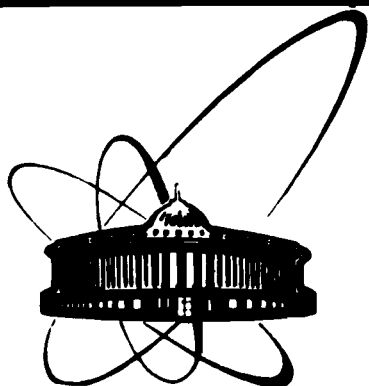


89-164



**ОБЪЕДИНЕННЫЙ  
ИНСТИТУТ  
ЯДЕРНЫХ  
ИССЛЕДОВАНИЙ  
ДУБНА**

Б 734

13-89-164

А.А.Богдзель, З.Длоугы\*, В.Драски\*,  
В.А.Ермаков, Б.Малы\*, Ю.Б.Семенов, В.Г.Тишин,  
Л.П.Челноков, Я.Шванда\*

**ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА В СТАНДАРТЕ КАМАК  
ДЛЯ МНОГОПАРАМЕТРОВЫХ ЭКСПЕРИМЕНТОВ**

Направлено в Оргкомитет Международного семинара  
"КАМАК-89", Пекин, КНР, 27-29 июня 1989 г.

---

\*Институт ядерной физики ЧСАН, Ржеж

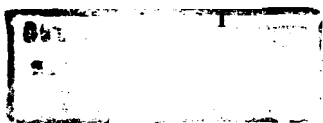
**1989**

## 1. Введение

Для получения сведений о механизме ядерных реакций необходимо проводить многопараметровые измерения, регистрируя одновременно основные характеристики продуктов реакций (массу, заряд, энергию, время пролета), а также взаимные корреляции между ними. Такие эксперименты нуждаются как в специальном оборудовании, которое должно быстро и эффективно принимать и накапливать большое количество данных, так и в программном обеспечении, которое дает возможность сохранять эту информацию и одновременно способствует контролю за условиями эксперимента, изображая отдельные двухмерные и одномерные спектры.

Созданная совместно система используется в ИЯФ ЧСАН в экспериментах по изучению механизма ядерных реакций с передачей нескольких нуклонов и для исследования разных каналов распада их продуктов. Пучок ускоренных заряженных частиц из циклотрона У-120-М попадает на мишень, и продукты реакции необходимо анализировать по их заряду и массе, а также измерять энергетические и угловые распределения этих частиц. Для идентификаций частиц обычно используется хорошо известный метод измерения ионизационных потерь ( $dE$ ) и полной энергии ( $E$ ). В корреляционных измерениях, когда изучается, например, распад одного из продуктов реакций, возникает необходимость идентифицировать частицы, попадающие одновременно в два телескопа. В большинстве экспериментов такого рода сигналы от  $dE$ -и  $E$ -детекторов поступают через спектрометрические цепи и многопараметровую измерительную систему, управляемую схемой совпадений, в ЭВМ.

Требования, поставленные данным или аналогичным физическим экспериментом, определяют конфигурацию и состав многопараметровой измерительной системы, а также соответствующего программного обеспечения. Ввиду того, что число параметров, описывающих регистрируемое событие, достаточно большое, может достигать десяти и больше, и загрузка системы бывает высока, при выборе программ и конфигурации системы используются два разных подхода.



В первом подходе, который предпочтителен при высоких нагрузках, так как не хватает времени для формирования в ЭВМ дополнительной информации для построения одно- и двумерных спектров, для накопления данных обычно используется накопитель на магнитной ленте (НМЛ), подсоединенный к ЭВМ. Информация записывается на ленте последовательно, в виде группы кодов, характеризующих одно событие, в несортированном виде. В этом случае на магнитную ленту записывается много ненужной информации, а также теряется контроль за ходом эксперимента. Более того, всю информацию нужно обрабатывать в режиме off-line.

