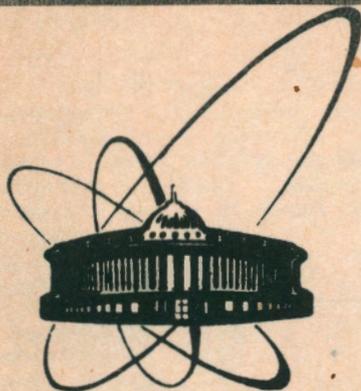


92-112



**СООБЩЕНИЯ
ОБЪЕДИНЕННОГО
ИНСТИТУТА
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ
ДУБНА**

P13-92-112

В. А. Ермаков, Ким Хен До

БЛОК ЦИФРОВОЙ ФИЛЬТРАЦИИ

1992

Для получения сведений о механизме ядерных реакций необходимо проводить многопараметровые измерения, регистрируя одновременно основные характеристики продуктов реакции (массу, заряд, энергию, время пролёта), а также взаимные корреляции между ними. Такие эксперименты нуждаются в специальном оборудовании, которое должно быстро и эффективно принимать и накапливать большое количество данных, а также позволять вести контроль за экспериментом.

Очень важной проблемой в экспериментах данного типа оказывается задача предварительного отбора полезной информации, которая способна уменьшить поток данных в ЭВМ. Эта задача тесно связана с возможностью предварительного разделения энергетических спектров в зависимости от массы и заряда измеряемых частиц.

В многопараметрических анализаторах вырабатываемые АЦП (аналого-цифровым преобразователем) коды событий часто называют дескрипторами, т.е. "описателями" событий. В соответствии с дескриптором в обычном анализаторе находится ячейка памяти, в которой хранится число, показывающее, сколько раз повторился данный дескриптор. Для уплотнения информации её фильтруют - предварительно селективируют цифровыми или аналоговыми окнами. При этом дескрипторами тоже отыскиваются группы ячеек памяти и отдельные ячейки.

Рассмотрим применение цифровых окон в двухпараметрическом анализаторе, предназначенном для измерения распределений $n=f(A1, A2)$, где $A1$ и $A2$ - величины амплитуд с детекторов частиц.

Часто физика интересуют события в определенных участках двумерного спектра. Такие области интереса называются локусами. Так как локусы могут иметь специфическую форму, то они задаются с помощью программы путем выделения областей на экране компьютера, где представлен двумерный спектр в виде "топографической карты".

После того, как локусы выбраны, они записываются в специальную матричную схему. Коды $A1$ и $A2$ поступают на схемы сравнения, куда также подаются граничные коды, вырабатываемые специальной матричной схемой.

Если выполняются условия $Kг. NA1 \leq KA1 \leq Kг. BA1$ и $Kг. NA2 \leq KA2 \leq Kг. BA2$, где $Kг. NA1, Kг. BA1$ - граничные коды параметра 1, то такое событие регистрируется.

Большими возможностями обладают системы, в которых выборка событий ведется в соответствии с содержанием, т.е. ассоциативно. В ассоциативном запоминающем устройстве (ЗУ) часть разрядов ячеек (каналов) занята дескрипторами, а это означает, что емкость ЗУ используется всего лишь на 50%, поэтому стремятся уменьшить разрядность дескрипторов.

В спектрометрических исследованиях получили распространение многопараметрические анализаторы, в которых сочетаются особенности "чисто" ассоциативных систем и устройств с цифровыми окнами.

Объединенный институт
ядерных исследований
БИБЛИОТЕКА

В Лаборатории нейтронной физики разработан спецконтроллер для организации многомерного анализа (КОМА) /1/. Он организует многомерный анализ путем ведения накопления закодированной информации непрерывно - так называемое накопление в "навал". Событие может состоять из восьми параметров, и каждый параметр имеет свой код опознавания, состоящий из трех старших разрядов. Событие записывается последовательно, начиная с параметра с младшим номером и кончая параметром со старшим; следующее событие также начинается с младшего параметра к старшему. Для оперативного контроля проводится интегральное накопление по каждому параметру. Возникает задача существенно уменьшить количество ненужной информации, записываемой на носители, а также реализовать возможности ЭВМ по формированию одно- и двухмерных спектров для контроля за ходом эксперимента при больших загрузках.

