

ОБЪЕДИНЕННЫЙ  
ИНСТИТУТ  
ЯДЕРНЫХ  
ИССЛЕДОВАНИЙ  
ДУБНА



13 - 12021

A-391

19/10-79

Ю.К.Акимов, С.И.Мерзляков, Б.М.Сабиров,  
В.-Д.Фромм, П.Экштейн

965/2-79

МНОГОМЕРНЫЙ АНАЛИЗ  
СПЕКТРОМЕТРИЧЕСКИХ ДАННЫХ  
НА БАЗЕ АППАРАТУРЫ КАМАК  
I. Электроника

1978

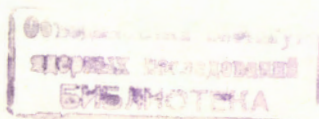
13 - 12021

Ю.К.Акимов, С.И.Мерзляков, Б.М.Сабилов,  
В.-Д.Фромм, П.Экштейн

МНОГОМЕРНЫЙ АНАЛИЗ  
СПЕКТРОМЕТРИЧЕСКИХ ДАННЫХ  
НА БАЗЕ АППАРАТУРЫ КАМАК

I. Электроника

*Направлено в ПТЭ, "Nuclear Instruments and Methods"*



Многомерный анализ спектрометрических данных  
на базе аппаратуры КАМАК. I. Электроника

Описана система спектрометрических блоков, предназначенная для измерения коррелированных энергетических и временных спектров. В систему входят: аналого-цифровой преобразователь, восстановитель нулевой линии, время-цифровой преобразователь, схема медленных совпадений, две буферные памяти, селектор временных интервалов. Рассмотрено управление параметрами и режимами работы блоков через магистраль КАМАК.

Работа выполнена в Лаборатории ядерных проблем ОИЯИ.

Препринт Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1978

Multidimensional Analysis of Spectrometric Data  
with CAMAC Modules. I. Electronics

A system of spectrometric units intended to measure correlated energy and time spectra is described. It consists of: an ADC, a base line restorer a TDC, a slow coincidence, 2 buffer memories, time interval selector. The control for parameters and modes of operation of units via the CAMAC DATAWAY is considered.

The investigation has been performed at the Laboratory of Nuclear Problems, JINR.

Preprint of the Joint Institute for Nuclear Research.

Dubna 1978

## 1. ВВЕДЕНИЕ

Современная ядерная спектроскопия изучает все более редкие явления и процессы, такие как рождение короткоживущих изотопов, сильно удаленных от линии стабильности, возникновение слабых возбужденных состояний или образование рентгеновского излучения при взаимодействии мезонов с веществом. Наиболее эффективным детектором ядерной спектроскопии в настоящее время является полупроводниковый детектор, который, отличаясь высоким разрешением и линейностью в широком энергетическом диапазоне, обычно требует применения амплитудно-цифровых преобразователей с большим числом каналов /до 8 К/. Кроме того, часто возникает необходимость в получении, наряду с этим, и временной или энергетической информации с другого детектора, а в ряде случаев требуются даже трехмерные измерения типа "энергия-энергия-время". Нетрудно видеть, что при этом полная матрица двойных или тройных совпадений будет иметь размерность, выражаемую в миллионах или миллиардах бит, т.е. для оперативной памяти ЭВМ она слишком велика. Вместе с тем, уже в процессе самого эксперимента обычно необходимо получать и наблюдать соответствующие спектры, что заставляет часть информации использовать выборочно, по "окнам", как это описано ниже.

В настоящей работе для решения вышеуказанных задач представлен набор блоков КАМАК и дается пример их применения - измерение мезорентгеновских спектров, энергетическая шкала которых составляет 4096 каналов, а временная - 1024 канала. Двумерные спектры сортируются в ЭВМ семейства HP 21XX и накапливаются на магнитном диске ЭВМ. Основное преимущество примене-

ния аппаратуры в стандарте КАМАК состоит в том, что при этом проблема конструирования интерфейсов между отдельными блоками и ЭВМ отпадает, поскольку имеется унифицированная связь через магистраль и контроллер КАМАК.

