

95-438



СООБЩЕНИЯ
ОБЪЕДИНЕННОГО
ИНСТИТУТА
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ

Дубна

P10-95-438

e
+

Ю.М.Гледенов, В.А.Ермаков, П.В.Седышев, М.В.Седышева,
В.Г.Тишин

ИЗМЕРИТЕЛЬНО-НАКОПИТЕЛЬНЫЙ МОДУЛЬ
МНОГОПАРАМЕТРИЧЕСКИХ ИЗМЕРЕНИЙ
ДЛЯ ИОНИЗАЦИОННОЙ КАМЕРЫ
С ДВУМЯ СЕТКАМИ.

1995

I Введение

Реакции (n,p), (n,α) на стабильных и радиоактивных изотопах уже достаточно долгое время систематически исследуются в Лаборатории нейтронной физики им. И.М.Франка. Полученные экспериментальные данные находят применение в ядерной астрофизике [1], при изучении свойств высоковозбужденных состояний ядер [2-4], дают дополнительную информацию для исследования не сохранения четности в ядерных реакциях [5]. В качестве детектора заряженных частиц в исследованиях ядерных реакций (n,p), (n,α) широко применяются ионизационные камеры различной конструкции, так как, обладая довольно хорошим энергетическим разрешением, они позволяют регистрировать заряженные частицы практически в 2π-геометрии, что весьма существенно при работе с малыми количествами исследуемого вещества (например, с радиоактивными мишенями, разделенными изотопами).

Если источник заряженных частиц или исследуемая мишень в плоской ионизационной камере находится на катоде, то, как известно [6,7], амплитуда сигнала, снимаемая с катода или сетки, описывается выражением

$$A_c = \Delta E \left(1 - \frac{X}{d} \cos \theta \right), \quad (1),$$

где ΔE — энергия, теряемая частицей в объеме между катодом и ближайшей сеткой; d — расстояние катод-сетка, θ — угол между направлением вылета заряженной частицы и нормалью к плоскости катода, X — центр тяжести трека (или части его) заряженной частицы в объеме мишень-сетка:

$$X = \frac{\int_0^R \rho_e r dr}{\int_0^R \rho_e dr}, \quad (2),$$

где верхний предел $R=R$ — пробег заряженной частицы в газе, если частица при данных условиях останавливается в промежутке катод-сетка, или $R = \frac{d}{\cos \theta}$, если она выходит за этот промежуток. ρ_e — линейная плотность ионизации вдоль трека. Как видно из (1), по форме распределения амплитуд с катода можно получать информацию об угловых распределениях продуктов реакции, производить идентификацию частиц разного сорта, но близкой энергии (p, t, α). Регистрация анодного и катодного сигналов ионизационной камеры в сочетании с времяпролетной методикой нейтронной спектрометрии дает достаточно полную информацию об исследуемой реакции. На рис.1 представлен один из возможных вариантов эксперимента, с использованием двухсекционной ионизационной камеры.

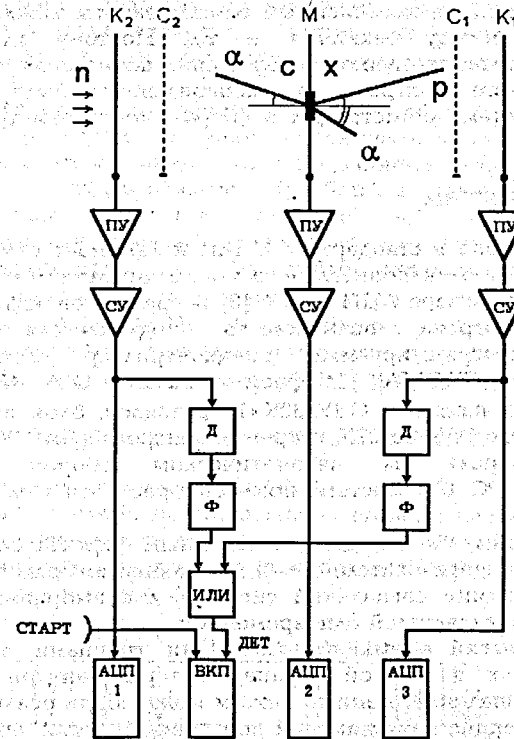


Рис. 1. Схема экспериментальной установки с использованием ионизационной камеры. ПУ — предусилители; СУ — спектрометрические усилители; Д — дискриминаторы; Ф — формирователи; ИЛИ — блок "ИЛИ"; АЦП 1-3 — амплитудно-цифровые преобразователи; ВК — временной кодировщик; М — катод, $C_{1,2}$ — сетки; $K_{1,2}$ — аноды; x — мишень исследуемого изотопа; с — мишень калибровочного изотопа.

В данном варианте регистрируются одновременно спектры с анодов-коллекторов каждой секции камеры и мишенного электрода и, кроме того, времяпролетный спектр нейтронов, под действием которых происходят реакции. Как видно из схемы, для сбора данных и контроля за ходом измерений необходима система накопления многомерной информации, причем с предварительным анализом событий, так как времяпролетный спектр и амплитудный спектр с мишенного электрода регистрируются общими для обеих секций камеры преобразователями. В зависимости от экспериментальной задачи могут требоваться и другие

условия регистрации, как то, независимый режим работы каждого АЦП или антисовпадения между секциями и т.д. Поэтому для более эффективного использования пучкового времени, повышения точности результата, оперативного контроля за экспериментом была создана описываемая ниже система регистрации и сбора многопараметрических данных.