В другом подходе, который обычно используется при меньших нагрузках, программа успевает построить для каждого телескопа (пары E - ΔE) двумерные матрицы (E x ΔE), которые в случае надобности можно высвечивать для контроля на цветных мониторах. В этих матрицах частицы с разным M и Z попадают в разные гиперболообразные области (локусы), по ним ЭВМ производит идентификацию частицы, и таким образом выбранные случаи сразу в ЭВМ обрабатываются или в виде кодов записываются на магнитную ленту, которая в этом случае будет содержать только узко ограниченную информацию.

В описываемой системе реализованы и используются устройства, которые позволяют уменьшить недостатки первых двух подходов. Эти устройства, осуществляющие аппаратную цифровую фильтрацию на входе регистрирующих и накапливающих устройств, позволяют существенно уменьшить количество ненужной информации, записываемой на ленту, а также реализовать возможности ЭВМ по формированию одно- и двумерных спектров для контроля за ходом эксперимента. Измерительная аппаратура создана на основе модулей, работающих в стандарте КАМАК, состоит из трех крейтов КАМАК, и ее программное обеспечение предназначено для использования ЭВМ типа СМ-3.

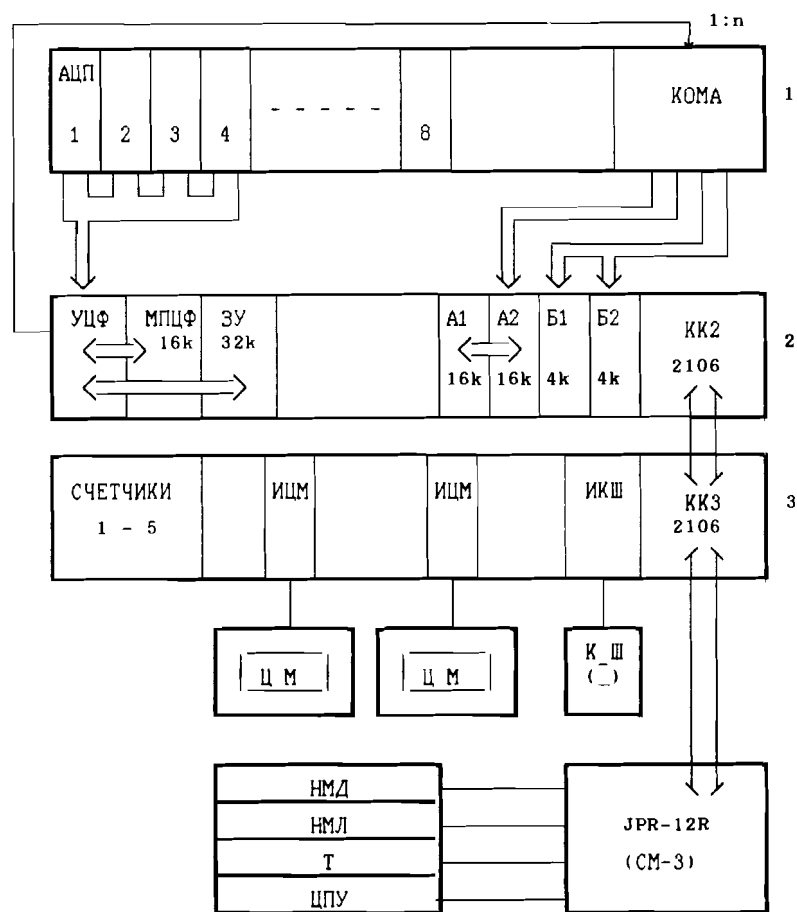
## 2. Измерительная система

Аналоговая информация, полученная из спектрометрических цепей экспериментальной установки, поступает на восемь амплитудных

кодировщиков АЦП, размещенных в первом крейте КАМАК, не связанном с ЭВМ. В данной системе используются кодировщики, сделанные в ОИЯИ, и подсоединенные посредством интерфейсов кодировщики фирмы Nuclear Data (см. рисунок).