Описываемый в данной работе блок цифровой фильтрации (БЦФ) позволяет решить поставленные задачи:

- 1) накопления двухмерных спектров от двух телескопов (пары АЦП_i - АЦП_j) во внешние ОЗУ;
- 2) накопления одномерных спектров, сортированных по локусам (области в двухмерной матрице АЦП_iхАЦП_j) каждого телескопа;
- 3) фильтрования поступающей из ЭВМ информации и накопления ее во внешнем ОЗУ в виде одномерных сортированных спектров.

Структурная схема системы с использованием БЦФ показана на рис. 1.

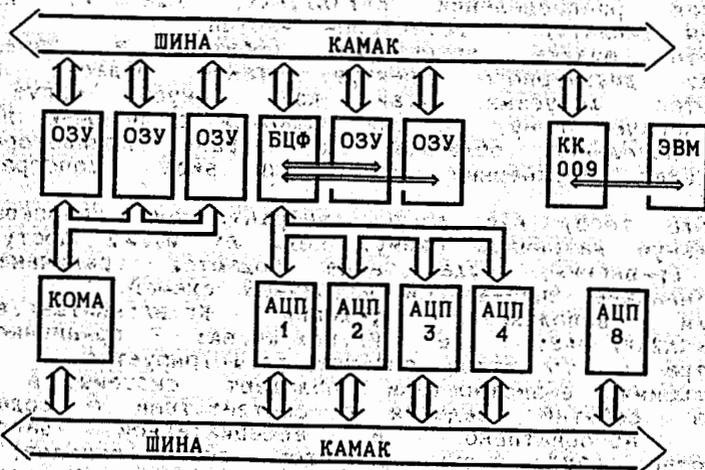


Рис. 1. Структурная схема.

Для получения сведений о механизме ядерных реакций необходимо проводить многопараметровые измерения, регистрируя одновременно основные характеристики продуктов реакции (массу, заряд, энергию, время пролёта), а также взаимные корреляции между ними. Такие эксперименты нуждаются в специальном оборудовании, которое должно быстро и эффективно принимать и накапливать большое количество данных, а также позволять вести контроль за экспериментом.

Очень важной проблемой в экспериментах данного типа оказывается задача предварительного отбора полезной информации, которая способна уменьшить поток данных в ЭВМ. Эта задача тесно связана с возможностью предварительного разделения энергетических спектров в зависимости от массы и заряда измеряемых частиц.

В многопараметрических анализаторах вырабатываемые АЦП (аналого-цифровым преобразователем) коды событий часто называют дескрипторами, т.е. "описателями" событий. В соответствии с дескриптором в обычном анализаторе находится ячейка памяти, в которой хранится число, показывающее, сколько раз повторился данный дескриптор. Для уплотнения информации её фильтруют - предварительно селективируют цифровыми или аналоговыми окнами. При этом дескрипторами тоже отыскиваются группы ячеек памяти и отдельные ячейки.

Рассмотрим применение цифровых окон в двухпараметрическом анализаторе, предназначенном для измерения распределений $n=f(A_1, A_2)$, где A_1 и A_2 - величины амплитуд с детекторов частиц.

Часто физика интересуют события в определенных участках двухмерного спектра. Такие области интереса называются локусами. Так как локусы могут иметь специфическую форму, то они задаются с помощью программы путем выделения областей на экране компьютера, где представлен двухмерный спектр в виде "топографической карты".

После того, как локусы выбраны, они записываются в специальную матричную схему. Коды A_1 и A_2 поступают на схемы сравнения, куда также подаются граничные коды, вырабатываемые специальной матричной схемой.

Если выполняются условия $K_г. nA_1 \leq K_г. vA_1$ и $K_г. nA_2 \leq K_г. vA_2$, где $K_г. nA_1, K_г. vA_1$ - граничные коды параметра i , то такое событие регистрируется.

