

A-154

1025 / 2-77

ОБЪЕДИНЕННЫЙ
ИНСТИТУТ
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ
ДУБНА



21/3-77
13 - 10256

В.Г.Аблеев, С.Г.Басиладзе, Ю.Т.Борзунов, Г.Г.Воробьев,
Л.Б.Голованов, С.А.Запорожец, В.И.Какурина, А.И.Круглов,
Б.К.Курятников, П.К.Маньяков, Е.А.Матюшевский,
А.А.Номофилов, А.Н.Парфенов, В.Д.Пешехонов, Н.М.Пискунов,
А.Д.Рогаль, В.Н.Садовников, И.М.Ситник, Е.А.Строковский,
Л.Н.Струнов, Г.М.Сусова, А.П.Цвинев, В.И.Шаров, В.К.Юдин

МАГНИТНЫЙ СПЕКТРОМЕТР
С ПРОПОРЦИОНАЛЬНЫМИ КАМЕРАМИ
УСТАНОВКИ "АЛЬФА"
ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ РАССЕЯНИЯ АДРОНОВ
И РЕЛЯТИВИСТСКИХ ЯДЕР

1976

13 - 10256

В.Г.Аблеев, С.Г.Басиладзе, Ю.Т.Борзунов, Г.Г.Воробьев,
Л.Б.Голованов, С.А.Запорожец, В.И.Какурина, А.И.Круглов,
Б.К.Курытников, П.К.Маньяков, Е.А.Матюшевский,
А.А.Номофилов, А.Н.Парфенов, В.Д.Пешехонов, Н.М.Пискунов,
А.Д.Рогаль, В.Н.Садовников, И.М.Ситник, Е.А.Строковский,
Л.Н.Струнов, Г.М.Сусова, А.П.Цвинеv, В.И.Шаров, В.К.Юдин

**МАГНИТНЫЙ СПЕКТРОМЕТР
С ПРОПОРЦИОНАЛЬНЫМИ КАМЕРАМИ
УСТАНОВКИ "АЛЬФА"
ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ РАССЕЯНИЯ АДРОНОВ
И РЕЛЯТИВИСТСКИХ ЯДЕР**

Направлено в ПТЭ

**Объединенный институт
ядерных исследований
БИБЛИОТЕКА**

Аблеев В.Г. и др.

13 - 10256

Магнитный спектрометр с пропорциональными камерами установки "Альфа" для исследования рассеяния адронов и релятивистских ядер

Описываемый одноплечевой магнитный спектрометр, работающий на линии с ЭВМ БЭСМ-4, является частью создаваемой в ОИЯИ установки "Альфа" и включает в себя сцинтилляционные счетчики, пропорциональные камеры, мишени и анализирующий магнит. Регистрирующая, спектрометрическая и логическая электроника спектрометра, а также аппаратура связи с ЭВМ, выполнены в стандарте КАМАК.

Приводятся характеристики спектрометра, полученные на пучке релятивистских ядер, блок-схема электронной аппаратуры и описание ее работы.

Работа выполнена в Лаборатории высоких энергий ОИЯИ.

Препринт Объединенного института ядерных исследований
Дубна 1976

© 1976 Объединенный институт ядерных исследований Дубна

ВВЕДЕНИЕ

Описываемый экспериментальный on-line -комплекс, позволяющий проводить в релятивистских ядерных пучках измерения полных сечений, дифференциальных сечений рассеяния в области дифракционного пика, а также процессов фрагментации и инклюзивных одночастичных спектров, является частью создаваемой в ОИЯИ установки "Альфа"^{/1/}. Это магнитный одноплечевой спектрометр из пропорциональных камер /1200 каналов регистрации/, сцинтилляционных счетчиков и соответствующей регистрирующей, спектрометрической и логической электроники и аппаратуры связи с ЭВМ, выполненных в стандарте КАМАК^{/2/}.

Все элементы спектрометра обладают высокими быстродействием и эффективностью, что позволяет вести работу в пучках с интенсивностью до 10^6 частиц/с и за короткий срок получать высокую статистическую обеспеченность эксперимента.

Пропорциональные камеры используются для определения кинематических характеристик изучаемых процессов, сцинтилляционные счетчики - для мониторинга пучка и для спектрометрирования вторичных частиц по заряду, что является существенным моментом при исследовании процессов рассеяния и фрагментации релятивистских ядер.

Вся информация с детекторов подвергается предварительному анализу на уровне наносекундной логической электроники и быстрых цифровых процессоров $\leq 0,8$ мкс/, что обеспечивает высокую степень подавления передачи в ЭВМ событий, не представляющих интереса

или таких, которые невозможно идентифицировать из-за отказа некоторых детекторов. В результате сравнительно большое мертвое время ЭВМ ~ 2 мс/ практически не ухудшает производительности установки.

Управление логической электроникой от ЭВМ позволяет быстро подбирать оптимальные параметры установки при подготовке к экспозиции, а также автоматически изменять сигнатуру триггера в процессе эксперимента, обеспечивая тем самым параллельное накопление событий из разных каналов реакции.

На линии с установкой использовалась ЭВМ БЭСМ-4, возможности которой были значительно расширены за счет подключения накопителей ЕС-5012 и дисплеев ВТ-340.

АППАРАТУРА

Размещение аппаратуры на пучке показано на рис. 1.