Этим крейтом управляет спецконтроллер КОМА, который позволяет включить в работу все или только выбранные комбинации кодировщиков. Контроллер многопараметрического анализа КОМА является развитием ранее созданного устройства /1/. Он осуществляет управление через магистраль КАМАК крейта кодирующими устройствами (до восьми кодировщиков), размещенными в данном крейте и формирующими цифровые коды нескольких одновременно регистрируемых спектрометрических сигналов. КОМА связан по каналу прямого доступа с запоминающими устройствами ЗУ и организует режим накопления многомерных спектров автономно, без участия ЭВМ. Занимает в крейте два крайних правых места, куда выведены индивидуальные шины станций N и L. Кодировщики устанавливаются в крейте на заранее отведенные места, которые определены в контроллере. Считывание информации из кодировщиков осуществляется последовательно по командам F0 или F2, формируемым в контроллере. Длительность одного цикла определяется временем цикла работы ЗУ (1-2 мкс). В контроллере имеется возможность работы путем переключения с передней панели в двух режимах по сигналам L: либо при совпадении этих сигналов, либо когда эти сигналы приходят независимо. По команде F0S2 (F2S2) в кодирующих устройствах сбрасываются триггеры L и обнуляются адресные регистры. Выходные коды, с трех внешних разъемов контроллера на ЗУ, состоят из кодов адреса, с 1 по 12(13) разряды, и кодов номера позиции, занимаемой кодирующими устройствами в крейте (служебные коды), с 13(14) по 15(16) разряды.

16-разрядные слова, соответствующие выбранным кодировщикам, поступают из контроллера по внешней шине в два буферных накопителя ОЗУ-7231 (Б1, Б2), помещенных во втором крейте КАМАК, которым управляет контроллер, подсоединенный к ЭВМ. Буферные накопители,



Блок-диаграмма измерительной системы

каждый емкостью 4К 16-разрядных слов, работают в режиме flip-flop, что заметно сокращает мертвое время при наборе данных. После заполнения одного из накопителей ЭВМ входит в режим прерывания, и программа записывает поступающие из ОЗУ—7231 слова в выделенную область памяти (буфер) ЭВМ, и в это же время через контроллер КОМА начинает заполняться второе ОЗУ—7231.

Накапливаемые коды программа проверяет по служебным битам кодировщиков и по числу параметров и сортирует в любые двухмерные или одномерные спектры, которые высвечиваются на двух цветных дисплеях (ЦМ) посредством блоков КИ 15 К (интерфейс цветного монитора-ИЦМ), имеющих поле изображения 256x256 точек и стоящих на 19 и 21 позиции в третьем крейте КАМАК ЭВМ. Одновременно все коды записываются на магнитный диск или ленту для возможной последовательной обработки в режиме off-line.

Для сокращения времени сортировки кодов в ЭВМ существует возможность передавать из контроллера КОМА по внешней шине коды, соответствующие определенным АЦП, также прямо в два анализаторных накопителя ОЗУ-7232 (А1, А2), стоящих на 12 и 18 позициях во втором крейте КАМАК ЭВМ. Таким образом, в каждом накопителе емкостью 16К накапливаются четыре одномерных спектра длиной 4К от четырех кодировщиков. Эти спектры программа также позволяет высвечивать на цветном дисплее.

### 3. Устройство цифрового отбора

Очень важной проблемой в экспериментах данного типа оказывается задача предварительного отбора полезной информации, который способен уменьшить поток данных в ЭВМ. Эта задача тесно связана с возможностью предварительного разделения энергетических спектров в зависимости от массы и заряда измеряемых частиц. Известно, что частицы в зависимости от массы попадают в матрице  $E \times dE$  в разные локусы.

Поэтому решение обеих задач нуждается в требовании иметь возможность при наборе эксперимента сортировать данные одного параметра (Б1) по локусам в матрице двух параметров (E1xдE1).