Большими возможностями обладают системы, в которых выборка событий ведется в соответствии с содержанием, т.е. ассоциативно. В ассоциативном запоминающем устройстве (ЗУ) часть разрядов ячеек (каналов) занята дескрипторами, а это означает, что емкость ЗУ используется всего лишь на 50%, поэтому стремятся уменьшить разрядность дескрипторов.

В спектрометрических исследованиях получили распространение многопараметрические анализаторы, в которых сочетаются особенности "чисто" ассоциативных систем и устройств с цифровыми окнами.

В Лаборатории нейтронной физики разработан спецконтроллер для организации многомерного анализа (КОМА) /1/. Он организует многомерный анализ путем ведения накопления закодированной информации непрерывно - так называемое накопление в "навал". Событие состоит из восьми параметров, и каждый параметр имеет свой код опознавания, состоящий из трех старших разрядов. Событие записывается последовательно, начиная с параметра с младшим номером и кончая параметром со старшим; следующее событие также начинается с младшего параметра к старшему. Для оперативного контроля проводится интегральное накопление по каждому параметру. Возникает задача существенно уменьшить количество ненужной информации, записываемой на носители, а также реализовать возможности ЭВМ по формированию одно- и двумерных спектров для контроля за ходом эксперимента при больших нагрузках.

Описываемый в данной работе блок цифровой фильтрации (БЦФ) позволяет решить поставленные задачи:

- 1) накопления двумерных спектров от двух телескопов (пары АЦП_i - АЦП_j) во внешние ОЗУ;
- 2) накопления одномерных спектров, сортированных по локусам (области в двумерной матрице АЦП_iхАЦП_j) каждого телескопа;
- 3) фильтрации поступающей из ЭВМ информации и накопления ее во внешнем ОЗУ в виде одномерных сортированных спектров.

Структурная схема системы с использованием БЦФ показана на рис. 1.

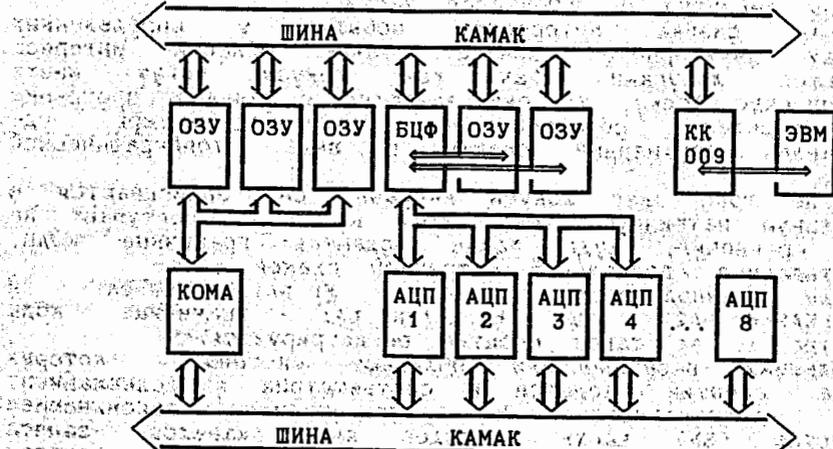


Рис. 1. Структурная схема.