Мишени. При исследовании процессов с ядрами С, Al, Cu, Pb, CH_2 для смены мишеней используется вращающийся барабан с шестью отверстиями $\phi 100$ мм, в которые устанавливаются различные мишени. Смена мишеней производится дистанционно с индикацией фиксированного положения.

Для проведения исследований с ядрами водорода и гелия применяется криогенная мишень ^{6/} с некоторыми модификациями, касающимися ее использования при наполнении водородом.

На рис. 2 приведена схема криогенной мишени без промежуточного сосуда.

Основными элементами мишени являются внутренний сосуд, экран, охлаждаемый жидким азотом, и вакуумный кожух. Внутренний сосуд цилиндрической формы длиной 120 мм подвешен на горловине - тонкостенной трубке из нержавеющей стали. На торцах с помощью фланцев закреплены двойные окна из лавсановой пленки $\phi 80$ мм: наружное, толщиной 0,12 мм, воспринимающее перепад давления, равный 1 атм, и внутреннее плоское,

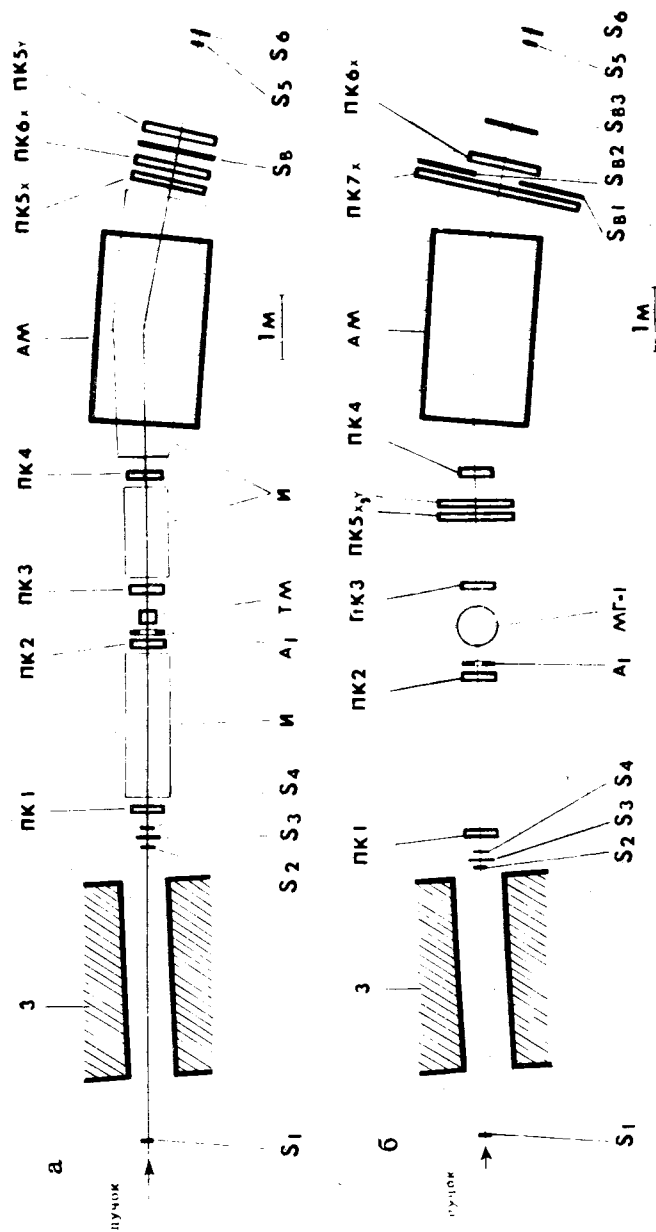


Рис. 1. Спектрометр для измерений дифференциальных сечений рассеяния α -частиц с ядрами α/C , CH_2 , Al, Cu, Pb; б/ H_2 , He. ПК₁ - пропорциональные камеры, S₁ - сцинтилляционные счетчики, МГ-1 - криогенная мишень, ТМ - твердые мишени, АМ - анализирующий магнит, З - защита, И - ионизированный напол-
нением.

Таблица I

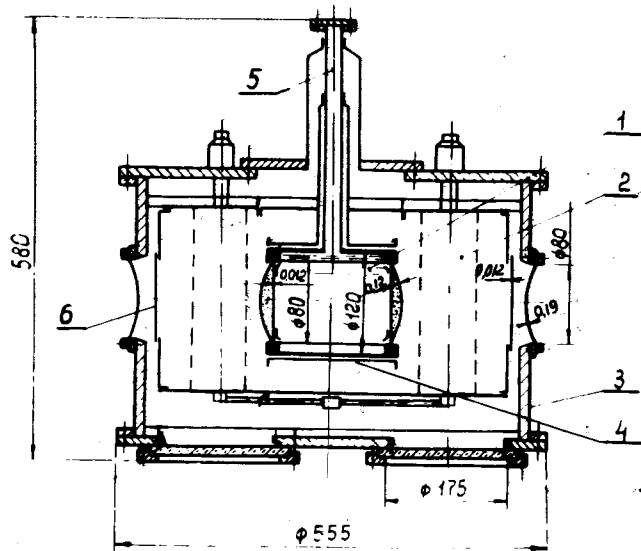


Рис. 2. Криогенная мишень МГ-1. 1 - внутренний сосуд, 2 - азотный экран, 3 - вакуумный кожух, 4 - экран, 5 - горловина, 6 - окно азотного экрана.