Естественно, такое же требование выдвигается и для второго телескопа, регистрирующего сопровождающую частицу и предоставляющего информацию о  $E_2$  и  $dE_2$ . Если осуществить такой отбор раньше, чем передаются данные от всех кодировщиков в ЭВМ, то ненужную информацию можно уменьшить или вообще не посылать в ЭВМ. В системе эта задача решена с помощью трех основных модулей цифровых фильтров:

1) блока управления цифровых фильтров (УЦФ), который подсоединен к двум парам АЦП ( $E$  и  $dE$ ) и формирует два 14-разрядных слова ( $E_1+dE_1$ ) и ( $E_2+dE_2$ ). Каждое слово содержит 7 старших битов (разряды 6-12) кодировщика  $E$  и тех же 7 битов кодировщика  $dE$ . Эти слова поступают в матричную память цифровых фильтров или прямо в запоминающие устройства (ЗУ). Блок одновременно запоминает полные коды  $E_1$  и  $E_2$ ,

2) блока матричной памяти цифровых фильтров (МПЦФ), в который можно записать разные локусы, соответствующие разным массам обеих частиц. Память разбивается в матрицу  $128 \times 128 \times 1$  байт ( $E \times dE$  locus). В нижние биты записываются локусы, по которым разбиваются спектры, зарегистрированные первой системой детекторов ( $E_1, dE_1$ ), в верхние биты - локусы второй системы детекторов ( $E_2, dE_2$ ). Блок вырабатывает статусное слово локусов, которое содержит информацию, в какие локусы частицы попали,

3) запоминающих устройств (ЗУ), в которые можно записать восемь одномерных сортированных спектров 4К или две двухмерные ( $128 \times 128$ ) матрицы. Блоки ЗУ размещены на 8 и 10 позиции во втором крейте.

Существуют три режима работы системы цифровой фильтрации:

1. В предварительном эксперименте программа вместе с блоком управления цифровой фильтрации позволяет накапливать в запоминающих устройствах два ( $E_1+dE_1$ ) и ( $E_2+dE_2$ ) двухмерных спектра. Программа позволяет с помощью координатного шара (КШ) рисовать в этих спектрах границы локусов и запомнить их в ЭВМ.

2. В режиме нормального набора информации 14-разрядные слова из блока управления поступают на блок матричной памяти, который

вырабатывает статусное слово локусов, которое затем возвращается в блок управления. Этот блок анализирует статусное слово и в случае, если обе частицы попадают в заданные локусы, распределяет коды  $E_1$  и  $E_2$  в отдельные секции запоминающего устройства, где таким образом накапливаются одномерные спектры, соответствующие зарегистрированным частицам первого и второго телескопов. При этом из блока управления подается сигнал в контроллер, и информация из всех кодировщиков передается в ЭВМ.

В случае, если статусное слово локусов указывает на то, что частица не попала в любой из локусов, то коды  $E_1$  и  $E_2$  не записываются в ЗУ, а число управляющих сигналов, которые должны поступать из блока управления на контроллер КОМА, уменьшается на заранее установленное в блоке управления число. Таким образом, уменьшается число таких событий, поступающих в ЭВМ. Пересчет может меняться от 1:1 до 1:10000.

3. Третий режим предназначен для проведения сортировки информации, записанной на магнитной ленте. Информация, считываемая с магнитной ленты, пропускается через ЭВМ, фильтруется в устройствах цифрового отбора данной системы и накапливается в ЗУ в виде одно- или двухмерных спектров.

#### 4. Программное обеспечение

Программное обеспечение состоит из 3 основных программ.