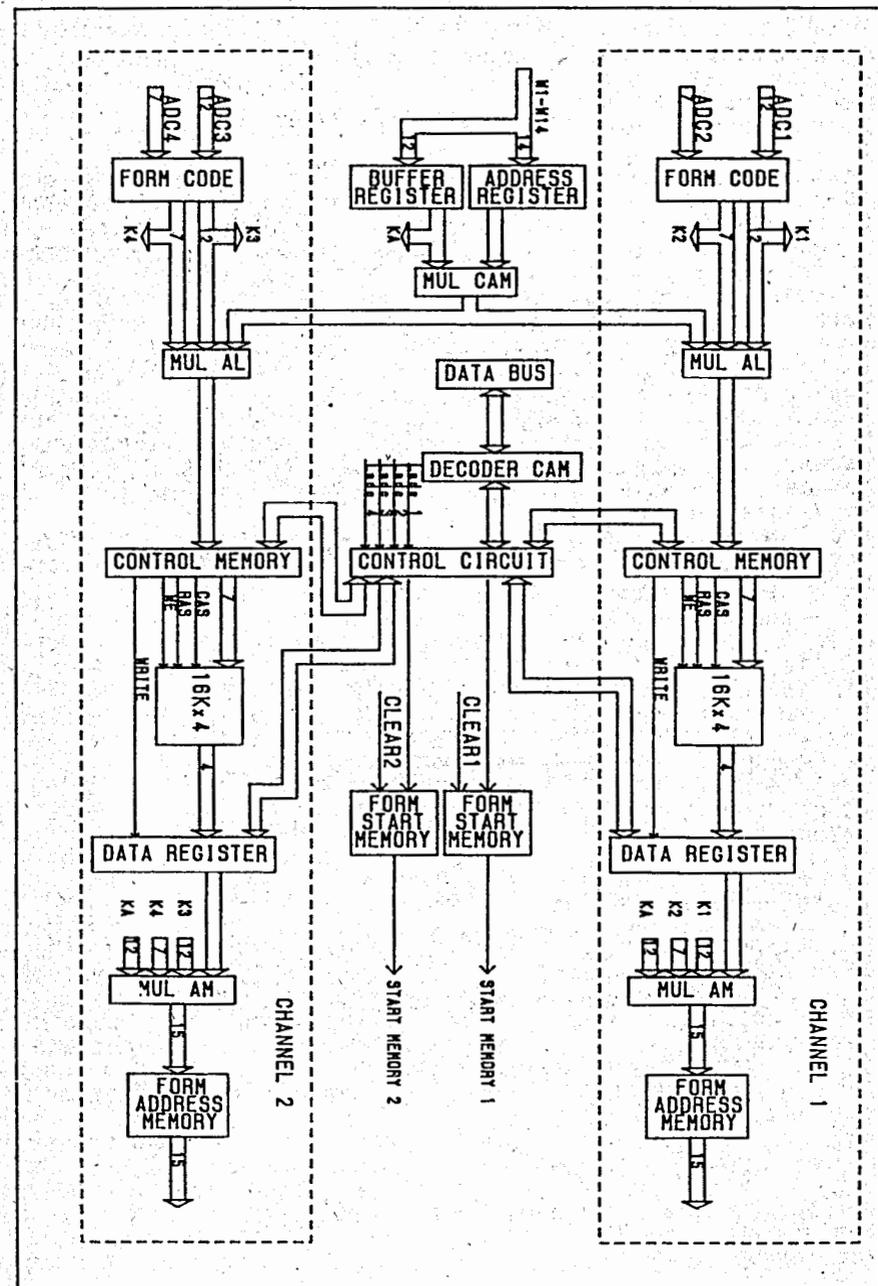


Рис. 2.

АЦП1 - АЦП4 расположены в крейте, управляемом спецконтроллером, а блок цифровой фильтрации и связанные с ним блоки ОЗУ расположены в активном крейте, т.е. в крейте, управляемом ЭВМ.

Блок - схема блока цифровой фильтрации представлена на рис. 2.

Блок представляет собой два одинаковых канала (CHANNEL 1, CHANNEL 2), управляемых одной схемой управления (CONTROL CIRCUIT), которая в зависимости от команд, принятых с шины КАМАК, устанавливает следующие режимы работы: первый режим работы - КАМАК, второй - с передней панели.

В режиме КАМАК имеется два вида работы: первый - с локусами, когда записываются или читаются выбранные локусные области; второй режим производит фильтрацию ранее накопленных в "навал" и мерных спектров и получение одномерных спектров в локусах.

Режим работы с передней панели позволяет иметь два вида накопления информации: первый проводит накопление двухмерных спектров по каждому каналу независимо, второй накапливает одномерные спектры, сортированные по локусам в каждом канале независимо.

Все изменения в работе схемы управления задаются записью статусного слова, расположение битов которого показано на рис. 3.

