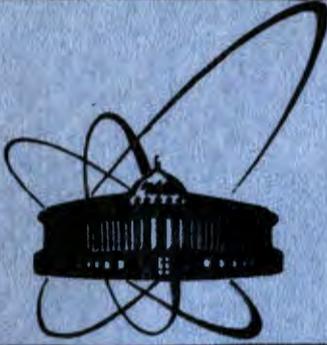


3130



**ОБЪЕДИНЕННЫЙ
ИНСТИТУТ
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ
ДУБНА**

48845

K-927

2479/84

10-84-87

**Р.Купчак, А.Солтан, Н.К.Скобелев,
М.Левитович, А.Янковски, Г.Балука**

**АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ
МНОГОМЕРНЫЙ АНАЛИЗАТОР
НА БАЗЕ ЭВМ СМ-3 - КАМАК**

Направлено в журнал
"Приборы и техника эксперимента"

1984

1. ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время интересная информация при изучении процессов взаимодействия сложных ядер может быть получена в корреляционных экспериментах с исследованием энергетических и угловых характеристик продуктов реакций. Все это привело к значительному усложнению техники физического эксперимента и усилению требований к используемой аппаратуре для сбора информации и ее предварительной обработки.

В течение последних лет разработано несколько типов многоканальных анализаторов импульсов на базе ЭВМ ^{1-4/}, главными из которых являются:

1. Анализаторы на базе ЭВМ с доступом через КАМАК,
2. Анализаторы с прямым доступом в память ЭВМ,
3. Анализаторы с применением внешнего запоминающего устройства по отношению к ЭВМ.

Основными параметрами анализаторов можно считать следующие:

- защищенность информации от потерь /ошибки, неисправности аппаратуры/,
- универсальность конфигураций и функций системы,
- возможность визуального представления данных в режиме on-line,
- скорость накопления и мертвое время /следует учесть, что на ограничение этого параметра чаще всего влияет время формирования и преобразования импульсов/, а также способ обслуживания системы /потери времени на настройку/,
- размеры анализатора и стоимость в пересчете на один тракт регистрации.

С учетом всего изложенного выше в работе представлен многоканальный, многомерный анализатор на базе ЭВМ CM-3 с доступом через КАМАК и с более коротким временем регистрации данных на базе разработанного блока организации совпадения ^{5/}. Универсальная 16-разрядная ЭВМ CM-3 с оперативной памятью 32 К слов управляет системой и станцией магнитных дисков объемом 3М слов. Представленный способ подключения аппаратуры в стандарте КАМАК дает возможность ввода $n \times 8$ параметров ($n = 1, 2 \dots 20$).

2. ОПИСАНИЕ РАБОТЫ АНАЛИЗАТОРА

2.1. Схема анализатора амплитуды

Блок-схема анализатора представлена на рис.1. ЭВМ CM-3, работающая в режиме on-line, устанавливает параметры аппаратуры, управляет накоплением данных и передачей их на магнитный диск, а по требованию - на магнитную ленту. Она дает возможность представления данных на мониторах после предварительной обработки в виде черно-белых и цветных картин спектров. Благодаря связи с другой ЭВМ можно одновременно выполнять обработку данных в режиме off-line во время этого же эксперимента. Передача данных ведется под контролем ведущей ЭВМ CM-3.

Для выполнения функций анализатора выбран следующий комплект аппаратуры:

- три кассеты КАМАК,
- восемь преобразователей АЦП типа 712 фирмы "POLON",
- блок организации совпадений и прерывания программы обслуживания КАМАК ^{5/},
- восемь спектрометрических усилителей типа 1101-A, дополненных цифровым управлением коэффициентами усиления,
- ЭВМ типа CM-3 и операционная система RT-11,
- контроллер накопителя на магнитной ленте с магнитофоном ^{6/}.