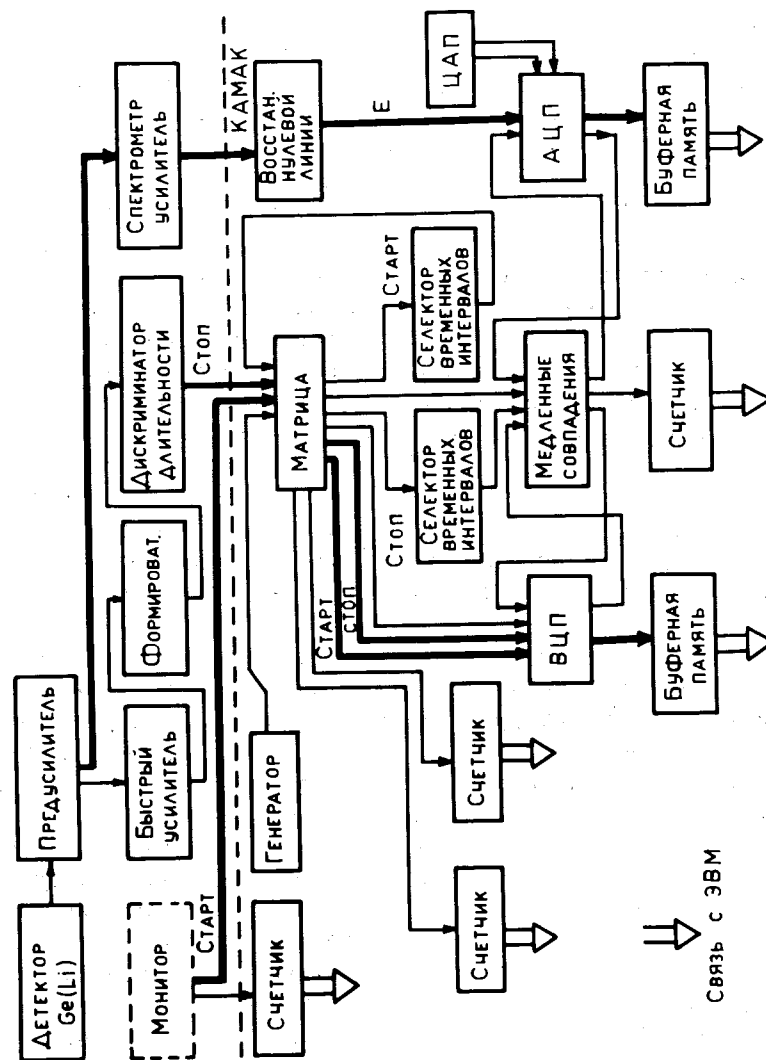
## 2. НАЗНАЧЕНИЕ И ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ БЛОКОВ КАМАК

На рисунке приведена блок-схема аппаратуры, используемой для мезорентгеновских исследований на синхротронном циклотроне Лаборатории ядерных проблем ОИЯИ. Пунктиром выделена часть, выполненная в стандарте КАМАК, в которую входят: амплитудно-цифровой преобразователь /АЦП/ <sup>1</sup>, восстановитель нулевой линии /ВНЛ/ <sup>2</sup>, время-цифровой преобразователь /ВЦП/ <sup>3</sup>, две буферные памяти /БП/, схема медленных совпадений /СМС/ <sup>4</sup>, матрица <sup>5</sup>, селектор временных интервалов /СВИ/ <sup>6</sup>, цифроаналоговый преобразователь /ЦАП/, а также счетчики <sup>7</sup> и контроллер <sup>8</sup>.

Режим работы блоков устанавливается командами КАМАК, посылаемыми из ЭВМ. Данные вводятся в ЭВМ с блоков БП, подключенных к АЦП и ВЦП, соответственно.

*Буферная память*, выполненная на элементах ТТЛ, рассчитана на прием 64 16-разрядных слов. Каждое последующее слово может быть принято через 100 нс. Прием заканчивается выдачей сигнала LAM, после чего происходит передача массива данных в ЭВМ /через контроллер по каналу прямого доступа/.

*Амплитудно-цифровой преобразователь* имеет число каналов, изменяемое в пределах  $N=256 \div 8192$ . В АЦП, работающем по принципу Вилкинсона, использован генератор с частотой 100 МГц, время преобразования составляет примерно 0,01-Нмкс. Диапазон амплитуд входных импульсов - 0,01 ÷ 5 В, нелинейность интегральная - 0,1%, а дифференциальная - не хуже одного процента, температурная нестабильность - 0,3 канала/°С на уровне 4096 каналов.