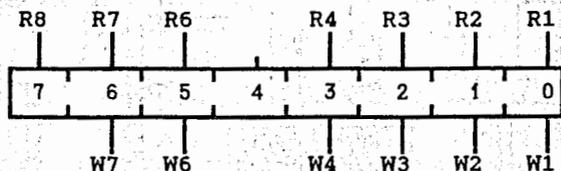


Рис. 3. Расположение битов в статусном слове.

Бит 0 определяет, к какому каналу (телескопу) идет обращение в режиме КАМАК. В режиме работы с передней панели, состояние этого бита не имеет значения.

Биты 1, 2, 3 служат для задания пропуска событий (дескрипторов), не попавших в локусы, т.е. происходит сокращение мало интересной информации.

Бит 5 определяет работу по совпадению событий в локусах обоих телескопов.

Бит 6 определяет режим работы с локусами или накопление двухмерных спектров.

Бит 7 может только читаться и показывает в каком режиме идет работа: в КАМАК или с передней панели.

Дешифратор КАМАК (DECODER CAM) формирует команды, представленные в таблице 1.

Таблица 1

1. NA (0) F (0)	- чтение локусов и +1 в регистр адреса	Q=1
2. NA (1) F (0)	- чтение кода локуса	Q=1
3. NA (0) F (2)	- чтение статусного слова	Q=1
4. NA (0) F (8)	- проверка L	Q=L
5. NA (0) F (9)	- сброс статусного слова	Q=0
6. NA (0) F (16)	- запись в регистр адреса и пуск памяти локусов	Q=1
7. NA (1) F (16)	- запись кода АЦП1	Q=1
8. NA (2) F (16)	- запись кода АЦП2	Q=1
9. NA (0) F (18)	- запись номера телескопа по W1	Q=1
10. NA (1) F (18)	- установка пересчета по W2 - W4	Q=1
11. NA (2) F (18)	- задание режима работы (1 - двухмерный режим, 0 - работа с локусом) по W7	Q=1
12. NA (3) F (18)	- запись подрежима работы (1 - совпадение телескопов, 0 - телескопы не зависимы)	Q=1
13. NA (0) F (19)	- запись локусов и +1 в РА	Q=1
14. NA (0) F (24)	- разрешена работа с передней панели	Q=0
16. NA (0) F (26)	- разрешена работа с КАМАК	Q=0

Все команды сопровождаются сигналом ответа X.

Канал состоит из двух формирователей кодов (FORM CODE), подаваемых от АЦП /4/. Сформированные коды подаются на мультиплексор адреса локусов (MUL AL) и мультиплексор адреса внешнего ОЗУ (MUL AM) /2, 3/. На мультиплексор адреса локусов также приходит адрес с КАМАК мультиплексора (MUL CAM). Контроллер (K1801BP1-030) /5/ управления матрицей памяти локусов (CONTROL MEMORY) принимает адрес от мультиплексора адреса и управляющие сигналы со схемы управления и вырабатывает адреса строки и столбца совместно с сопровождающими сигналами работы матрицей памяти. Контроллер проводит регенерацию кристаллов памяти в нужное время.

Прочитанные данные записываются в регистр данных (DATA REGISTER), где три младших разряда определяют номер локуса от нуля до семи, а старший - четвертый - бит определяет попадание события в один из восьми локусов и подается на схему управления, которая вырабатывает в нужных условиях сигналы для формирования запуска ОЗУ и управления спецконтроллером.

Формирование локусов производится в режиме КАМАК при установке бита 6 статусного слова в ноль по команде NA (0) F (18) и W7=0. В статусное слово записываем по команде NA (0) F (18) и W1 номер телескопа: W1=0 - первый телескоп, а W1=1 - второй. По команде NA (0) F (16) записываем начальный адрес локуса, а затем по команде NA (0) F (19) производим запись через W1 - W3 код локуса, а по W4 записываем единицу. Таким образом проходим по всей области локуса, которая является двумерной картинкой пространства. Фоновые области заполняются любым кодом, но обязательно W4=0.