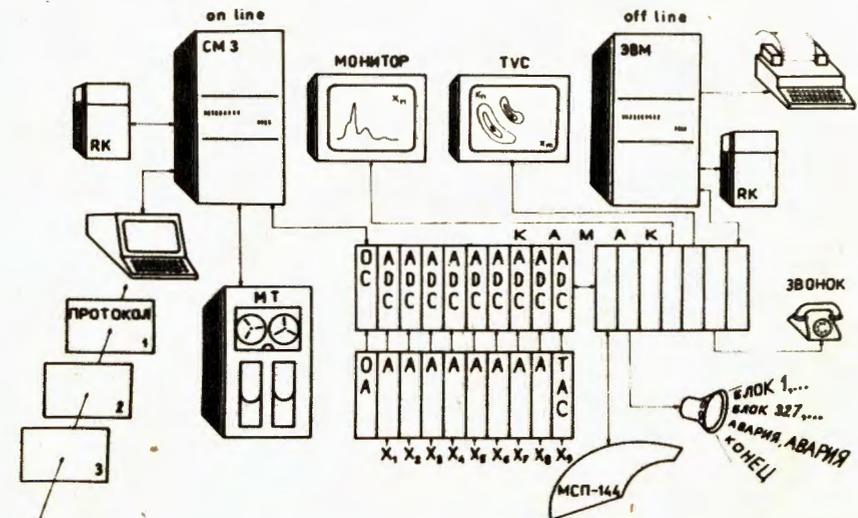


Рис.1. Блок-схема анализатора. ОС - блок организации совпадений, АСР - преобразователь амплитуда-цифра, А - спектрометрический усилитель, ТАС - преобразователь время-амплитуда, ОА - блок управления коэффициентами усиления, РК - магнитный диск, МСП-144 - магнитный анализатор.

- алфавитно-цифровой дисплей с клавиатурой,
- печатающее устройство DZM-180.

В анализатор введены блоки автоматики, управления и контроля:

- драйвер телевизионного черно-белого монитора - CAM 3.10,
- драйвер телевизионного цветного монитора - КИ-15К /7/,
- преобразователь цифра-напряжение /ЦАП/ с обратной связью

для стабилизации управляемых параметров внешних устройств /например, стабилизации магнитного поля/,

- устройство формирования сигнала остановки системы,
- генератор тактовых импульсов - типа 732 фирмы POLON,
- четырехкратный счетчик - типа 401 фирмы POLON,
- блоки последовательной передачи данных.

Для организации работы более чем с восемью параметрами необходимо увеличить число блоков организации совпадений /5/, АЦП и усилителей. В зависимости от условий эксперимента возможно изменение количества и типов блоков автоматики. Управление работой анализатора выполнено при помощи операционной системы RT-11. В режиме работы on-line используются программы, написанные на языке MACRO-11, а для off-line - на языке FORTRAN-IV.

2.2. Работа системы

До начала эксперимента оператор записывает при помощи клавиатуры и программы PROTOCOL набор протоколов START N /где N - номер протокола, содержащего информацию об условиях эксперимента N/. Каждый из них занимает один блок данных /256 слов/. Программа сама запрашивает, какие изменения нужно внести в протокол. После записи изменений его содержание заносится на магнитный диск.

Пример:

R PROTOCOL

*НОМЕР или НОМЕР=НОМЕР - новый номер протокола или изменения в существующем,

321 = 320,

... высвечивается содержимое протокола 320 с номером 321.

Протокол 320 остается.

ЧТО ИЗМЕНИТЬ? - 10,

СС = 200 NS - 400, - время совпадений было 200 нс, будет - 400 нс

ЧТО ИЗМЕНИТЬ? - N, - никаких изменений

... высвечивается содержимое протокола 321 с изменениями.

Программа отключается.

Протокол для исследования легких продуктов реакций с использованием магнитного спектрометра содержит следующие данные: /см. пример протокола/

ПРИМЕР ПРОТОКОЛА

EXPERIMENT NR:START.364(367)

1.DAT:22-NOV-83	2.TIM:10:43:00	3.NAME: ADAM SOLTAN
4.T:AU=0.4MG/CM**2	5.M:=0.0MG/CM**2	6.I:12C +3
7.E=108MEV	8.MS= OH	9.ADC:123456 8
10.CC=1600NS	11.AN= OST	12.BL= 500
	AMPLIFIER	13.REC. N
15.HV(V):	*1 *2 *3 *4 *5 *6 *7 *8	14.MONITOR
16.AMPL:	750 750 200 750 750 200 0 100	150
	160 160 233 45 547 1204 0 160	10
		*.01 *.01
ATT(DB):	0 0 0 0 0 0 0 0	10
D(NS):	0 0 0 0 0 0 0 0	0
	17.COINCIDENCE	
	1.2.3.4.--.-- OR 1.2.--.5.6.-- OR 1.2.--.--.-- OR 1.2.3.4.5.6.--.8A	

номер протокола /номер следующего протокола/,

1,2,3 - число, время, фамилия ведущего эксперимента,

4,5,6,7,11,15 - тип реакции /ускоряемая частица, тип мишени, напряжение на детекторах и другие параметры/,

9 - число трактов /АЦП/, установленных в эксперименте,

16.1

16.2

....

16.8

} коэффициенты усиления спектрометрических трактов

10 - время совпадений,

17 - тип совпадений,

12 - число блоков накопленной информации,

13 - передача данных на магнитную ленту.