толщиной 0,012 мм, с помощью которого криогенная жидкость /водород или гелий/ ограничена по торцам. Для того, чтобы жидкость в мишени не пересекалась пузырями, образующимися в нижней части рабочего сосуда, внутрь мишени вставлена "ложная" обечайка $\phi 80$ мм. Тепловая изоляция внутреннего сосуда осуществляется с помощью высокого вакуума и экрана, охлаждаемого жидким азотом. На входе и выходе пучка в азотном экране имеются окна, закрытые алюминизированной лавсановой пленкой толщиной 0,012 мм. Вакуумный кожух состоит из цилиндрической обечайки и двух фланцев, верхнего и нижнего. К верхнему фланцу крепятся внутренний сосуд и азотный экран. На вакуумном кожухе по оси пучка расположены два окна $\phi 80$ мм из лавсановой пленки толщиной 0,19 мм.

При заполнении мишени гелием жидкость из сосуда Дьюара емкостью 100 л по сифону поступает в промежуточный сосуд емкостью 57 л, расположенный над

№ пп	Наименование детектора	Размеры детектора в мм	Число каналов регистрации ПК	z - координата, см (z=0, центр мишени)	
				см.рис. Iа	см.рис. Iб
I	S ₁	50x50x5	-	-800	-768
2	S ₂	50x50x5	-	-330	-352
3	S ₃	100x100x5	-	-325	-347
4	S ₄	50x50x5	-	-320	-342
5	ПК1x	150x150	32	-280	-311
6	ПК1y	150x150	32	-276	-307
7	ПК2x	150x150	24	- 27	- 70
8	ПК2y	150x150	24	- 23	- 66
9	A _I	150x150x10 ∅ 50		- 12	- 45
10	ПК3x	150x150	32	50	75
11	ПК3y	150x150	32	54	79
12	ПК4x	150x150	64	325	240
13	ПК4y	150x150	64	329	244
14	ПК5x	350x200	160	683	173
15	ПК5y	350x200	96	751	183
16	ПК6x	350x200	160	701	685
17	ПК7x	900x300	412	-	660
18	S _{B1}	350x200x10	-	-	665
19	S _{B2}	350x200x10	-	-	665
20	S _{B3}	250x250x10	-	-	749
21	S ₅	50x50x5	-	895	915
22	S ₆	100x100x10	-	900	920

мишенью, а оттуда самотеком в мишень. Испарившийся гелий направляется в линию возврата гелия. Расход гелия из мишени и промежуточного сосуда в установленном режиме не превышает 1,4 л жидкости в час.

При заполнении мишени водородом он из сосуда Дьюара по сифону поступает в промежуточный сосуд, а оттуда самотеком по сливному устройству длиной 1200 мм в мишень. Испарившийся газообразный водород сбрасывается через пламяпреградитель в атмосферу. Расход пароводорода в стационарном режиме не превышает 1,5 л жидкости в час.

В сцинтилляционных счетчиках используются фотоумножители ФЭУ-30 с делителями, подобранными по максимуму сигнала. Для исключения зависимости счетных и амплитудных характеристик счетчиков от загрузки /вплоть до $\sim 10^7$ имп/с от генератора/ три последних междиодных промежутка ФЭУ дополнительно подпитываются от низкоомных стабилизированных источников.

Пропорциональные камеры имеют шаг намотки 2 мм и размеры, указанные в табл. 1, эффективность отдельных ПК $\geq 99\%$, а точность регистрации трека $\sigma \approx 0,6$ мм /1,4,5/.

Электронную аппаратуру спектрометра, размещенную в 12 кейтах, можно разделить на следующие группы.

1. Логическая электроника

В эту группу входит стандартная наносекундная электроника^{/3/}, а также модули, управляемые от ЭВМ^{/11,12/}. Последние, естественно, имеют выход на магистраль КАМАК. Основная задача этой группы - организация работы электроники регистрации и выработка триггера.

2. Электроника регистрации

Все модули данной группы имеют выход на магистраль КАМАК. Состояние этих модулей в момент считывания информации в ЭВМ характеризует параметры акта взаимодействия, произошедшего в установке. В состав этой группы входят:

а/ Параллельный входной регистр^{/10/}, в который заносится некоторый набор логических сигналов, сопутствующих основному логическому сигналу-триггеру.

б/ Пересчетные схемы^{/9/} - для подсчета сигналов после разных ступеней отбора событий на уровне логической электроники.

в/ Зарядо-цифровые и время-цифровые преобразователи^{/8,17/}.

г/ Электроника регистрации сигналов с пропорциональных камер; блоки Г2^{/4/} и блоки с логическими функциями ГШ^{/7/}, которые вырабатывают сигнал "one", если в соответствующей ПК сработала одна или две соседних проволоки, и сигнал "many", когда сработавших проволок оказалось больше; кроме того, блоки ГШ осуществляют преобразование позиционного кода в двоичный для последующей работы быстрых цифровых процессоров.

