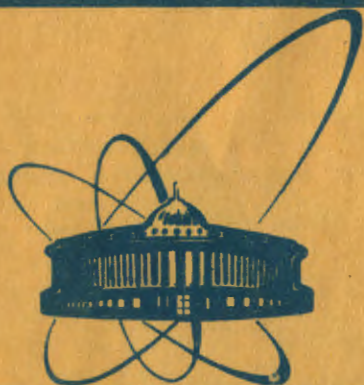


et



сообщения
объединенного
института
ядерных
исследований
дубна

2389/83

10/5-83

10-83-17

Р.Портие, Л.П.Челноков, О.А.Орлова

РАПИД - БЫСТРЫЙ МНОГОКАНАЛЬНЫЙ
АМПЛИТУДНЫЙ АНАЛИЗАТОР
НА БАЗЕ ЭВМ СМ-3 ИЛИ МЕРА-60

1983

Многоканальные амплитудные анализаторы импульсов на базе ЭВМ и стандартных модулей КАМАК, представляющие собой, по существу, автоматические системы не только сбора, но и обработки данных, получили в настоящее время довольно широкое распространение.

Одной из самых важных характеристик амплитудного анализатора является скорость накопления событий. В описанных системах ее величина не превышает $5 \cdot 10^3$ событий/с, что связано с работой процессора ЭВМ в режиме прерывания, который требует выполнения 20-30 инструкций для регистрации каждого события^{1,2/}.

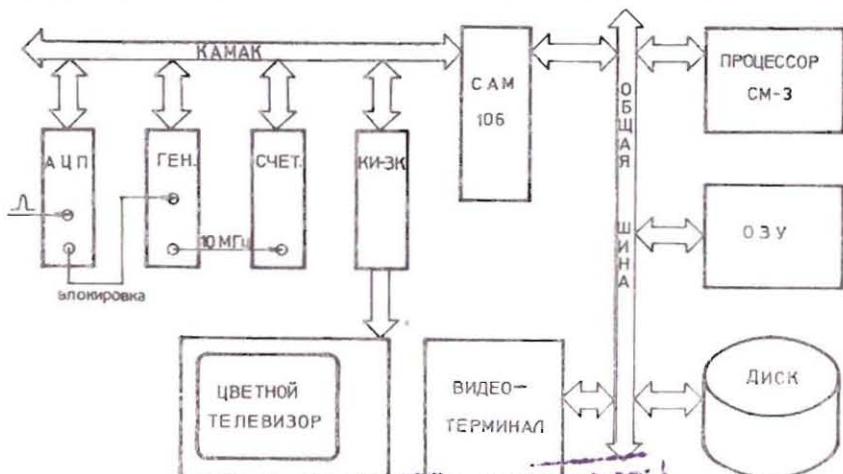
Существенно более высокая скорость накопления событий может быть достигнута при использовании дополнительного специально разработанного оборудования^{3,4/}. При этом, однако, увеличивается количество модулей КАМАК и, соответственно, стоимость систем, а следовательно, ограничивается возможность их широкого использования.

В настоящей работе описывается многоканальный анализатор на 4096 каналов на базе ЭВМ СМ-3 или МЕРА-60^{5/} и нескольких стандартных модулей КАМАК, обеспечивающий сравнительно быстрое накопление событий.

СТРУКТУРА АНАЛИЗАТОРА

На рис.1 представлена блок-схема анализатора, в состав которого входят:

- процессор СМ-3, "Электроника-60" или аналогичный;



Одобрено...
 БИЗНЕС...

- оперативное запоминающее устройство с емкостью не менее 12 Кслов;
- накопитель на магнитном диске;
- видеотерминал или алфавитно-цифровое печатающее устройство с клавиатурой;
- крейт КАМАК с контроллером типа 106А или 106В^{6/};
- преобразователь САМ-04-1^{7/} или АЦПИ-4096^{8/};
- драйвер цветного телевизора КИ-3К^{9/} и бытовой цветной телевизор;
- кварцевый генератор импульсов КВ-005^{10/};
- счетчик с устанавливаемой экспозицией КС-013^{11/}.