II Общее описание системы

Система выполнена в стандарте КАМАК и занимает один крейт. Блок — схема измерительно — накопительного модуля представлена на рис. 2. Она включает в себя четыре АЦП по 1К [8] и временной кодировщик ВКП4 [9] (предусмотрена возможность подключения до 8 преобразователей), программируемый спецконтроллер организации многомерного анализа (СКОМА), буферные памяти ОЗУ 4К по 16 разрядов, анализаторную память ОЗУ 32К×16 разрядов, блок цифровой фильтрации [10] с двумя ОЗУ по 32К и крейт — контроллером КК009 [11]. Управление и контроль за автоматическим сбором данных осуществляется ПЭВМ РС 486. Система позволяет работать в следующих режимах:

- 1) регистрация событий каждым выбранным преобразователем (максимальное число преобразователей — 8) в независимом режиме;
- 2) регистрация в режиме совпадений сигналов для выбранных АЦП и/или ВЦП (до 8 преобразователей одновременно);
- 3) регистрация событий двумя независимыми группами заданных кодировщиков (до 4-х в каждой группе), которые внутри группы работают в режиме совпадений. Данный режим может быть реализован в эксперименте с двухсекционной камерой (см. рис. 1), если сигналы с катода и каждой секции камеры подавать на отдельные кодировщики;
- 4) режим, аналогичный третьему, но с антисовпадениями между группами;

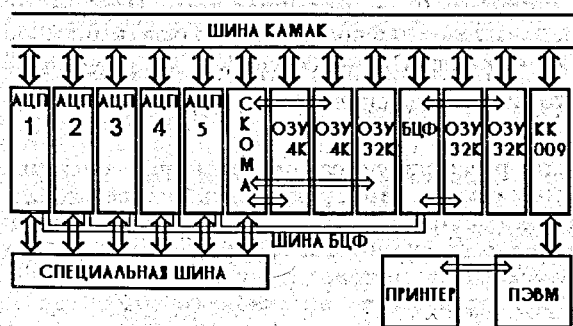


Рис. 2 Блок — схема измерительно — накопительного модуля

5) режим, аналогичный третьему, но при этом один или два преобразователя являются общими для обеих групп. Именно такой режим регистрации необходим для случая, схематически изображенного на рис. 1.

Многопараметрические события, организованные спецконтроллером, в виде последовательных кодов от выбранных преобразователей предварительно записываются в двух буферных ОЗУ 4К, работающих в режиме "flip-flop", а затем в файл на жесткий диск ПЭВМ для обработки "off-line" (см. рис. 2). Параллельно в анализаторную память 32К набираются интегральные спектры с каждого включенного преобразователя, и блок цифровой фильтрации совместно с двумя блоками памяти 32К позволяет получать две двумерные матрицы событий АЦП_i×АЦП_j (или ВЦП) от двух пар выбранных преобразователей или линейные спектры по 4К в предварительно заданных локусах матрицы АЦП_i×АЦП_j (до 8 локусов на каждую пару).

III Спецконтроллер организации многомерного анализа (СКОМА)

Спецконтроллер СКОМА работает с аналого — цифровыми преобразователями по специальной шине, а разъемами передней панели связан с каналами прямого доступа двух буферных ОЗУ 4К и с ОЗУ 32К для линейных спектров от каждого АЦП (ВЦП). Блок — схема СКОМА представлена на рис. 3.

