленту. Для части событий осуществлялся технический и визуальный контроль. В технический контроль входило заполнение гистограмм и таблиц

множественностей кластеров и профилей трековых детекторов и определение их счетных эффективностей, контроль работы пучковых систем, контроль стабильности пьедесталов и калибровочных сигналов в кодировщиках, а также определение средних и дисперсий амплитуд в кодировщиках для триггерных событий. Кроме того, по сигналу с пульта ЭВМ выводила на дисплей схему расположения координатных детекторов и положение в них искр для отдельных событий, что дополнительно к техническому контролю позволяло следить за работоспособностью координатных детекторов и качеством триггера.

Основные характеристики установки

Установка "Сигма-АЯКС" для изучения упругого рассеяния π^- и K^- - мезонов на протонах позволила измерить эти процессы в диапазоне переданных четырехимпульсов $0,2 < |t| < 1,4$ ГэВ/с² с точностью $\sigma_t \approx 0,017$ ГэВ/с² во всем диапазоне t .

Нижняя граница диапазона t определяется размером В счетчика и порогом в сцинтиляционном калориметре W, верхняя граница определена уровнем набранной статистики и геометрическим аксептансом установки.

Разрешение σ_t связано с точностями измерения направлений частиц. Точности измерения пропорциональными камерами направлений пучковой частицы, рассеянной вперед частицы и протона отдачи составляют 0,1 мрад, 0,5 мрад и 3 мрад соответственно. Эти точности определены шагом/проволок в пропорциональных камерах и их относительным расстоянием. Использование определенной из направления пучковой частицы и протона отдачи точки взаимодействия как еще одной точки для определения трека рассеянной частицы, позволяет улучшить точность измерения направления рассеянной частицы до $\sigma = 0,35$ мрад. На точность измерения направления протона отдачи влияет также многократное кулоновское рассеяние в веществе на пути протона от точки взаимодействия до пропорциональных камер ($\sqrt{L/L_R} \approx 0,2$, где L_R - рад. длина).

Эти величины определяют и точность измерения квадрата переданного четырехимпульса. На рис.11 приведена зависимость σ_t от t для передачи вычисленной из направления рассеянной частицы (t_F), протона отдачи (t_S) и для взвешенного значения, определенного как $\sigma_t^{-2} = \sigma_{t_F}^{-2} + \sigma_{t_S}^{-2}$. Видно, что в области $-t < 0,3$ ГэВ/с² точность σ_t определена точностью измерения направления рассеянной частицы, для $-t > 0,3$ ГэВ/с² - точностью измерения направления протона отдачи, причем взвешенное значение $\sigma_t \approx 0,017$ ГэВ/с² слабо зависит от t .

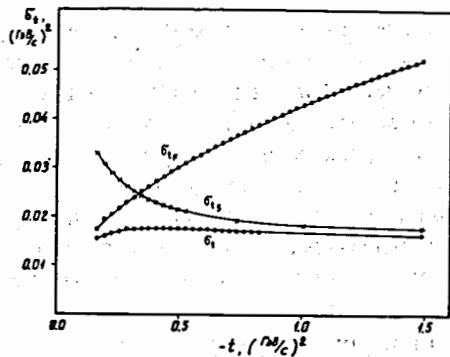


Рис.11 - Зависимости разрешения по квадрату переданного четырехимпульса от t , измеренного по направлению рассеянной частицы (σ_{tF}), по направлению протона отдачи (σ_{tS}), взвешенное значение (σ_t).