ОСОБЕННОСТИ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

Программное обеспечение анализатора РАПИД состоит из фирменного обеспечения/система РТ-11, РТ-60 и т.д./ и разработанного пакета программ РАПИД. Пакет программ РАПИД включает в себя подпрограммы набора, наблюдения и обработки информации, выбора режима анализатора, режима наблюдения спектрометрических данных, управления набором, а также вводом-выводом данных. Обращение к подпрограммам осуществляется с помощью интерактивных приказов с клавиатуры дисплея.

При создании программного обеспечения одной из основных задач было увеличение скорости накопления событий путем оптимальной организации работы системы.

Обычно в анализаторах, использующих для накопления событий процессор ЭВМ, в режиме интегрального набора данных постоянно работающей программой является программа обновления информации на экране дисплея. Обработка информации, поступающей из преобразователя или с клавиатуры дисплея, происходит в режиме прерывания этой программы. Таким образом, занесение в память каждого события требует сравнительно длительного времени, так как должны быть выполнены следующие действия:

- 1/ вход в режим прерывания и выход из этого режима;
- 2/ запоминание и восстановление регистров общего назначения;
- 3/ прием и передача в ОЗУ информации из преобразователя.

В программе анализатора РАПИД основной является программа обслуживания преобразователя в режиме повторного чтения, а информация на экране дисплея обновляется дискретно через определенные промежутки времени.

Время обновления информации на экране дисплея удалось существенно сократить, исключив "очистку" буфера памяти драйвера, то есть индицируя на дисплее все полученные ранее спектры и лишь добавляя новую информацию. Таким образом не только ускоряется набор данных, но и увеличивается наглядность процесса накопления информации. Такая структура программы исключает вы-

полнение первого и второго действия при накоплении данных. Одно событие принимается за время, в течение которого выполняется 7 инструкций /32 мкс/событие для СМ-3/. Если информация не должна быть занесена в ОЗУ /нет ответа Q из преобразователя/, цикл укорачивается на 4 инструкции. Нужно отметить, что в то время, пока процессор обрабатывает предыдущее событие, преобразователь может принимать следующее, это также увеличивает скорость накопления.

Цикл накопления прерывается каждую секунду для обновления информации на экране дисплея и обработки данных таймера, который используется для отсчета времени измерения.

Для учета мертвого времени анализатора с преобразователя подается сигнал "Мертвое время" на разъем "Запрет" генератора КВ-005, работающего с частотой 10 МГц; таким образом, мертвое время определяется с незначительной ошибкой ^{12/}.

ИНФОРМАЦИЯ НА ЭКРАНЕ ТЕЛЕВИЗОРА

Для индикации спектров и вспомогательной информации используется обычный бытовой телевизор /рис.2/. Анализатор имеет 4096 каналов, но на дисплее индицируется всего 256. Спектр разбит на секторы наблюдения по 256 каналов, квантованные с шагом 128 каналов, с номерами от 0 до 30 /всего 31 сектор/. Это дает возможность наблюдать любой участок спектра без рассеяния пиков.

Вертикальный масштаб можно изменять в пределах от 256 событий на высоту экрана /LY=0/ до 65536 событий на высоту экрана /LY=8/.

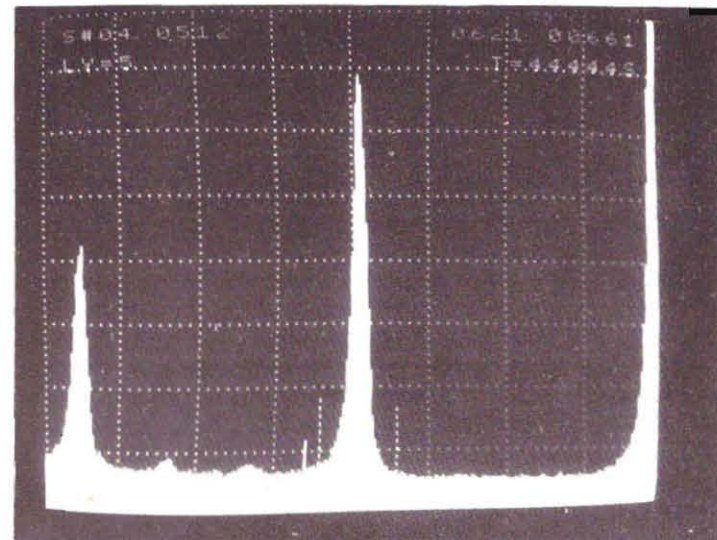


Рис. 2

При интегральном наборе данных буфер дисплея не очищается, поэтому на экране видны все спектры, набранные за последовательные промежутки времени. Они подсвечены зеленым цветом.