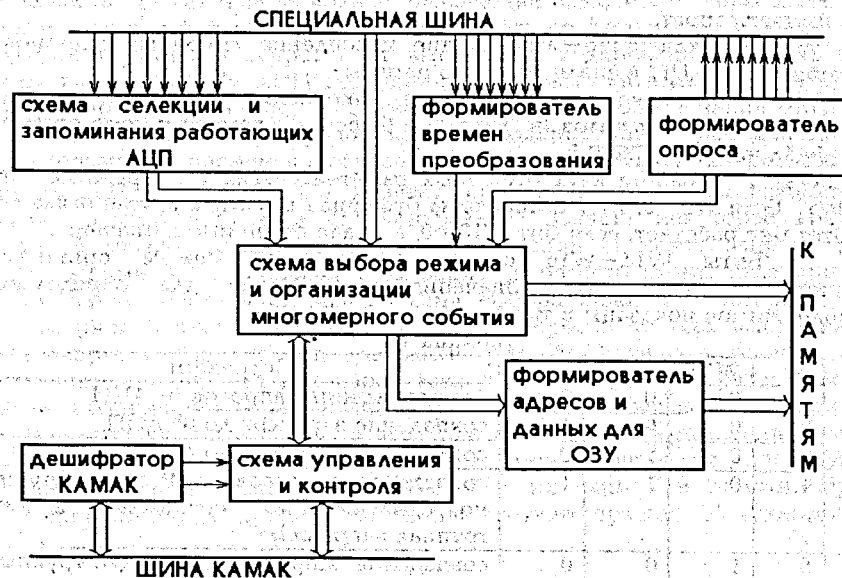


Рис. 3 Блок — схема спецконтроллера

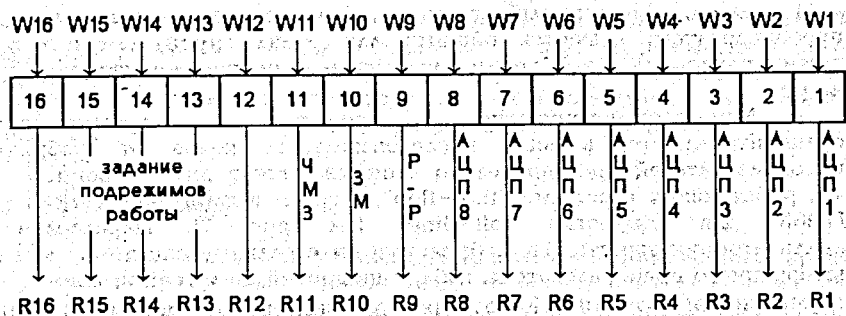


Рис. 4 Значения битов слова управления

Спецконтроллер является дальнейшим развитием контроллера КОМА, разработанного в ЛНФ для многомерных систем [12]. Режим работы спецконтроллера и организации многомерного события задается программно посредством управляющего слова. Расположение битов слова управления показано на рис. 4.

Первые восемь битов используются для выбора работающих АЦП из восьми возможных. Запись единицы в любой из W1–W8 означает включение соответствующего преобразователя. Номер кодировщика определяется его положением на специальной шине. Биты W9–W11 задают режимы работы системы, запись единицы в любой из них означает запрет.

W11 – включение–выключение накопления линейных спектров от выбранных АЦП в анализаторную память;

W10 – включение–выключение накопления информации в виде последовательных кодов (в "навал") в буферные памяти и соответственно в файл на диске ПЭВМ;

W9=1 – работа двух буферных памяти совместно в режиме "flip-flop". Если W9=0, то работает одна буферная память, а другая отключена. Этот бит работает, если бит W10=0, а иначе он не имеет значения.

Биты W14–W16 определяют нужный режим организации многомерного события. Значения этих битов для определенных подрежимов показаны в таблице 1.

Таблица 1

N	W16	W15	W14	Подрежим
1	0	0	0	без совпадения запросов от АЦП
2	0	0	1	совпадение запросов до 8 ⁿ АЦП
3	0	1	0	совпадение запросов до 4 ^x в две группы
4	0	1	1	совпадение запросов до 4 ^x в две группы, но одновременное совпадение в двух группах запрещено
5	1	0	0	совпадение запросов до 4 ^x в две группы с общими АЦП

Таблица 2

N	W13	W12	
1	0	0	не используется
2	0	1	общий АЦП N4
3	1	0	общий АЦП N5
4	1	1	общие АЦП N4, N5 оба сразу

Биты W12–W13 имеют значение, если только W16=1, то есть в пятом подрежиме организации событий. Их значения сведены в таблицу 2.

Дешифратор КАМАК (см. рис. 3) вырабатывает две команды:

1. NA(0)F(0) – чтение слова управления;
2. NA(0)F(16) – запись слова управления.

Каждая из команд сопровождается сигналами X и Q. Схема селекции и запоминания работающих АЦП обеспечивает работу с этими кодировщиками по сигналам запросов (L). Схема выбора режима и организации многомерного события управляет работой формирователя опроса и выдает сигналы для работы ОЗУ. Режимы работы с оперативными запоминающими устройствами задаются схемой управления и контроля. Формирователь для ОЗУ организует адреса и данные для записи в соответствующие памяти.

Рассмотрим более подробно работу спецконтроллера для подрежимов из таблицы 1. Так как основное назначение СКОМА – организация многомерного события, целесообразно начать со второго подрежима – совпадения сигналов запросов от выбранных кодировщиков. Пусть на входы включенных N АЦП поступили аналоговые сигналы с детектора, как это показано на рис. 5. Сигналы времени преобразования "ВП₁–ВП_N" от каждого сработавшего кодировщика объединяются формирователем времен преобразований по схеме "ИЛИ" на резисторе (сигнал ΣВП на рис. 5). По заднему фронту этого сигнала взводится триггер блокировки входа спецконтроллера. Спустя некоторое время (0,5–0,8 мксек), необходимое для выставления сигналов запроса (L) сработавшими АЦП происходит их запись в регистр схемы селекции и запоминания работающих АЦП. Схема выбора режима и организации многомерного события проверяет наличие запросов от всех выбранных кодировщиков ("анализ" на диаграмме рис. 5). Если это условие не выполняется, то происходит сброс всех сработавших преобразователей, триггера блокировки и разрешается прием нового события. Эта ситуация показана на рис. 5 диаграммами, изображенными пунктирными линиями. Если условие выполнено, то после анализа начинается процедура последовательного чтения данных АЦП и их записи в памяти. При формировании кода адреса и данных для соответствующих ЗУ к каждому

коду АЦП добавляются три старших бита, соответствующих номеру этого преобразователя на спецшине. Каждое зарегистрированное событие в "наваальной" информации будет представлять собой последовательность из N кодов (максимальное N=8) по числу выбранных кодировщиков, расположенных в порядке от младшего к старшему. Интегральные спектры записываются в аналитаторную память 32К. Аппаратно организовано так, что первые 4К памяти отведены для АЦП₁, вторые 4К — АЦП₂ и т.д. После чтения — записи последнего из сработавших АЦП формируется сигнал "конец события", который сбрасывает запросы от преобразователей и триггер блокировки. Система готова к приему нового события.

Следует заметить, что в данной схеме совпадения определяются перекрытием сигналов "время преобразования", и это необходимо учитывать во избежание просчетов реальных событий. Например, в ионизационной камере с сеткой Фриша (см. рис. 1) катодный сигнал достигает максимума всегда раньше анодного. Для компенсации этой временной разницы используется кодировщик со стретчером, который задерживает начало преобразования сигнала с мишени на необходимое время (в зависимости от условий в камере — до нескольких микросекунд).