3. Быстрые цифровые процессоры

В эту группу входят процессоры^{/7/}, вырабатывающие за время ~ 500 нс логическую единицу, если выполняется условие

$$|A \cdot x_1 - B \cdot x_2 + C \cdot x_3 - D| > Z, \quad /1/$$

где x_1, x_2, x_3 - числа с ГШ₁ ÷ ГШ₃; A, B, C, D, Z - константы процессора /задаются кнопками на передней панели/.

4. Электроника связи с ЭВМ

Соединение магистралей семи кейтов в ветвь и выход на ЭВМ БЭСМ-4 осуществляются через драйвер^{/14/}

и интерфейс ИКБ-871^{/13/}; обмен информацией между модулями и драйвером осуществляется через контроллеры типа А.

ОРГАНИЗАЦИЯ РАБОТЫ СПЕКТРОМЕТРА

Блок-схема работы спектрометра приведена на рис. 3. Совпадением сигналов с мониторов счетчиков $S_1 \cdot S_2 \cdot S_4 \cdot A_1$ с помощью управляемого формирователя^{/17/} вырабатывается импульс "ворота", открывающий все каналы регистрации спектрометра и стробирующий другие ветви совпадений.

Сигналы со сцинтилляционных счетчиков используются как логические единицы, а часть из них также спектрометрируется с помощью ЗЦП^{/8/}. Кроме того, применяется дискриминатор, вырабатывающий логическую единицу, если сигнал со счетчика превышает некоторый уровень. Это обстоятельство учитывается при выработке триггера, чувствительного к заряду вторичных частиц.

Информация с пропорциональных камер поступает в регистрирующую аппаратуру и используется в логике триггера, причем для ПК, связанных с Г2, логические сигналы "ИЛИ" /соответствующие срабатыванию хотя бы одной проволоки на камере/ снимаются непосредственно с камер. Наличие этих сигналов гарантирует, что в ЭВМ передается информация, достаточная для последующего восстановления параметров события.

Анализ логических сигналов с ГШ позволяет осуществить более высокий уровень отбора событий, зарегистрированных установкой. Так, например, можно потребовать, чтобы событие было одотрековым или, наоборот, многотрековым.

На следующем этапе отбора /для одотрековых событий/ включаются быстрые цифровые процессоры. Входными данными для каждого процессора являются преобразованные с помощью ГШ коды с трех однокоординатных ПК, измеряющих X /или Y/ координаты. Соотноше-

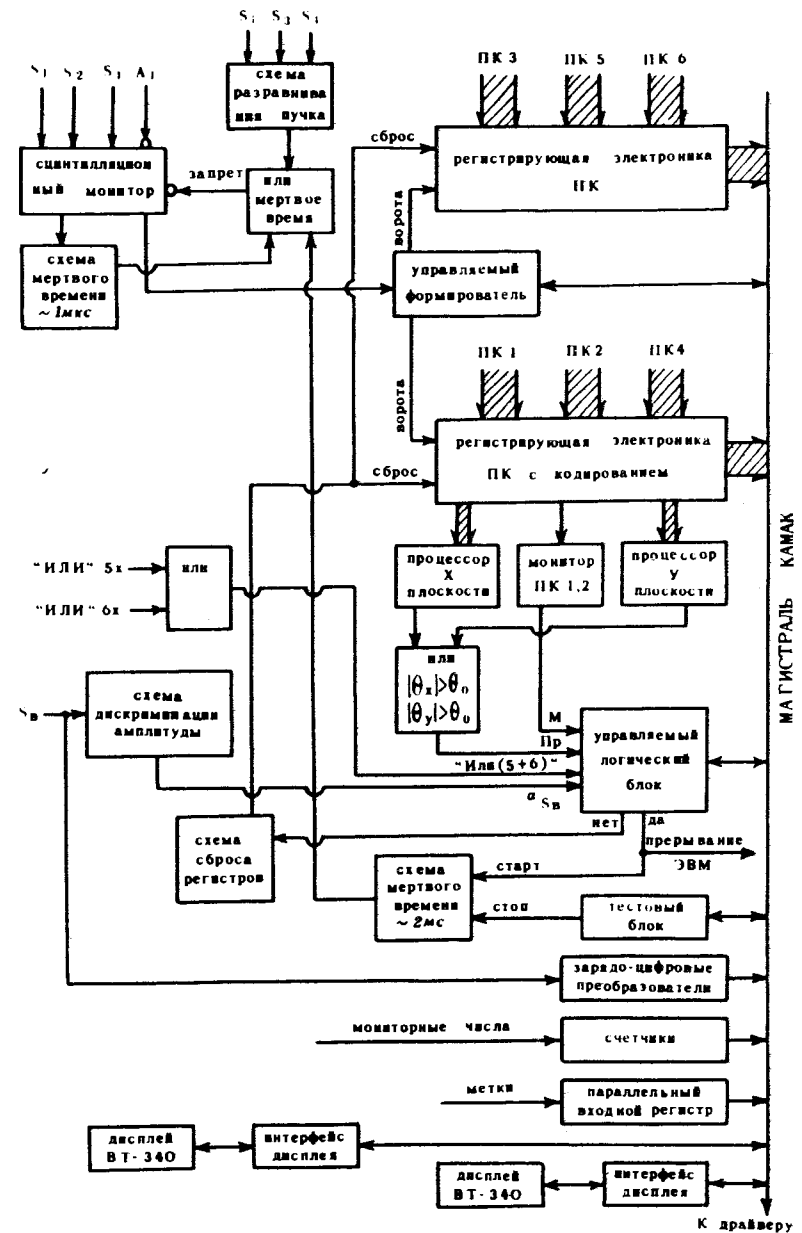


Рис. 3. Блок-схема электронной аппаратуры спектрометра.