В верхнем левом углу телевизора синим цветом высвечивается номер спектра и номер его первого канала, под ними индицируется величина вертикального масштаба. Для удобства пользователя на экране синим цветом высвечивается фоновая сетка, имеющая 8x8 клеток. В верхнем правом углу индицируется номер канала, в котором находится движущаяся метка-маркер и содержимое этого канала, а также время измерения. Во время измерения в верхней части экрана индицируется слово "RUN", которое гаснет после окончания измерения.

СКОРОСТЬ НАКОПЛЕНИЯ СОБЫТИЙ

На основании анализа факторов, влияющих на скорость обслуживания оборудования КАМАК, проведенного в работе^{13/}, было решено, что все подпрограммы, относящиеся к блокам КАМАК, должны быть написаны на языке макроассемблер и что преобразователь должен обслуживаться без прерывания, в режиме повторного чтения.

Таким образом, скорость накопления данных ограничивается из-за необходимости обновления информации на экране телевизора и обработки данных с таймера, используемого для определения конца экспозиции. Какая часть секунды затрачивается на эти действия, зависит от режима накопления; ее абсолютная величина и процентное содержание приведены в таблице.

Режим накопления информации	Таблица			
	СМ-3		МЕРА-60	
	мс	%	мс	%
без дисплея	13	1,3	12	1,2
с дисплеем LY=0	30	3	24	2,4
с дисплеем LY=4	50	5	55	5,5
с дисплеем LY=8	70	7	86	8,6

На ЭВМ СМ-3 скорость накопления событий при работе без дисплея составляет $3,1 \cdot 10^4$ событий/с. Работа с дисплеем при максимальном вертикальном масштабе /LY=8/, то есть в самом медленном режиме, снижает эту величину до $2,9 \cdot 10^4$ событий/с. При использовании процессора "Электроника-60", который является процессором ЭВМ МЕРА-60, скорость накопления событий в 2 раза меньше.

КОМАНДЫ АНАЛИЗАТОРА РАПИД

Анализатор имеет 37 команд, которые позволяют последовательно задавать режимы анализа и наблюдения спектрометрических данных,

управлять набором, а также выполнять операцию ввода-вывода информации.

Каждая команда представлена одной латинской буквой, как правило, начальной буквой английского слова, обозначающего требуемое действие. Некоторые команды требуют задания дополнительного аргумента. Чтобы помочь пользователю в работе с анализатором, создана программа "RAPID.HLP", содержащая описание набора команд, перечень блоков КАМАК и описание их расположения в крейте. Все команды условно можно разделить на следующие группы.

Системные и общие команды

R RAPID <CR> - Загрузить программу RAPID в оперативную память с помощью монитора системы РТ-11 или РТ-60. На магнитном диске должен находиться файл RAPID.SAV. После загрузки программа начинает выполняться, и на экране видеотерминала появляется знак "[". Это означает, что анализатор ждет команды пользователя с клавиатуры терминала.

CTRL/C

;

B
H
C
T

HT

U

E

- Окончить работу программы анализатора. После этого управление осуществляется с монитора.
- Эта команда дает возможность писать на терминале любое сообщение. Все знаки между ; и <CR> воспринимаются программой как комментарий.
- Начать накопление информации.
- Остановить накопление информации.
- Очистить буфер данных.
- Установить время измерения. После этой команды на дисплее индицируется слово "TIME=", и оператор должен набрать на клавиатуре требуемое время измерения /в секундах/. Максимальная величина - 65535 с.
- Установить горизонтальный формат для распечатки и графика. После слова "FORMAT=", индицированного на дисплее, нужно задать необходимый формат. Максимальное значение - 20.
- Установить число каналов, необходимое для определения фона. В ответ на сообщение "BACKGROUND=", появившееся на дисплее, нужно набрать соответствующее число.
- Калибровка по энергии. С помощью подвижного маркера сначала устанавливается канал, соответствующий меньшей энергии E1. После появления на экране видеотерминала сообщения "ENERGY" нужно нажать клавишу "1", а затем набрать значение E1. Аналогично задается канал, соответствующий энергии E2. Если необходимо аннулировать калибровку, в ответ на слово "ENERGY" надо нажать клавишу "0".