Блок-схема аппаратуры

*Время-цифровой преобразователь* имеет изменяемое число каналов: 128, 256, 512, 1024. Диапазон кодируемых времен составляет  $0,025 \div 10$  мкс и разбит на 8 поддиапазонов. Время преобразования и точность измерений аналогичны соответствующим параметрам АЦП.

*Схема медленных совпадений* принимает с АЦП и ВЦП сигналы, вырабатываемые для организации режима совпадений в моменты времени, соответствующие началу преобразований. В АЦП это происходит, когда анализируемый импульс достигает максимума, а в ВЦП - при появлении сигнала "Стоп". Разница во времени появления сигналов с АЦП и ВЦП лежит обычно в микросекундной области и может меняться, например, при изменении формирующих цепей в спектрометрическом усилителе. Эта разница учитывается путем программного выбора задержек в отдельных каналах СМС и длительностей импульсов перед элементом отбора совпадений. Выходные сигналы с СМС вновь подаются на АЦП и ВЦП, чтобы разрешить в них продолжение преобразования. При отсутствии совпадений преобразование в АЦП и ВЦП прекращается, и данные в БП не поступают. В результате схема медленных совпадений позволяет заметно уменьшить "мертвое" время аппаратуры и произвести быстрый и надежный отбор строго коррелированной цифровой информации с АЦП и ВЦП.

В данном применении используется только два канала СМС, которые имеют 6 каналов совпадений и один анти-совпадений с регулируемыми задержками и длительностями импульсов перед элементом отбора совпадений. Величина задержки в каждом канале изменяется в пределах  $0,125 - 8$  мкс, с шагом  $0,125$  мкс, и задается путем включения различных комбинаций четырех одновибраторов. Три из них вырабатывают импульсы /и, соответственно, задержки/длительностью  $2$  мкс, а задержка четвертого меняется с шагом  $0,125$  мкс шестнадцатью ступенями, что обеспечивается управлением соответствующего потенциала в схеме при помощи четырехразрядного ЦАП-1. Длительность выходных импульсов имеет 8 градаций: от  $0,25$  до  $5$  мкс, для чего используется одновибратор, управляемый трехразрядным ЦАП-2.

*Восстановитель нулевой линии*, предотвращающий ухудшение разрешения с повышением загрузки, служит буфер-

ным блоком между спектрометрическим усилителем и АЦП. В этом блоке построены три варианта ВНЛ: а/ - диодный, б/ - на операционном усилителе, в/ - диодный с введением операционного усилителя в цепь обратной связи. Работа ВНЛ заключается в разряде емкости  $C$ , заряжаемой при прохождении через нее анализируемого импульса. В блоке используется четыре переходных емкости  $C$ . Выбор  $C$  и режима работы, в том числе и без ВНЛ, определяется величиной загрузки и спектром фоновых импульсов. Практически выбор производят, исходя из конкретных экспериментальных условий на основе сравнения соответствующих энергетических спектров.

*Селектор временных интервалов* позволяет определить количество импульсов в заданном интервале времени. В данном применении сигнал "Старт", выдаваемый детектором остановок мюонов, исследуется в течение времени  $T$ , равного выбранному диапазону измерений ВЦП. Если за время  $\pm T$  появилось более одного сигнала, то СВИ посылает "признак" в ВЦП, что учитывается при дальнейшей обработке информации в ЭВМ. СВИ, стоящий в канале "Стоп", используется для исключения событий, в которых произошло наложение импульсов в энергетическом канале.

*Матрицей*, являющейся коммутирующим блоком, сигнал мю-остановок разветвляется к ВЦП и СВИ. Этот блок имеет восемь входов и восемь выходов и позволяет осуществлять различные комбинации разветвления и суммирования сигналов. В нашем случае матрица используется как управляемый разветвитель ряда входных сигналов.

*Цифро-аналоговый преобразователь* может быть использован для стабилизации спектрометрического тракта.