ние /1/ выполняется в том случае, когда в районе второй камеры имеет место рассеяние на угол/плоский/, удовлетворяющий условию

$$|\theta_{x(y)} - \text{const}| > \theta_0. \quad /2/$$

Сигналы с процессоров служат для отбора событий по углу рассеяния ($|\theta_x| > \theta_0, |\theta_y| > \theta_0$). Возможен также анализ событий по углу поворота вторичной частицы в магните, при этом можно настроиться как на упругий канал реакции, так и на интересующую экспериментатора область в неупругом канале.

В качестве элемента, вырабатывающего сигнал триггера, используется универсальный логический блок /УЛБ//¹²/. К его входам может сходить до четырех логических ветвей. При выработке триггера возможна организация различных логических комбинаций между поступающими на УЛБ сигналами. Состояние УЛБ фиксируется с помощью ЭВМ. Изменение сигнатуры триггера осуществляется в перерыве между сбросами пучка на мишень. Применение УЛБ позволяет в одном сеансе параллельно накапливать информацию по разным каналам реакции в том соотношении, которое наиболее выгодно для получения оптимальной статистики, а также периодически осуществлять триггер, использующийся для контроля работы аппаратуры. Соотношение между количеством сбросов пучка на мишень с различными типами триггеров вводится в ЭВМ в начале экспозиции с дисплея. Далее выбранное соотношение поддерживается автоматически.

Время между регистрацией частицы мониторными счетчиками и появлением триггерного сигнала составляет ~0,8 мкс. Мониторная схема на это время блокируется. Если за этот временной интервал триггерный сигнал не появился, производится селективный сброс регистрирующей аппаратуры, после чего установка готова к регистрации нового события. С появлением триггерного сигнала продлевается мертвое время установки и состояние модулей регистрирующей электроники считывается в память ЭВМ. После приема собы-

тия ЭВМ осуществляет полный сброс регистрирующей аппаратуры, затем с помощью управляемого от ЭВМ тестового блока /¹⁵/ разрешает прием нового события. Время приема информации в ЭВМ и сопутствующих дополнительных программных операций составляет ~2 мс. Память ЭВМ позволяет принять до 18К байт информации за один цикл ускорителя. Отметим, что прием, запись на ленту и контроль такого количества информации стал возможен только благодаря использованию новых накопителей ЕС-5012, в результате чего потери времени на запись информации уменьшились в 30 раз.

ПРИМЕНЕНИЕ СПЕКТРОМЕТРА В ОПЫТАХ ПО РАССЕЯНИЮ РЕЛЯТИВИСТСКИХ ЯДЕР

С помощью описываемого спектрометра была проведена серия физических измерений в пучках релятивистских дейтронов и α -частиц.

Выделение мониторных частиц проводилось счетчиками S_1, S_2, S_4, A_1 , а также пропорциональными камерами ПК1, ПК2, причем от каждой камеры требовалось однопроволочное срабатывание ("one"). На камерах ПК2х, ПК2у, стоящих непосредственно перед мишенью, была включена только часть проволок с тем, чтобы выделить часть потока частиц, попадающую в мишень. ПК1х, ПК1у должны были перехватить весь пучок для подавления случаев, когда за время "ворот" /50 нс/ через установку прошло более одной частицы.

Камеры ПК1, ПК2 служат для определения траекторий падающих на мишень частиц, камеры ПК3 ÷ ПК5 - для определений траекторий одной или нескольких вторичных частиц. Для импульсного анализа вторичных частиц использовались ПК3 ÷ ПК7. Счетчики $S_{B1} \div S_{B3}$ были предназначены для измерения ионизационных потерь вторичных частиц, а счетчик S_3 - ионизационных потерь первичного пучка, что позволяло идентифицировать частицы по заряду. Счетчики S_5, S_6 применялись для определения эффективности установки.

К процессорам были подключены камеры ПК1х, ПК2х, ПК4х и аналогичные камеры в yz -плоскости.

При проведении физических измерений на α -пучке производилась автоматическая смена типов триггеров. При этом к УЛБ сходились следующие логические ветви:

- 1/ Монитор - $S_1 \wedge S_2 \wedge S_4 \wedge \bar{A}_1 \wedge \text{"one" (ПК1)} \wedge \text{"one" (ПК2)}$, где "one" - однопроволочное срабатывание.
- 2/ $\text{"one" /ПК4/} \wedge \text{/процессор X} \vee \text{/процессор Y /}$.
- 3/ $\text{"ИЛИ" /ПК5/} \vee \text{"ИЛИ" /ПК6//} \wedge \text{"ИЛИ" /ПК3/}$.
- 4/ $(a_1 \geq a_0) \vee (a_2 \geq a_0) \vee (a_3 \geq a_0)$, где $a_1 \div a_3$ - сигналы со счетчиков $S_{В1} \div S_{В3}$, a_0 - уровень отсечки сигналов на дискриминаторе, соответствующий заряду вторичной частицы ≥ 2 .