Команды управления работой дисплея

- CTRL/S - Запрет работы дисплея во время измерения. Каждую секунду на экране обновляется только число, обозначающее время, оставшееся до конца измерения.
- CTRL/Q - Разрешение нормальной работы дисплея во время измерения; информация на экране телевизора обновляется через каждую секунду.
- A - Однократное обновление всей информации на дисплее. Эта команда используется, когда анализатор работает в режиме накопления без дисплея.
- Y - Установка значения вертикального масштаба. Максимальное значение - 8.
- \geq или \leq - Увеличение или уменьшение значения вертикального масштаба на единицу.
- X - Установка номера сектора для наблюдения. Максимальный номер - 30.
- <SPACE> - Увеличение номера сектора на единицу.
- CTRL/H - Уменьшение номера сектора на единицу.
- P - Включение режима "Панорама". После сообщения "PANORAMA=" на видеотерминале нужно установить степень сжатия информации на дисплее. В режиме "Панорама" происходит сжатие нескольких секторов спектра в один, начиная с наблюдаемого. Количество сжимаемых секторов - степень сжатия /от 1 до 8/. Буква А соответствует степени 16, и на экране индицируется вся информация. В режиме "Панорама" имеется только одна пара меток /метка 9 и метка 9D/. Команды M, N, D, K, O, I, Z, Ж интерпретируются как обращение к этой паре меток.

Команды управления метками

- \pm или \mp - Сдвиг подвижной метки на один канал вправо или влево.
- R или L - Включение автоматического перемещения подвижной метки вправо или влево с постоянной скоростью 1 канал/с.
- F - Увеличение скорости перемещения метки на 4 канала/с. Повторение команды "F" всякий раз увеличивает скорость движения метки еще на 4 канала/с.
- S - Остановка движущейся метки.
- V - Вывод на печать данных движущейся метки: номера канала, энергии и содержимого канала.

Кроме движущейся метки существует 8 пар меток, ограничивающих зоны вывода информации. Метки устанавливаются попарно /N и ND/.

- M - Установка пары меток. После сообщения на видеотерминале "MARKER=" оператор набирает на клавиатуре номер зоны. Метка "N" располагается на месте подвижной метки, а метка "ND" сдвинута относительно нее вправо на число каналов, определенное величиной "DELTA", имеющей значение ширины зоны.
- D - Установка ширины зоны. После сообщения на видеотерминале "DELTA#" оператор набирает на клавиатуре номер нужной зоны /от 1 до 8/, а после знака "=" - ее ширину.
- N - Установка пары меток в заданных каналах. После сообщения "MARKER#" оператор набирает на клавиатуре номер нужной зоны, а после знака "=" - номер канала, в котором должна начинаться зона. При этом ширина зоны соответствует значению "DELTA 0".
- K - Стирание выбранной пары меток. После сообщения "KILL MARKER#" оператор набирает номер зоны. Набор нулевой зоны приводит к стиранию всех меток.
- O - Вывод на печать данных всех установленных меток: номеров каналов, значений энергии и содержимого каналов.

Команды управления вводом-выводом информации

- I - Вывод на печать интегральной суммы, фона и интегральной суммы за вычетом фона для определенной зоны, а также номера, содержимого и энергии первого и последнего канала зоны и, кроме того, канала, содержащего максимальное число импульсов в зоне. После сообщения на видеотерминале "INT ZONE#" оператор задает номер зоны. При наборе цифры "0" выводятся данные всех установленных зон.
- Z - Эта команда отличается от команды "I" тем, что дополнительно полностью распечатывается содержимое всех каналов зоны.
- X - Команда отличается от команды "I" тем, что дополнительно печатается гистограмма содержимого каналов соответствующей зоны.
- W - Запись информации из буфера анализатора на диск или другое внешнее устройство. Название файла данных должно быть передано с клавиатуры терминала. После окончания записи информация в буфере сохраняется.
- G - Считывание информации в буфер анализатора. Название файла должно быть передано с клавиатуры терминала.