Программа DID используется при наборе данных. Проверяет коды, поступающие из буферных накопителей, по числу параметров, сортирует их в любые одно- и двухмерные спектры и проводит запись кодов на магнитный диск или ленту. Проводит контроль за временем эксперимента и печатает служебную информацию о данных, поступающих с пяти мониторов, и о числе блоков, записанных на диск или ленту, по требованию оператора и при заполнении диска или ленты. Программа позволяет в любое время одномерные и двухмерные спектры, накапливаемые во всех запоминающих устройствах (анализаторные и идентификаторные памяти), высвечивать на цветных мониторах и проводить их запись на гибкие диски, где они хранятся как

вспомогательная информация. При этом автоматически печатается служебная информация о полном состоянии эксперимента (блоки, счетчики, время, номер файла и т.д.). Программа обеспечивает кроме нормального набора также предварительный набор (без идентификатора).

Программа SORT позволяет с помощью координатного шара рисовать в двухмерном спектре, набранном в эксперименте из идентификатора или из диска, границы локусов, записать границы на гибкий диск и заносить границы в ЭВМ, которая заполняет всю область локуса одним кодом и заносит информацию в матричную память цифрового фильтра. Программа также позволяет заранее нарисованные границы, записанные на диске, заносить в память ЦФ. Для контроля работы ЦФ программа позволяет высвечивать содержание памяти ЦФ на цветной монитор и сравнивать его с границами с гибкого диска.

Программа BUS предназначена для сортировки информации, записанной на магнитной ленте или твердом диске. Информация считывается в ЭВМ. Затем на двухмерных матрицах рисуются локусы, с помощью системы цифрового отбора накапливаются в ЗУ одномерные спектры. В случаях, соответствующих определенным локусам, к кодам адреса прибавляется идентифицирующий код, и такие случаи записываются в виде отдельных файлов, которые можно использовать при дальнейшей обработке.

#### Литература

1. Богдзель А.А. и др. Сообщение ОИЯИ 13-84-386, Дубна, 1984.

Рукопись поступила в издательский отдел  
13 марта 1989 года.

Богдзель А.А. и др.  
Измерительная система в стандарте КАМАК  
для многопараметровых экспериментов

13-89-164

Описывается система, предназначенная для одновременной регистрации основных характеристик продуктов ядерных реакций и взаимных корреляций между ними. Для ввода информации используются 8 АЦП и специальный контроллер. Данные с АЦП передаются через контроллер по внешним шинам в буферные ЗУ, работающие в режиме "флип-флоп", а также в анализаторные ЗУ, где накапливаются 8 одномерных спектров от АЦП. С помощью координатного шара на цветных дисплеях изображаются области в двухмерном спектре, представляющие интерес для данного эксперимента, которые через ЭВМ переносятся в устройство цифровой фильтрации. Блок управления цифровых фильтров /УЦФ/ проводит предварительный отбор событий, попавших в записанные области, и таким образом существенно сокращает объем информации, записываемой на НМД или НМЛ. Одновременно УЦФ сортирует данные по признакам областей в одномерные спектры, которые накапливаются в анализаторных ЗУ. Разработано программное обеспечение, предназначенное для ЭВМ типа СМ-3.

Работа выполнена в Лаборатории нейтронной физики ОИЯИ.

Препринт Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1989

Перевод Т.Ф.Дроздовой

Bogdzel A.A. et al.

13-89-164

Data Acquisition System In CAMAC Standard  
for Multiparameter Experiments

The system for measuring simultaneously main characteristics of reaction products and their mutual correlations is described. 8 ADCs and a specialized controller are used for entering information. By means of the controller ADC's data enters the data bus and the buffer memories which acts in "flip-flop" mode and the analyzer memories where 8 one-dimensional ADC's spectra are stored. By means of a track ball two-dimensional spectra regions interesting for the given experiment are displayed on a colour screen. They are transferred in digital filtration modules by a computer. The DFM makes preliminary selection of events in written regions. Amounts of the information written on a magnetic disk or a magnetic tape considerably decrease. Simultaneously the DFM sorts data over codes of the selected regions to one-dimensional spectra which are stored in the analyzer memory modules. Its software is designed for the SM-3 type computer.

The investigation has been performed at the Laboratory of Neutron Physics, JINR.

Preprint of the Joint Institute for Nuclear Research. Dubna 1989