2.3. Запуск эксперимента и накопление данных

Во время запуска эксперимента программа обслуживания START сначала спрашивает, с какого протокола начинается накопление. Считывает его содержимое и, согласно требованиям, устанавливает параметры аппаратуры: коэффициенты усиления, время совпадений, типы совпадений, величину магнитного поля, блокировку неработающих АЦП, проводит подготовку места для записи следующих данных. После ответа аппаратуры о готовности система приступает к накоплению новых данных.

Для настроек, пробных экспериментов и дополнительных изменений содержания протокола без записи данных можно использовать программу PROBA. С ее помощью можно изменять данные протокола /усиление, время совпадений и другие/ и наблюдать спектры на мониторах.

Пример:

R PROBA

... идет наблюдение спектров на мониторах согласно выбранному протоколу.

- регулируемое время совпадений $T = n \times 200$ нс, где $n = 1, 2, 3, \dots, 16$,

- цифровое управление усилением спектрометрических трактов $U_{OUT} = |\pm A \cdot U_{INPUT}|$,

$$A = \frac{16}{128} n \text{ для } A < 16, \quad A = B \left(1 + \frac{1}{128} n\right) \text{ для } 16 \leq A < 2048,$$

$B = 16, 32, 64, 128, 256, 512, 1024, \quad n = 0, 1, 2, \dots, 127$.

Видно, что шаг установки усиления в каждом из пределов равен 1%, а в полном диапазоне для A от 0 до 2048 близок к 0,01%,

- цифровое управление величиной магнитного поля спектрометра МСП-144 $P = m \times F [Gs]$, где $m = 1, 2, \dots, 1024$,

- запись данных на магнитный диск /1,5 М слов/,

- запись данных на магнитную ленту /8 М слов/,

- представление спектра любого тракта в виде черно-белой картины на графическом мониторе /256 каналов/,

- представление любых трактов или их комбинации после предварительной обработки в виде двумерной картины на цветном мониторе /256x256 каналов/,

- представление на алфавитно-цифровом мониторе цифровых кодов с АЦП каждого события,

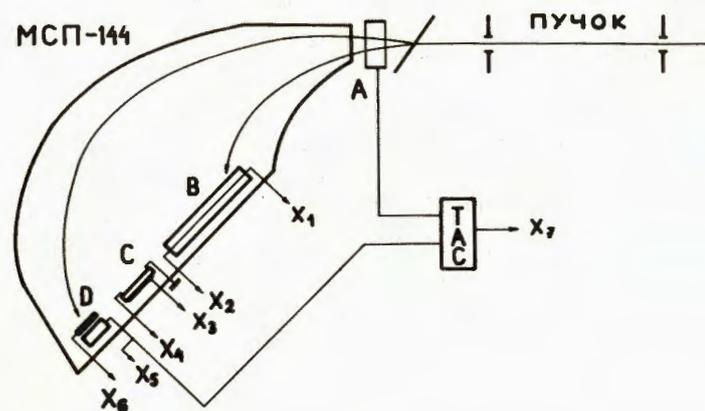
- регистрация времени накопления данных, интенсивности пучка и других величин, считываемых с пересчетных устройств,

- контроль за текущей работой системы /вызов оператора в случае остановки набора данных/,

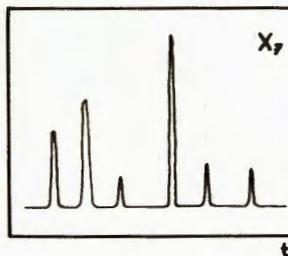
- автоматическое проведение эксперимента по заранее подготовленным протоколам.

Во время работы в режиме on-line важное место занимает контроль за набором физических данных. Программа накопления дает несколько различных возможностей представления информации на мониторах. Для этого нужно набрать соответствующий знак на клавиатуре, а именно:

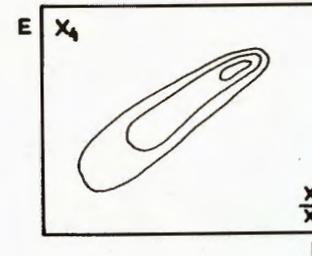
- К - обнуление черно-белых спектров во время достижения максимальной высоты,
- В - высвечивание черно-белых спектров без сброса после переполнения,
- Z - сброс черно-белых спектров,
- С - сброс цветных спектров,
- Н - остановка набора,
- Р - продолжение набора,
- F - конец набора,
- Р - высвечивание протокола на алфавитно-цифровом мониторе,
- N - высвечивание одномерного черно-белого спектра N тракта, где $N = 1, 2, \dots, 8$,
- +NM - высвечивание суммы N и M трактов на черно-белом мониторе, где $N = 1, 2, \dots, 8, M = 1, 2, \dots, 8$;
- LNM - высвечивание двумерных цветных спектров /на осях представлены параметры: $N + M$ и L /, где $L = 1, 2, \dots, 8, N = 1, 2, \dots, 8, M = 1, 2, \dots, 8$,