Следующий режим N3 табл. 1 — совпадения в двух независимых группах. При выборе этого режима восемь кодировщиков аппаратно разбиваются на две группы по 4, причем к первой группе относятся АЦП₁—АЦП₄, а ко второй — АЦП₅—АЦП₈. Как и в предыдущем подрежиме, можно выбрать любые рабочие преобразователи до 4-х в каждой группе. Работа спецконтроллера в основном будет аналогична изображенной на диаграмме рис. 5, с некоторыми дополнениями. Во-первых, анализ состояния проводится с учетом разбиения на две группы. Во — вторых, если есть совпадения в одной группе, а в другой нет, то после анализа сначала сбрасываются записанные запросы сработавших АЦП группы, где не было совпадения, и только потом идет чтение — запись данных. Если совпадения есть, или, наоборот, нет в обеих группах сразу, то работа спецконтроллера выполняется по диаграмме рис. 5. В наваальной информации каждое зарегистрированное событие будет представлено словом из N кодов (N≤4). К какой группе принадлежит зарегистрированное событие, можно определить по номерам АЦП (3 старших бита).

Подрезим N4 табл. 1 аналогичен третьему, но когда есть совпадения одновременно в обеих группах, то такие события не регистрируются. В этом случае после анализа состояния сбрасываются все сработавшие АЦП и разблокируется вход спецконтроллера.

В подрежиме N5 табл. 1 один или два кодировщика являются общими для двух независимых групп с максимальным числом параметров 4. Этот подрежим позволяет реализовать возможности подрежима N3, используя меньшее количество преобразователей. Аппаратно построено так, что общими могут быть только АЦП на четвертом и пятом местах спецшины. Значения битов слова управления для подрежима N5 указаны в табл. 2.

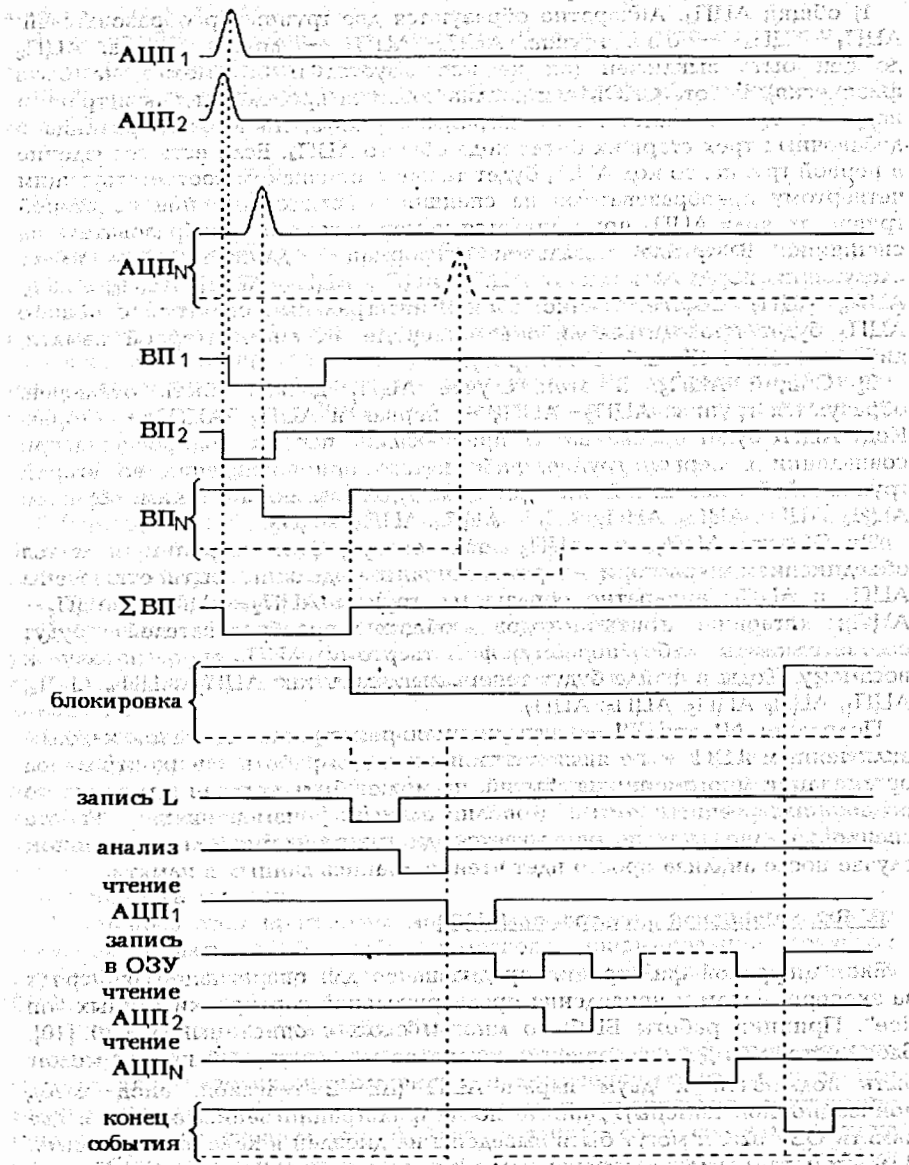


Рис. 5. Временная диаграмма работы спецконтроллера

Возможны следующие варианты:

1) общий АЦП₄. Аппаратно образуются две группы преобразователей: АЦП₁—АЦП₄ — одна группа, АЦП₄—АЦП₇ — другая группа, АЦП₈ должен быть выключен (он не используется и его может не быть физически). Работа СКОМА и анализ событий происходит, как в третьем подрежиме, в соответствии с диаграммой рис. 5, но имеется разница в добавочных трех старших битах кода общего АЦП₄. Если есть совпадение в первой группе, то код АЦП₄ будет также с признаком, соответствующим четвертому преобразователю на спецшине. Если совпадение во второй группе, то коду АЦП₄ присваивается номер восьмого преобразователя на спецшине. В файле навальной информации данные будут иметь следующий порядок: коды от АЦП₁, АЦП₂, АЦП₃, АЦП₄, АЦП₈, АЦП₅, АЦП₆, АЦП₇. Соответственно, запись интегральных спектров с общего АЦП₄ будет проводиться либо в четвертые 4К анализаторной памяти, либо в восьмые 4К, либо в обе сразу.

2) Общий АЦП₅. В этом случае АЦП₁ должен быть отключен, образуются группы: АЦП₂—АЦП₅ — первая и АЦП₅—АЦП₈ — вторая. Коду АЦП₅ будет присваиваться признак либо первого кодировщика при совпадении в первой группе, либо пятого при совпадении во второй группе. Файл навальной информации будет выглядеть таким образом: АЦП₂, АЦП₃, АЦП₄, АЦП₁, АЦП₅, АЦП₆, АЦП₇, АЦП₈.

3) Общие АЦП₄ и АЦП₅ оба сразу. Этот вариант является объединением первого и второго вариантов: должны быть отключены АЦП₁ и АЦП₈; аппаратно образуются группы АЦП₂—АЦП₅ и АЦП₄—АЦП₇; старшие биты кодов общих преобразователей будут соответствовать либо первому и четвертому АЦП, либо пятому и восьмому. Коды в файле будут теперь выглядеть так: АЦП₂, АЦП₃, АЦП₄, АЦП₁, АЦП₈, АЦП₅, АЦП₆, АЦП₇.

Подрежим N1 табл. 1 — независимая регистрация сигналов каждым включенным АЦП — не является типичным для работы спецконтроллера организации многомерных событий, но может быть полезен в различного рода настроечных и дополнительных измерениях. Работа спецконтроллера также описывается диаграммой рис.5, но в данном случае после анализа просто идет чтение — запись данных в память.

IV Блок цифровой фильтрации (БЦФ)

Блок цифровой фильтрации предназначен для оперативного контроля за экспериментом и проведения предварительной сортировки данных "on line". Принцип работы БЦФ во многом схож с описанным в таб. [10]. Блок состоит из двух независимых каналов и по передней панели может быть подключен к двум парам АЦП (ΔE—E телескоп, анод—катод ионизационной камеры). Данные после фильтрации записываются в две памяти ОЗУ 32К и могут быть выведены на дисплей в ходе эксперимента. В данном варианте реализованы два режима работы системы цифровой фильтрации:

1) накопление в запоминающих устройствах двух матриц событий от двух пар АЦП₁×АЦП₇;

2) накопление линейных спектров до 4К в предварительно заданных локусах (до 8 для каждой пары АЦП₁×АЦП₇).

БЦФ работает параллельно с набором навальной информации и интегральных спектров анализаторной памяти.

V Программное обеспечение

Программное обеспечение разработано в виде комплекса программ, обеспечивающих диалог с пользователем. Комплекс включает программы для подготовки системы к измерениям, автоматизации процесса проведения измерений, оперативного анализа накопления данных.

Запуск главной программы осуществляется командой M. Происходит начальная инициализация системы, и на экране РС высвечивается меню выполняемых программ. Выбор программы осуществляется с помощью клавиш [↑] и [↓], [Enter] инициализирует ее выполнение.

Разработаны следующие программы измерений и управления:

1. Установка конфигурации измерительного — накопительного модуля.

С помощью этой программы можно установить или изменить номера блоков в крейте. Эта информация записывается на диск в специальный файл и используется программами накопления и управления.

2. Программирование СКОМА.

Программа позволяет считывать, формировать и записывать управляющее слово контроллера. Информация хранится на диске в специальном файле и считывается автоматически при запуске программы накопления.

3. Программирование временного кодировщика ВКП—4.

Программа обеспечивает считывание, изменение и ввод параметров в программную память кодировщика, в каждом слове которой содержится информация либо о временном окне, либо о величине задержки. Результат работы программы содержится в файле на диске.

4. Установка локусов.

С помощью этой программы можно осуществлять чтение локусов из локусной памяти БЦФ, выбор телескопа, формирование локусной картинки и ее просмотр на экране, запись локусной картинки в память БЦФ.

5. Управление регистрацией событий.