С помощью моделирующей программы было установлено, что геометрический аксептанс установки определяется требованием регистрации трека протона отдачи. Для регистрации при данном значении переданного четырехимпульса t требовалось прохождение трека через чувствительные области пропорциональных камер, через запускающие счетчики S_L (S_R) и блоки сцинтилляционного калориметра W_L (W_R) (чтобы исключить влияние на эффективность порога этого триггерного элемента) при любом регистрируемом установкой значении азимутального угла протона отдачи. Диапазон регистрируемых азимутальных углов определяется размером и

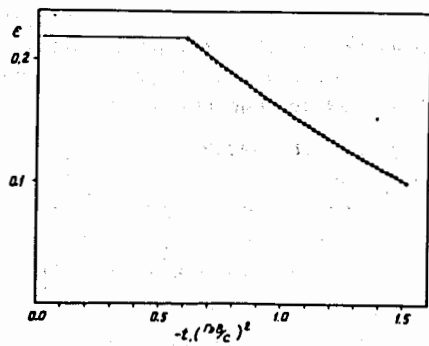


Рис.12 - Зависимость геометрического аксептанса установки от t .

положением калориметра W и составляет 21% от полного угла 2π . В диапазоне $0,2 < |t| < 0,6$ ГэВ/с² установка регистрирует события с точкой взаимодействия вдоль всей длины мишени, аксептанс составляет 21%. Начиная с передачи $0,6$ ГэВ/с², длина регистрируемой области в мишени уменьшается, поскольку протоны, вылетающие из конца мишени под данным полярным углом (определенным передачей t), не попадают в чувствительную область блока пропорциональных камер РСН 23,24 (РСН 29,30). Зависимость аксептанса установки от t приведена на рис.12.

Параметры описанного варианта установки позволили провести измерение абсолютных сечений упругого π^-p - и K^-p - рассеяния с точностью $\approx 4\%$ стат. и 10% сист., что, в свою очередь, позволило провести детальное сравнение сечений π^-p - и K^-p - упругого рассеяния.

ЛИТЕРАТУРА

1. Антипов Ю.М. и др., препринт ОИЯИ Р1-87-539, Дубна 1987. ЯФ т.48 в.1(7) (1988),138
2. Александров И.А. и др., препринт ИФВЭ 68-36, Серпухов 1968.
3. Антипов Ю.М. и др., препринт ИФВЭ 76-147, Серпухов 1976.
4. Горин Ю.П., автореферат диссертации 72/38, Серпухов 1972.
5. Gorin Yu.P. et al., Nucl.Instr.Meth. 85(1970),101.
6. Горин Ю.П. и др., препринт ИФВЭ СЭФ70-48, Серпухов 1970.
7. Gorin Yu.P. et al., Nucl.Instr.Meth. 92(1971),77.
8. Мельник В.М. и др., препринт ИФВЭ 82-146,0ЭФ,Серпухов 1982.
9. Антипов Ю.М. и др., препринт ОИЯИ 13-87-344, Дубна 1987. ПТЭ №6 (1988),36
10. Вахтин В.Г. и др., препринт ОИЯИ 13-86-813, Дубна 1986.
11. Алексеев Г.Д. и др., ЭЧАЯ 1982,13,стр.703.
12. Кулинич П.А. и др., препринт ОИЯИ 13-84-162, Дубна 1984.
13. Антонов В.А. и др., препринт ОИЯИ 10-83-900, Дубна 1983.
14. Биленький М.С. и др., препринт ОИЯИ Р13-86-815, Дубна 1986.
15. Антипов Ю.М. и др., препринт ИФВЭ 87-25 ОНФ, Серпухов 1987.
16. Бару С.Е. и др., препринт ИЯФ 74-81, СО АН СССР,Новосибирск 1974.
17. Антипов Ю.М. и др., препринт ИФВЭ 77-85, Серпухов 1977.
18. Батарин В.А. и др., препринт ОИЯИ 13-84-833, Дубна 1984.
19. Голутвин И.А. и др.,препринт ОИЯИ 9-81-674, Дубна 1981.
20. Бушнин Ю.Б. и др., препринт ИФВЭ 80-141, Серпухов 1980.
21. Котов И.В. и др., ПТЭ №6 (1985),73.
22. Клименко С.В. и др., препринт ИФВЭ 77-43, Серпухов 1977.

Рукопись поступила в издательский отдел
22 марта 1989 года.