Были реализованы следующие логические комбинации между ветвями, сходящимися к УЛБ:

- 1/ $1 \wedge \text{/любая комбинация 2,3,4/}$.

Этот триггер использовался для оценки эффективности установки, ее разрешающей способности по углу рассеяния и импульсу частиц.

- 2/ $1 \wedge 2 \wedge 3 \wedge 4$.

С помощью этого триггера отбирались события в случаях, когда

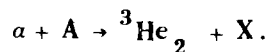
а/ частица рассеялась в мишени на угол $\theta > \theta_0$ /угол отсечки задается кнопками на передней панели процессора/;

б/ набор сработавших камер был достаточен для определения кинематических характеристик события;

в/ вторичная частица имела заряд 2.

При этом накапливалась информация о процессах

$$\alpha + A \rightarrow \alpha + X,$$



Отношение $n_{\text{монитор}} / n_{\text{триггер}}$ в зависимости от типа мишени и выбора угла отсечки θ_0 менялось в пределах 20÷300.

- 3/ $1 \wedge 2 \wedge 3$.

Данный триггер повторяет предыдущий с той лишь разницей, что не накладывается условие на величину заряда вторичной частицы; он применялся для оценки потерь событий в предыдущем триггере, обусловленных отсечкой $a_i > a_0$.

- 4/ $1 \wedge 3 \wedge 4$.

Этот триггер использовался для накопления информации о процессах, где вторичные частицы имеют заряд 1.

В части экспозиции в качестве второй логической ветви берется условие

$$\text{"many" (ПК4x)} \wedge \text{"many" (ПК4y)}.$$

В этом случае с помощью триггера

- 1 \wedge 2 \wedge 3

накапливалась информация о процессах, когда две /или больше/ вторичные заряженные частицы летят вперед.

Для настройки режима экспозиции, оперативного контроля детекторов, автоматического переключения режимов работы спектрометра и текущего анализа экспериментальной ситуации в процессе экспозиции был использован гибкий комплекс on-line программ^{16/}, позволяющий операторам с помощью алфавитно-цифровых дисплеев /непосредственно с установки/ задавать режимы работы и получать необходимую текущую информацию /матрицы мониторных чисел и долей многопроволочных и кластерных срабатываний ПК, профили пучка для каждой ПК, распределение вторичных частиц по углам рассеяния в мишени θ_x и θ_y , данные о работе процессоров, распределения по углу отклонения частиц в магните θ_{23} , амплитудные распределения со счетчиков dE/dx и др./.

ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СПЕКТРОМЕТРА

Акцептанс установки представлен на рис. 4, где приведена эффективность регистрации актов упругого взаимодействия как функция угла рассеяния θ_{12} , рассчитанная методом Монте-Карло с учетом реальных параметров пучка и угла отсечки процессора 4 мрад.

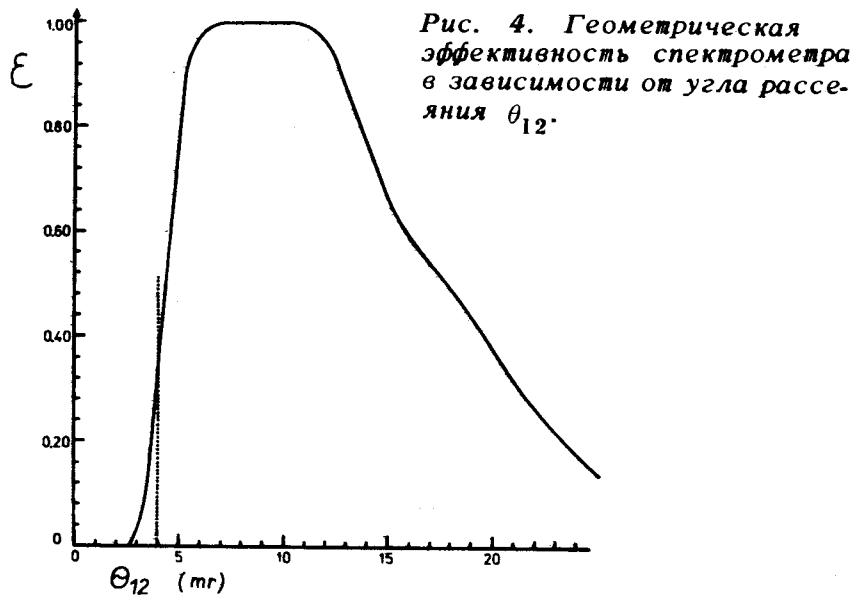


Рис. 4. Геометрическая эффективность спектрометра в зависимости от угла рассеяния θ_{12} .