Управление осуществляется с помощью интерактивных команд запуска, приостановки, продолжения и прекращения регистрации, записи данных на диск. При запуске программы происходит считывание информации из специальных файлов и запись ее в соответствующие блоки, обнуление памяти, и дается команда запуска измерения. События в виде последовательных кодов из буферных ОЗУ 4К поступают в файл на жесткий диск ПЭВМ. С помощью команды [CtrlC] можно

приостановить измерение, при этом на экране происходит визуализация содержимого анализаторной памяти или трехмерная картинка от блока цифровой фильтрации по выбору. После этого можно продолжить или прекратить измерение. Если не поступило команды прекращения измерения, программа автоматически останавливает его при накоплении определенного количества событий, задаваемого при запуске программы. При этом закрывается файл "навалной" информации на жестком диске, программа запрашивает, какие из спектров, содержащихся в анализаторной памяти и памяти БЦФ, сохранить на жестком диске, а также записывается файл документации измерений, где фиксируется время старта, остановок и прекращения измерения, чистое время измерения.

6. Визуализация спектров.

Программа визуализации позволяет в процессе измерений выводить на дисплей интегральные спектры из анализаторной памяти (рис. 6, 7) и информацию в памяти БЦФ. Если блок цифровой фильтрации использовался в режиме работы с локусами, то информация будет в виде линейных спектров, если задан режим набора матрицы, то возможна визуализация как топографической карты (рис. 8а), так и трехмерной картинки (рис. 8б, в). При работе с линейными спектрами имеются возможности просматривать данные с каждого АЦП или локусов БЦФ по очереди, либо по выбору, менять масштаб по осям X, Y или задавать их начальные и конечные значения. На топографической карте матрицы различные интенсивности показаны различными цветами, имеется возможность делать срезы по оси Z, устанавливать границы участков для трехмерного изображения. Для трехмерной картинки также можно задавать минимальное и максимальное значения по оси Z и просматривать, поворачивая изображение вокруг оси Z с шагом в 45°. Все графические изображения можно выводить на принтер, а для линейных спектров предусмотрен также вывод в цифровом виде.

Программное обеспечение реализовано на языке Паскаль.

VI Применение измерительной системы в физических экспериментах

Данная система регистрации и накопления многомерных данных уже использовалась в ряде экспериментов: измерение тепловых сечений реакций $^{35}\text{Cl}(n,p)^{35}\text{S}$, $^{36}\text{Cl}(n,p)^{36}\text{S}$ и $^{36}\text{Cl}(n,\alpha)^{33}\text{P}$ [1], предварительные эксперименты по поиску асимметрии "вперед-назад" в реакции $^{35}\text{Cl}(n,p)^{35}\text{S}$ на резонансных нейтронах. Возможности системы можно продемонстрировать на примере исследования реакции $^{36}\text{Cl}(n,p)$, $^{36}\text{Cl}(n,\alpha)$.

Измерения проводились на высокоинтенсивном пучке тепловых нейтронов реактора ВВР-М С-Петербургского Института ядерных исследований в Гатчине. В качестве детектора заряженных частиц использовалась двухсекционная ионизационная камера. Мишени исследуемого изотопа ^{36}Cl (5.31 μCi , соединение NaCl) и калибровочного изотопа ^6Li (соединение LiF , 3.6% ^6Li , 1 мкг/см²) одинакового размера (диаметр 2.54 см) крепились на катод камеры в геометрии "back-to-back". Расстояния между электродами в камере мишень-сетка-

коллектор были 6 см и 2.5 см соответственно для обеих секций. Рабочим газом служила смесь $\text{Ar}+4\%\text{CO}_2$ при давлении 1.25 атм. Сигналы снимались с анодов каждой секции и общего катода. Схема подключения камеры подобна изображенной на рис. 1, но без использования временного кодировщика, так как в данном случае источник нейтронов был стационарным. Использовался пятый подрежим работы СКОМА (таб. 1, 2) совпадения в двух независимых группах с общим АЦП N5. Выбранные АЦП: NN2, 5, 6. Регистрация с двух секций одновременно позволяла, во-первых, экономить пучковое время, во-вторых, не возникало проблем, связанных с флуктуациями мощности реактора при отдельных калибровочном и основном измерениях, в-третьих, так как секции камеры были симметричны, то энергетическая калибровка спектров с катода для обеих секций была одинакова. Экспериментальные данные накапливались в файл навалной информации для последующей обработки, а также в интегральные спектры анализаторной памяти и в виде матрицы 128x128 каналов в ОЗУ блока цифровой фильтрации для оперативного контроля. На рис. 6(а, б) и 7(а, б) показаны интегральные спектры с коллектора и мишени Cl и Li - секций камеры для одной из серий измерений. Регистрировались продукты следующих реакций: $^{14}\text{N}(n,p)^{14}\text{C}$ ($Q=0.63$ МэВ) на примеси ^{14}N в газе, $^{35}\text{Cl}(n,p)^{35}\text{S}$ ($E_p=0.59$ МэВ) на ядрах хлорной мишени, $^{10}\text{B}(n,\alpha)^7\text{Li}$ ($E_{\alpha 0}=1.78$ МэВ, $E_{\alpha 1}=1.47$ МэВ) на микропримесях бора в материале подложки и мишеней, $^{36}\text{Cl}(n,p)^{36}\text{S}$ ($E_p=1.87$ МэВ) - исследуемая реакция, $^{36}\text{Ar}(n,\alpha)^{33}\text{S}$ ($Q=2.00$ МэВ) - на газе камеры, $^6\text{Li}(n,\alpha)^3\text{H}$ ($E_{\alpha}=2.05$ МэВ, $E_t=2.73$ МэВ) - калибровочная реакция и микропримеси. На интегральных спектрах указаны пики и области, которые можно определить и идентифицировать, зная энергии регистрируемых частиц и используя формулы (1), (2) для спектров с мишенного электрода. Однако видно, что протоны ^{36}Cl , α -частицы ^6Li и продукты реакции $^{36}\text{Ar}(n,\alpha)$ не разрешаются на коллекторном спектре, а распределения импульсов с катодов перекрываются. Кроме того, имеются не поддающиеся идентификации пики (см. рис. 6а) перед протонным пиком и между протонным и тритонным пиками.