### 3. УПРАВЛЕНИЕ ПАРАМЕТРАМИ БЛОКОВ

Установка режима работы блоков осуществляется при помощи регистров параметров, тем или иным разрядам которых присваивается значение 0 или 1. Каждый разряд имеет определенное назначение в командах управления параметрами. Наибольшее количество управляемых элементов содержится в СМС, на примере которой поясним использование регистров параметров.

Включение того или иного канала СМС и выбор режима работы ее одновибраторов осуществляются при помощи четырех регистров, отнесенных к подадресам А/0/, А/1/, А/2/, и А/3/, соответственно. Первый регистр обслуживает первый и второй каналы, второй - третий и четвертый каналы и т.п. Число разрядов в отдельном регистре равно 14, из них первая половина связана с нечетными каналами, а вторая - с четными. Сами каналы включаются разрядами W=7 или W=14. Например, при W7A/1/ будет включен третий канал, а при W14A/1/ - четвертый. Комбинация 14A/3/ служит для общего включения блока, а W11A/3/ включает блокировку на входе прибора.

Таблица  
Установка параметров АЦП

W1 ÷ W3	Выбор числа каналов		
W4 ÷ W5	Установка длительности сигнала одновибратора* совпадений		
	0	1	
6	Ворота	выкл.	вкл.
7	Совп./антисовп.	совп.	антисовп.
8	Совп.	выкл.	вкл.
9	Режим	"Пик"	"Строб" **
10	Считывание и сброс по команде F2	регистра наличия входных сигналов	регистра счетчика
11	Вывод данных	внешний ***	КАМАК
12	Вход	выкл.	вкл.

\* В АЦП формируется сигнал длительностью от 2 до 16 мкс, используемый при организации медленных совпадений.

\*\* Режим строб используется при измерениях медленно меняющегося напряжения.

\*\*\* Внешний вывод данных через разъем на передней панели //подключается к буферной памяти/.

Разряды W=1÷4 или W=8÷11 служат для управления ЦАП-1 при выборе задержки, а W=5,6 или W=12,13 - для включения трех одновибраторов задержки длительностью 2 мкс каждая. Разряды W=8, 9 и 10 подадреса А/3/ обслуживают ЦАП-2.

Параметры записываются через магистраль КАМАК и в программе выражаются в виде восьмеричных чисел. Так, параметр для включения первого канала выглядит как ID=100 В и посылается по подадресу А/0/. Введение одного шага задержки в этот канал обеспечивается записью ID=101 В, двух шагов - ID=102 В и т.д.

Управление параметрами других блоков осуществляется подобным же образом. В таблице показано назначение разрядов регистра АЦП, являющегося наиболее универсальным блоком для спектрометрических измерений. Из приведенной таблицы видны функциональные возможности блока.

В ВЦП также используется двенадцатиразрядный регистр. При этом три первых разряда отведены для выбора диапазона измерений, двумя следующими задается число каналов; имеются, как и в АЦП, четыре разряда для установки режима совпадений или антисовпадений, вывода данных и включения или выключения входа. Оставшиеся три разряда определяют, как и в АЦП, длительность импульсов одновибратора, используемых при организации медленных совпадений.

Регистр параметров ВНЛ имеет восемь разрядов, половина которых обслуживает выбор режима, а вторая половина - выбор переходных емкостей.

Оставшиеся блоки /СВИ и матрица/ имеют более частное применение, и их управляющие регистры здесь не рассматриваются. По той же причине эти блоки не фигурируют и в следующей части настоящей работы, посвященной программному обеспечению описываемой установки.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Габриэль Ф. и др. ОИЯИ, P13-11201, Дубна, 1978.
2. Мерзляков С.И. и др. ОИЯИ, 6-11396, Дубна, 1978.
3. Габриэль Ф. и др. ОИЯИ, D13-11182, Дубна, 1978, с. 266.

4. Акимов Ю.К. и др. ОИЯИ, Р13-11404, Дубна, 1978.
5. Габриэль Ф. и др. ОИЯИ, Р13-8916, Дубна, 1975.
6. Габриэль Ф. и др. ОИЯИ, 13-11428, Дубна, 1978.
7. Журавлев и др. ОИЯИ, 10-7332, Дубна, 1973.
8. Сидоров В.Т. и др. ПТЭ, 1976, № 3, с. 77.

Рукопись поступила в издательский отдел  
14 ноября 1978 года.