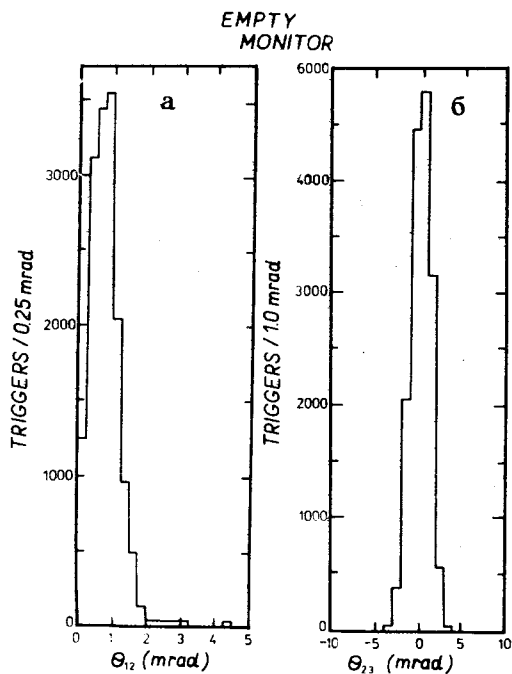


Рис. 5. Распределения пучка, полученные в экспозиции на пустой мишени при триггере 1: а/ по углу рассеяния θ_{12} в мишени; б/ по углу отклонения θ_{23} в анализирующем магните, пик соответствует отклонению $\theta_{23} \approx 160$ мрад.

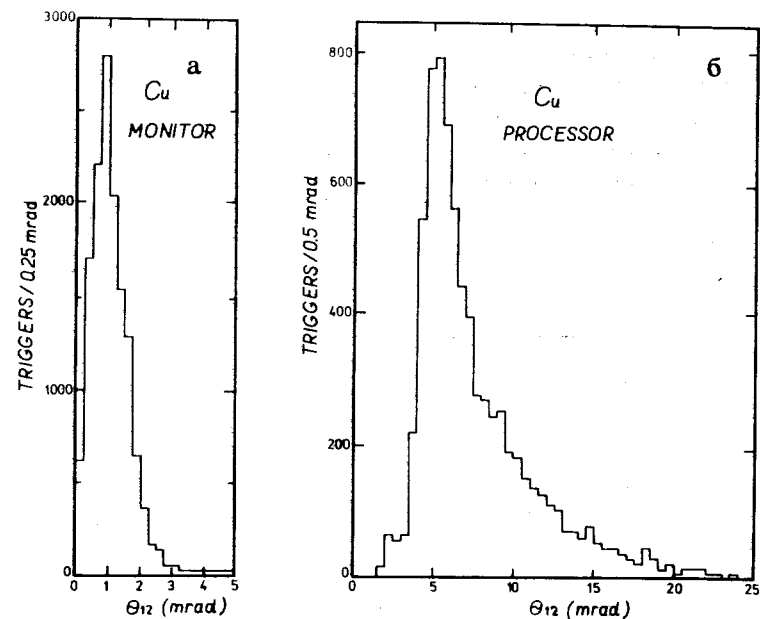


Рис. 6. Угловые распределения рассеяния α -частиц на меди: а/ при запуске от мониторных треков, мода рэлеевского распределения $\approx 0,9$ мрад; б/ при триггере 2, процессоры дискриминируют события рассеяния в интервале $\theta_{12} \leq 4$ мрад.

На рис. 5а приведено распределение пучка по углу рассеяния θ_{12} на пустой мишени, полученное при триггере 1, т.е. по мониторным трекам. Из этого рисунка видно, что разрешение по углу рассеяния θ_{12} составляет $\approx 0,75$ мрад. На рис. 5б показано распределение пучка по углу отклонения θ_{23} в магните. Видно, что импульсное разрешение спектрометра

$$\frac{\Delta p}{p} = \frac{\Delta \theta_{23}}{\theta_{23} (160 \text{ мрад})} \approx 0,7\%.$$

Работа процессоров иллюстрируется рис. 6, где приведено угловое распределение событий рассеяния $\alpha \text{Cu} \rightarrow \alpha \text{Cu}$, поступающих в ЭВМ при триггере 2 /с включенными процессорами, рис. 6б/ и мониторном триггере /рис. 6а/.

Рис. 7 демонстрирует возможности сепарации частиц по величине заряда: разрешение по амплитуде сигнала для $z=1$ равно 57%, а для $z=2$ - 28,2%. На рис. 8 приведено двумерное распределение, из которого видно, что совместный анализ информации об импульсе и величине ионизационных потерь надежно разделяет каналы упругого рассеяния и фрагментации налетающей α -частицы.

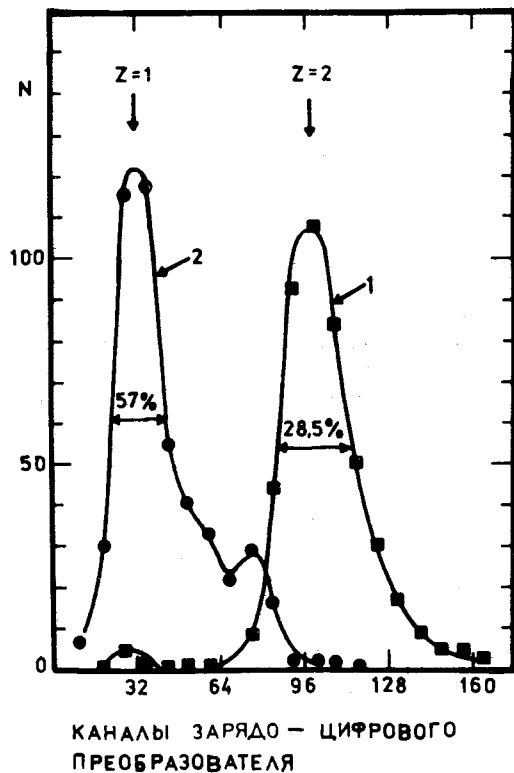


Рис. 7. Амплитудные спектры сигналов со счетчика S_{PI} , полученные с помощью зарядоцифрового преобразователя /ЗЦП/ на пучке α -частиц. Кривая 1 - для всех частиц после мишени; кривая 2 - для случая, когда амплитуда сигнала со счетчика меньше заданного уровня / ~90 делений ЗЦП / быстрого амплитудного дискриминатора, коэффициент подавления частиц с $z=2$ ~ 250.