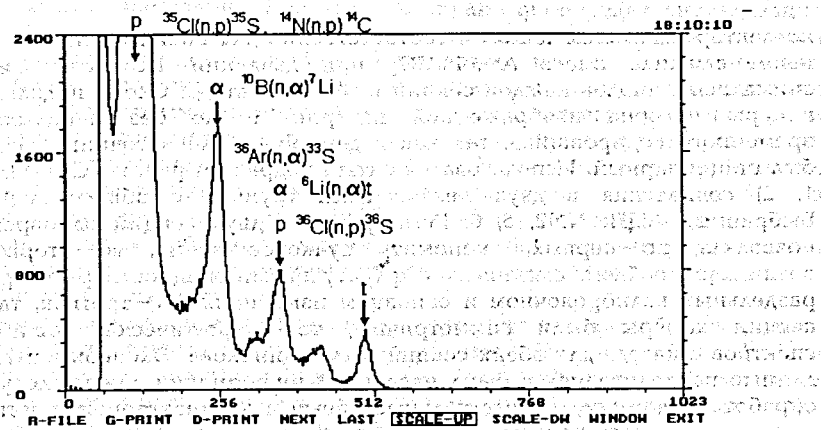


Рис. 6а. Интегральный спектр с коллектора Cl-секции в эксперименте по исследованию реакций $^{36}\text{Cl}(n,p)^{36}\text{S}$ и $^{36}\text{Cl}(n,\alpha)^{33}\text{P}$

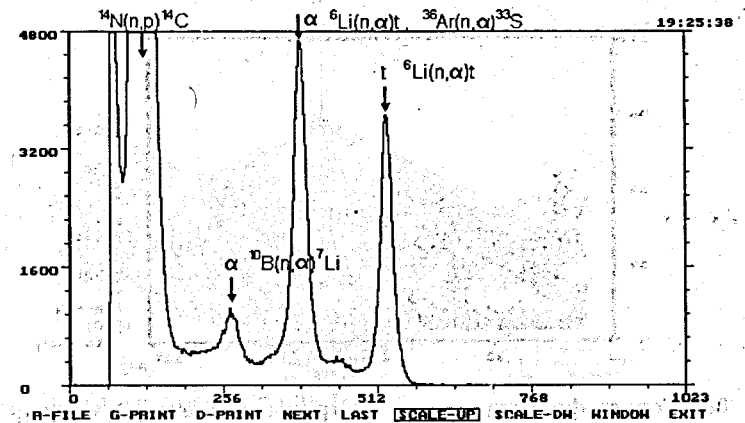


Рис. 7а. Интегральный спектр с коллектора Li-секции в эксперименте по исследованию реакций $^{36}\text{Cl}(n,p)^{36}\text{S}$ и $^{36}\text{Cl}(n,\alpha)^{33}\text{P}$