Для просмотра локусной картинки задаем номер телескопа и начальный адрес всего локусного пространства, состоящего из 128 на 128 точек, и по команде NA(0)F(0) читаем. На R1 - R3 определяем номер локуса, а R4=1 показывает принадлежность к локусу. Если R4=0, точка относится к фону, в котором информация менее важна, и на спецконтроллер вырабатывается сигнал на запись этого события в зависимости от пересчета, который устанавливается в статусном слове по команде NA(1)F(18) и W2 - W4. Блок позволяет устанавливать пересчет, как показано в таблице 2.

Таблица 2

W4	W3	W2	число пересчетов
0	0	0	без пересчета
0	0	1	пересчет на 10
0	1	0	пересчет на 100
0	1	1	пересчет на 1000
1	0	0	пересчет на 10000
1	0	1	пересчет на 100000

Для накопления двухмерных спектров нужно перевести блок в режим с передней панели командой NA(0)F(24), а бит 6 статусного слова поставить в единицу. В этом случае семь старших битов от АЦП1 и АЦП2 (или АЦП3 и АЦП4) поступают на мультиплексор адреса внешнего ЗУ, где формируется 14-разрядный код, с первого по седьмой биты которого - от АЦП1 (АЦП3), а с восьмого по четырнадцатый биты - от АЦП2 (АЦП4). Схема управления по совпадению запросов (Ladc 1) от соответствующих АЦП вырабатывает сигнал запуска нужного внешнего ЗУ, который в этом случае работает в режиме ЧМЗ (интегральный режим) /2, 3/.

Накопление одномерных спектров, сортированных по локусам, осуществляется в режиме с передней панели, и бит 6 статусного слова равен нулю. В этом случае семь старших битов от АЦП1 и АЦП2 (или АЦП3 и АЦП4) поступают на мультиплексор адреса локусов, где организуется 14-разрядный адресный код локусной матрицы.

Он собирается следующим образом: с первого по седьмой биты - от АЦП1 (АЦП3), а с восьмого по четырнадцатый бит - от АЦП2 (АЦП4), одновременно также 12-разрядный адрес от АЦП1 (АЦП3) подается на мультиплексор адреса внешнего ЗУ.

Схема управления по совпадению запросов от АЦП1, АЦП2 (АЦП3, АЦП4) вырабатывает сигналы, организующие работу контроллера (K1801ВП1-030) /5/ управления матрицей памяти локусов, который проводит чтение и запись прочитанной информации в свой регистр данных.

Схема управления анализирует четвертый бит (старший), и если он равен единице, формируется сигнал запуска внешнего ЗУ с 15-разрядным адресным кодом.

Этот код формируется мультиплексором адреса внешнего ЗУ из 12-разрядного кода АЦП1 (АЦП3) и тремя старшими, определяющими номер локуса с регистра данных. Если событие не попало ни в один локус, т. е. четвертый бит равен нулю, то в зависимости от пересчета, подается сигнал управления на спецконтроллер, пропустить его или нет.

Программа TESTBDF.EXE предназначена для теста БЦФ с ПК типа IBM PC/XT/AT, крейт контроллера КК009 /6/. Программа предоставляет возможности записи и чтения локусов, пуска и остановки измерения, показа одномерных и двухмерных спектров.

Запись и чтение локусов позволяет выбирать одну из двух картинок, которая будет записана в локусную память БЦФ.

Например, если выбираем первый вариант, то ЭВМ показывает картинку из колец на экране и спрашивает номер станции расположения БЦФ в крейте. Затем задаем номер телескопа (0 или 1) и читаем локус по команде read или пишем локус по команде write.

После этого можно проверять записанные данные. Здесь x, y - это адрес локусного пространства, состоящего из 128 на 128 точек. Если задаем x=32 и y=32, тогда на экране высвечивается точка, которая находится по заданному адресу x, y, показывается содержимое этой точки пространства и появляется следующие меню:

- V - чтение локусов,
- T - выбрать телескоп,
- M - пуск измерения,
- Q - выход из программы.

По команде M записываются нули во внешние ЗУ, пускается измерение и появляется другое меню:

- S - стоп измерения,
- C - продолжение измерения,
- R - просмотр спектров,
- Q - выход из программы.