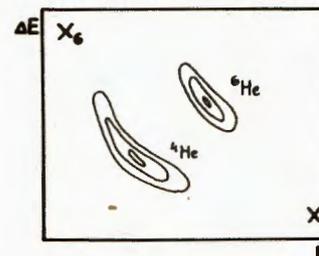
ОДНОМЕРНЫЙ СПЕКТР



ДВУМЕРНЫЙ СПЕКТР



ДВУМЕРНЫЙ СПЕКТР



ДВУМЕРНЫЙ СПЕКТР

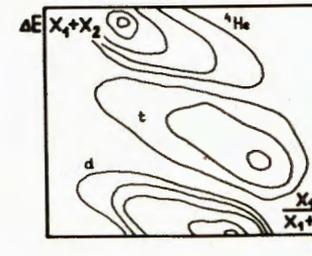


Рис.3. Примеры применения системы. А - микроканальная пластина, В - пропорциональный счетчик, С - полупроводниковый позиционно-чувствительный детектор, D - полупроводниковый телескоп.

- LNN - высвечивание двумерных цветных спектров /на осях параметры: L и N/, где $L = 1, 2, \dots, 8$ $N = 1, 2, \dots, 8$ /,
- :NM - высвечивание двумерных цветных спектров, на осях которых параметры: $N + M$ и $N/(N + M)$ $N = 1, 2, \dots, 8$, $M = 1, 2, \dots, 8$,
- =NM - высвечивание двумерных цветных спектров, на осях которых параметры: M и N/M , $N = 1, 2, \dots, 8$, $M = 1, 2, \dots, 8$.

На цветном мониторе различные высоты спектров характеризуются восемью цветами. Градиент величины между цветами устанавливается клавиатурой:

- / - увеличение шкалы высоты цветных спектров в два раза,
- * - уменьшение шкалы высоты цветных спектров в два раза.

Опыт использования анализатора в ряде физических экспериментов^{/8/}, проведенных в ЛЯР ОИЯИ, подтверждает его высокие эксплуатационные качества, удобство и надежность в работе. На рис.3 приведены некоторые возможности представления на мониторах полученной во время эксперимента информации с детекторов, расположенных в фокальной плоскости магнитного анализатора, а также измерение времени пролета регистрируемых продуктов реакций.

В заключение авторы выражают благодарность Г.Н.Флерову за предоставленную возможность проведения работы и содействие, М.Совинскому - за постановку задачи. Авторы благодарят Б.В.Фефилова за обсуждение логики работы, Ю.Э.Пенионжкевича и С.Хойнацкого - за постоянный интерес к работе и обсуждение рукописи.

ЛИТЕРАТУРА

1. Спутин Ю.В. Методы автоматизации физических экспериментов и установок на основе ЭВМ. Энергоатомиздат, М., 1983.
2. UNAS - Universal Acquisition System, Schlumberger, France, 1977.
3. Нгуен Хак Тхи, Нефедьев О.К., Фефилов Б.В. ОИЯИ, 13-12782, Дубна, 1979.
4. Блаженков В.В., Чузо А.Н. Препринт № 140, ФИАН СССР, М., 1978.
5. Купчак Р. и др. ОИЯИ, 10-84-14, Дубна, 1984.
6. Купчак Р. и др. ОИЯИ, 11-82-877, Дубна, 1982.
7. Семенов Ю.Б., Челноков Л.П., Портие Р. ОИЯИ, 13-81-271, Дубна, 1981.
8. Совински М. и др. ОИЯИ, P7-83-127, Дубна, 1983.

Рукопись поступила в издательский отдел
13 февраля 1984 года

Купчак Р. и др.

10-84-87

Автоматизированный многомерный анализатор
на базе ЭВМ SM-3 - КАМАК

Описывается система автоматического набора данных с применением аппаратуры КАМАК и ЭВМ SM-3. Конструкция электронного оборудования и программное обеспечение дают возможность полной автоматизации проведения эксперимента. Система устанавливает заданные параметры электронной аппаратуры и проводит накопление данных. Имеется возможность наблюдения поступающей информации во время ее накопления.

Работа выполнена в Лаборатории ядерных реакций ОИЯИ.

Преприят Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1984

Перевод О.С.Виноградовой

Kurczak R. et al.
Automatic Multidimensional Analyzer Based
on SM-3 Computer and CAMAC Units

10-84-87