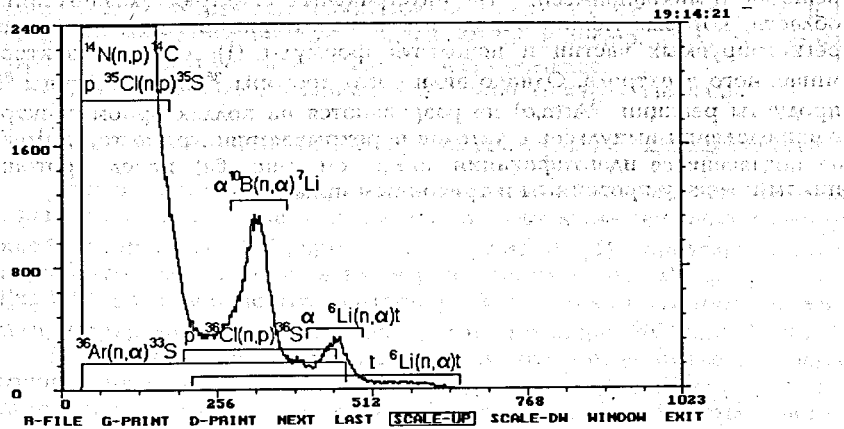


Рис. 6б. Спектр с мишени Cl-секции в том же эксперименте

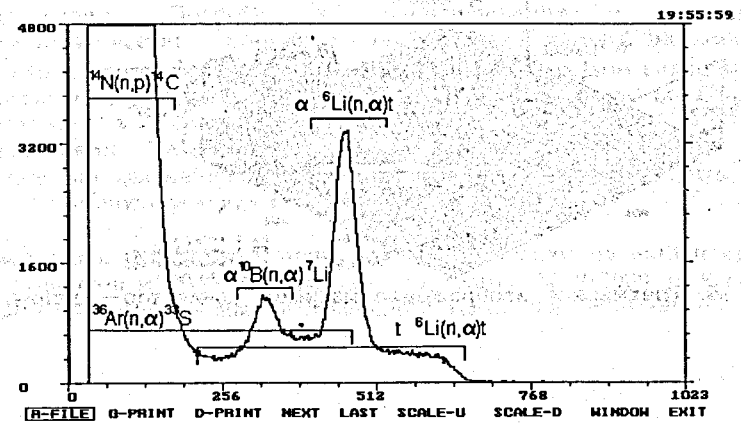


Рис. 7б. Спектр с мишени Li-секции в том же эксперименте

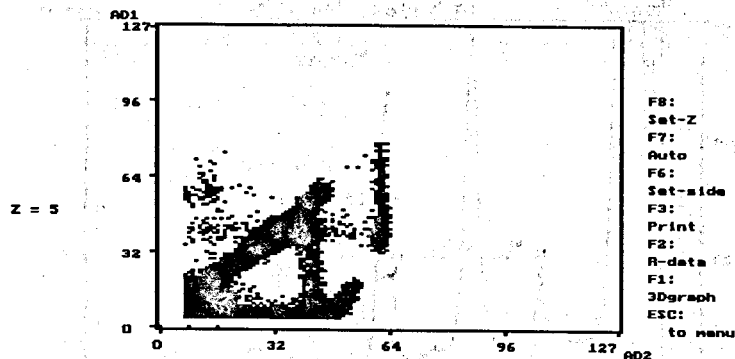


Рис. 8а. Топографическая карта матрицы коллектор-мишень C1-секции

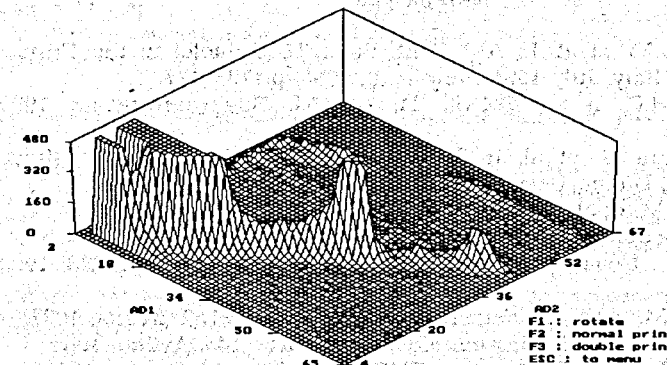


Рис. 8в. То же, повернуто на 180°

Понятно, что, используя только интегральные спектры, затруднительно провести полный анализ регистрируемых событий и оперативно принять решение по дальнейшему ведению эксперимента. Однако картина существенно проясняется, если рассмотреть матрицы событий анод-катод C1-секции (рис. 8 а, б, в). Видно, что α -частицы локализованы вблизи диагонали плоскости AD1-AD2, а длиннопробежные частицы (t, p) и продукты реакций на газе имеют вытянутые вдоль оси AD1 распределения. Подробно об идентификации и спектрометрии заряженных частиц с помощью ионизационной камеры изложено в [7]. Пик перед протонами на рис. 8а образован α_0 переходом реакции $^{10}\text{B}(n, \alpha)$ и частично случайными совпадениями фоновых сигналов. Пик между протонами и тритонами полностью определяется случайными совпадениями. На основе полученной информации можно принять решение по дальнейшему проведению эксперимента: выбрать нужные локусы, изменить условия и т. д.

Настоящая работа выполнена благодаря частичному финансированию Международным научным фондом по гранту N RF1000 и Российским фондом фундаментальных исследований, грант 95-02-05212-а.

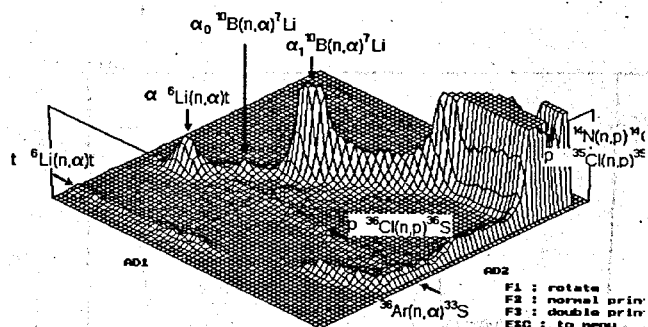


Рис. 8б. Трехмерное изображение матрицы коллектор-мишень C1-секции

Литература

1. Gledenov Yu.M. et al. In AIP Conf. Proc. 327 "Nuclei in the Cosmos III", Assergi, Italy, July 1994, New York, 1995, p.173—177.
2. Балабанов Н.П. и др. ЭЧАЯ, 21, в.2, М. Энергоатомиздат 1990, стр.317—363.
3. Khuukhenkhuu G. et al. In ISINN—3, Dubna, April 1995 (abstracts), E3—95—119, Dubna 1995, p.27.
4. Gledenov Yu.M. et al., там же, p.28.
5. Риголь Х. Сообщения ОИЯИ, P4—85—70, Дубна, 1985.
6. Королев Г.А., Кочаров Г.Е., Изв. АН СССР, сер. физ., 24, N3, 1960, стр.357.
7. Гледенов Ю.М. и др., Сообщения ОИЯИ, 13—87—150, Дубна, 1987.
8. Богдзель А.А. и др., Сообщения ОИЯИ, 13—84—145, Дубна, 1984.
9. Барабаш И.П. и др., Сообщения ОИЯИ, 10—84—158, Дубна, 1984.
10. Ермаков В.А., Ким Хен До, Сообщения ОИЯИ, P13—92—112, Дубна, 1992.
11. Григорьев А. и др., Сообщения ОИЯИ, p10—88—381, Дубна, 1988.
12. Богдзель А.А. и др., Сообщения ОИЯИ, 13—89—164, Дубна, 1989.