Например, для просмотра спектра нажимаем S - приостанавливается измерение, и R - тогда на экране показываются четыре спектра, сортированные по локусам и меню, которое находится в нижней части экрана:

- 1) изменение масштаба по вертикали;
- 2) задание окна на экране монитора;
- 3) продолжение измерения;
- 4) выход из программы.

Блок выполнен в стандарте КАМАК и занимает станцию 2М.

На передней панели расположены четыре разъема РП15-23, два из них принимают коды от АЦП1, АЦП2 и от АЦП3, АЦП4, два других - для связи с внешними ЗУ.

Назначение контактов разъемов, принимающих		коды	от
АЦП:	коды с	АЦП1 (АЦП3)	1 - 12,
		ЗЕМЛЯ	13,
L	от	АЦП1 (АЦП3)	14,
коды с	АЦП2 (АЦП4)	15 - 21,	
L	от	АЦП2 (АЦП4)	22,
		ЗЕМЛЯ	23.

Назначение контактов разъемов для связи с внешними ЗУ:

адресные коды	1 - 15,
Lчмз	19,
сброс Lчмз	20,
ЗЕМЛЯ	23.

В заключение авторы выражают благодарность В.Г.Тишину и З. Длоуги за активное участие в обсуждении и помощь в работе.

Литература:

1. А.А.Богдзель и др. Сообщение ОИЯИ, 13-89-164, Дубна, 1989 г.
2. В.А.Ермаков и др. Сообщение ОИЯИ, 10-83-194, Дубна, 1983 г.
3. В.А.Ермаков и др. Сообщение ОИЯИ, p10-88-434, Дубна, 1988 г.
4. А.А.Богдзель и др. Сообщение ОИЯИ, 13-84-145, Дубна, 1984 г.
5. Микропроцессорные средства и системы № 4, 1988 г., ст. 89-92.
6. А.Григорьев и др. Сообщение ОИЯИ, p10-88-381, Дубна, 1988 г.

Рукопись поступила в издательский отдел
16 марта 1992 года.

Этот код формируется мультиплексором адреса внешнего ЗУ из 12-разрядного кода АЦП1 (АЦП3) и тремя старшими, определяющими номер локуса с регистра данных. Если событие не попало ни в один локус, т.е. четвертый бит равен нулю, то в зависимости от пересчета, подается сигнал управления на спецконтроллер, пропустить его или нет.

Программа TESTBDF.EXE предназначена для теста БЦФ с ПК типа IBM PC/XT/AT, крейт контроллера КК009 /6/. Программа предоставляет возможности записи и чтения локусов, пуска и остановки измерения, показа одномерных и двухмерных спектров.

Запись и чтение локусов позволяет выбирать одну из двух картинок, которая будет записана в локусную память БЦФ.

Например, если выбираем первый вариант, то ЭВМ показывает картинку из колец на экране и спрашивает номер станции расположения БЦФ в крейте. Затем задаем номер телескопа (0 или 1) и читаем локус по команде read или пишем локус по команде write.

После этого можно проверять записанные данные. Здесь x,y - это адрес локусного пространства, состоящего из 128 на 128 точек. Если задаем x=32 и y=32, тогда на экране высвечивается точка, которая находится по заданному адресу x,y, показывается содержимое этой точки пространства и появляется следующие меню:

V - чтение локусов,
T - выбрать телескоп,
M - пуск измерения,
Q - выход из программы.

По команде M записываются нули во внешние ЗУ, пускается измерение и появляется другое меню:

S - стоп измерения,
C - продолжение измерения,
R - просмотр спектров,
Q - выход из программы.

Например, для просмотра спектра нажимаем S - приостанавливается измерение, и R - тогда на экране показываются четыре спектра, сортированные по локусам и меню, которое находится в нижней части экрана:

- 1) изменение масштаба по вертикали;
- 2) задание окна на экране монитора;
- 3) продолжение измерения;
- 4) выход из программы.

Блок выполнен в стандарте КАМАК и занимает станцию 2М.

На передней панели расположены четыре разъема РП15-23, два из них принимают коды от АЦП1, АЦП2 и от АЦП3, АЦП4, два других - для связи с внешними ЗУ.