АВТОМАТИЧЕСКИЙ РЕЖИМ

В системе предусмотрен автоматический режим работы анализатора, который позволяет циклически повторять измерение. После

каждого цикла индицируется затребованная информация с установленных зон.

По команде "Y" - начинается диалог с оператором для установления автоматического режима. На экране видеотерминала поочередно появляются следующие вопросы:

CLEAR BUFFER?

ZONE?

GRAPHIC?

REPETITION=

На первые три вопроса необходимо ответить "Y" /да/ или "<CR>" /нет/. В ответ на четвертый вопрос нужно напечатать число циклов.

После того, как оператор набрал число циклов, чтобы начать работу, нужно нажать клавишу "B".

Пока автоматический режим не закончится, анализатор не принимает никаких команд. При автоматическом режиме анализатор реагирует только на команду "H". Чтобы остановить измерение, надо набрать "H" два раза.

Программа РАПИД, используя 4 Кслов ОЗУ, позволяет проводить достаточно полную и гибкую обработку спектров. Нужно отметить также, что эта система может быть легко дополнена новыми командами, расширяющими возможности ее использования.

В заключение авторы выражают благодарность Нгуен Хак Тхи, В.Е.Жучко, Т.С.Саламатиной, О.В.Стрекаловскому, Т.Н.Кузнецовой за помощь на разных этапах работы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Нгуен Хак Тхи. ОИЯИ, 13-81-11, Дубна, 1981.
2. Dunn D.R. IEEE, 1972, NS-19, No.1, p. 461.
3. Антюхов В.А. и др. ПТЭ, 1981, №6, с. 74.
4. Kumahara T. IEEE, 1979, NS-26, No.1, p. 746.
5. Система МЕРА-60. Научно-производственный центр систем управления. "МЕРА-STER". Катовице, 1981.
6. Интерфейс СМЗ-КАМАК типа 106А, 106В. Варшава, ПНР, 1981.
7. SAM.4.04.-1. 12Bit Analog to digital converter. KFKI, Budapest, 1980.
8. Трофимов А.С. и др. ОИЯИ, 13-8745, Дубна, 1975.
9. Семенов Ю.Б. и др. ОИЯИ, 13-81-271, Дубна, 1981.
10. Антюхов В.А. и др. ОИЯИ, 10-10576, Дубна, 1977.
11. Журавлев Н.И. и др. ОИЯИ, P10-8754, Дубна, 1975.
12. Simmer J. Nucl.Instr. and Meth., 1971, vol.93, No.1, p.131.
13. Вуколиков В.М. и др. ПТЭ, 1982, №1, с. 7.

Рукопись поступила в издательский отдел
28 января 1983 года.

Портие Р., Челноков Л.П., Орлова О.А.

10-83-17

РАПИД -быстрый многоканальный амплитудный анализатор на базе ЭВМ СМ-3 или МЕРА-60

Описывается 4096-канальный амплитудный анализатор на базе ЭВМ СМ-3 или МЕРА-60. Анализатор ориентирован на активационный анализ и обеспечивает скорость накопления событий 30000 соб/с на линии с ЭВМ СМ-3 или 15000 соб/с с ЭВМ МЕРА-60. Подробно описан полный набор команд.

Работа выполнена в Лаборатории ядерных реакций ОИЯИ.

Сообщение Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1983

Portillo R., Chelnokov L.P., Orlova O.A.

10-83-17

RAPID -Rapid Multichannel Amplitude Analyser on the Base of SM-3 or MERA-60 Computers

A 4096-channel analyser is described which is based on the SM-3 or MERA-60 computers. The analyser is oriented to activation analysis and provides acquisition rate of 30000 events/s on the SM-3 and 15000 events/s on the MERA-60 computer. The commands set is described in detail.

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

Communication of the Joint Institute for Nuclear Research. Dubna 1983

Перевод О.С.Виноградовой.