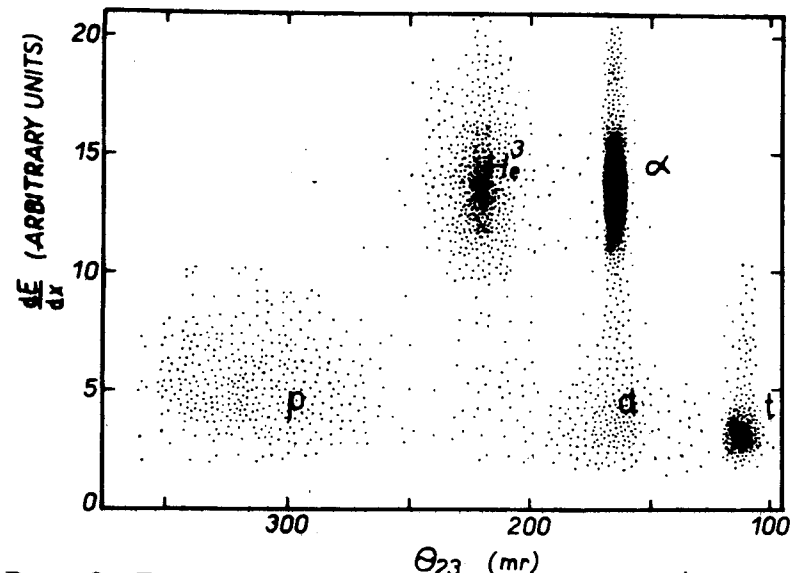


Рис. 8. Двумерное распределение событий αA -взаимодействий по ионизационным потерям dE/dx и углу отклонения в магните θ_{23} продуктов реакции.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

С помощью описанного спектрометра в 1975-76 годах на синхрофазотроне ОИЯИ проведены исследования взаимодействия релятивистских ядер с ядрами Н, He, C, Al, Cu, Pb. За два небольших по длительности сеанса накоплено более 2,5 млн высококачественных стереомагнитографий. Данные по упругому αA -рассеянию /18/ и по спектрам лидирующих адронов /18/ были представлены на XVIII Международную конференцию по физике высоких энергий /Тбилиси, 1976/.

В заключение авторы считают своим долгом поблагодарить коллектив Лаборатории высоких энергий за помощь при изготовлении и наладке спектрометра, коллектив ЦЭМа ОИЯИ за оперативное выполнение многих заказов, связанных с созданием спектрометра, дирекцию ЛВЭ - за поддержку. Мы благодарны также З.П.Мотиной и Р.П.Петровой за помощь в работе.

ЛИТЕРАТУРА

1. В.Г.Аблеев и др. ОИЯИ, 13-8967, Дубна, 1975.
2. САМАС - A Modular Instrumentation System for Data Handling. EUR 4100e, САМАС - Organisation of Multi-Crate Systems, EUR 4600e, 1972.
3. С.Г.Басиладзе и др. ОИЯИ, 13-6383, Дубна, 1972.
4. В.Г.Аблеев и др. ОИЯИ, 13-8829, Дубна, 1975.
5. Р.А.Астабатьян и др. ОИЯИ, 13-8188, Дубна, 1974.
6. Ю.Т.Борзунов и др. ПТЭ, 4, 32 /1974/.
7. С.Г.Басиладзе и др. ОИЯИ, 13-7613, Дубна, 1973.
8. С.Г.Басиладзе, П.К.Маньяков. ОИЯИ, 13-7251, Дубна, 1973.
9. С.Г.Басиладзе. ОИЯИ, 13-8044, Дубна, 1974.
10. Е.В.Черных. ОИЯИ, 10-7913, Дубна, 1974.
11. С.Г.Басиладзе, В.Тлачала. ОИЯИ, 13-8336, Дубна, 1974.
12. С.Г.Басиладзе, А.Н.Парфенов. ОИЯИ, 13-7672, Дубна, 1974.
13. Т.Коба, Г.М.Сусова. ОИЯИ, 10-8483, Дубна, 1974.
14. Т.Коба, Г.М.Сусова. Труды VIII Международного симпозиума по ядерной электронике. Дубна, 1975 г., Д13-9287, стр. 194.
15. С.Г.Басиладзе. ОИЯИ, 10-9173, Дубна, 1975.
16. Н.М.Пискунов и др. ОИЯИ, 10-10255, Дубна, 1976.
17. С.Г.Басиладзе, В.Тлачала. ПТЭ, 5, 78 /1975/.
18. В.Г.Аблеев и др. Информационный бюллетень XVIII Международной конференции по физике высоких энергий /Тбилиси, 1976 г./ . Доклады 448/А6-5 и 447/А6-4.

Рукопись поступила в издательский отдел
29 ноября 1976 года.