

**СООБЩЕНИЯ  
ОБЪЕДИНЕННОГО  
ИНСТИТУТА  
ЯДЕРНЫХ  
ИССЛЕДОВАНИЙ  
ДУБНА**

**P10-87-207**

**С.В.Карташов**

**ПРОГРАММА РЕГИСТРАЦИИ, НАКОПЛЕНИЯ  
И ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЙ ОБРАБОТКИ  
СПЕКТРОМЕТРИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ  
НА УСТАНОВКЕ КРИОН-2**

**1987**

## ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время большой научный интерес представляет спектроскопия рентгеновского излучения, возникающего при взаимодействии медленных высокозарядных ионов с поверхностью твердого тела<sup>1,2/</sup>.

Исследование энергетического спектра регистрируемого излучения составляет задачу амплитудного анализа, решаемую с помощью многоканальных амплитудных анализаторов импульсов. Создание подобного прибора на основе микроЭВМ обеспечивает его высокую гибкость и широкие сервисные возможности.

В данной работе описывается программа SCOPA, предназначенная для управления аппаратными средствами, составляющими в совокупности программно-управляемый амплитудный анализатор импульсов. Она обеспечивает выполнение следующих функций:

— регистрацию поступающей в виде импульсов (на один или два АЦП) информации в одном из нескольких режимов;

— вывод набранного спектра на различные периферийные устройства: дисплей, телемонитор, печать, магнитную ленту;

— ввод информации (сброшенной ранее) с магнитной ленты в память микроЭВМ и затем — на экран телемонитора;

— арифметические операции над различными банками данных;

— вычисление минимальной статистической информации в выбранном диапазоне;

— диалог с оператором через посредство консольного устройства (дисплея);

— программирование и управление 8-канальным таймером, предназначенным для задания определенной последовательности операций, представляющих собой цикл установки КРИОН.

## 2. СОСТАВ ОБОРУДОВАНИЯ

Минимальный комплект оборудования, необходимый для работы программы SCOPA, включает следующее (см. рис. 1) :

1) микроЭВМ "Микро-8" с блоками памяти на 32Кбайт;

2) накопитель на магнитной ленте CM5300.01 с интерфейсом КИ031 (станция 18 КАМАК);

3) телемонитор MC-6 SECAM или MC-6 RGB/SECAM с контроллером VDC<sup>3/</sup> в произвольной станции крейта.

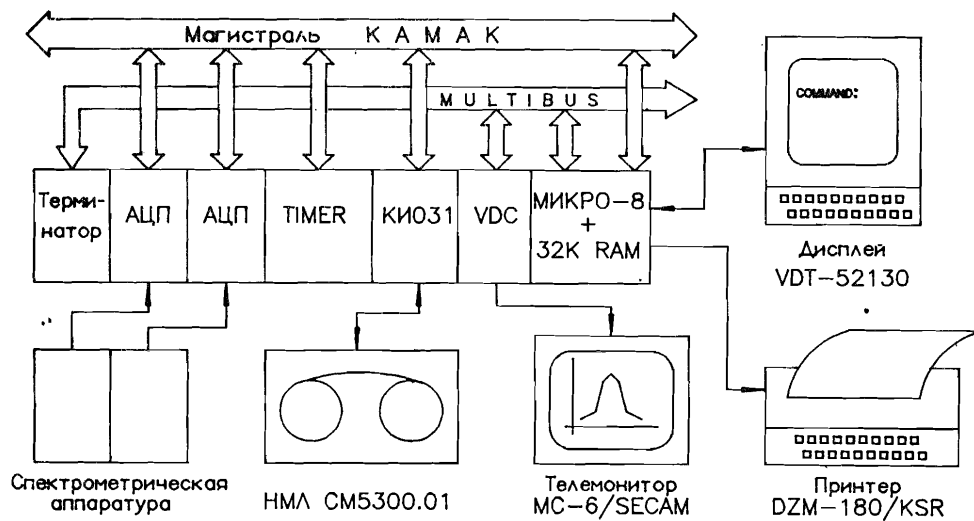


Рис. 1. Состав и коммутация оборудования при эксплуатации программы.

4) аналого-цифровой преобразователь (АЦП) САМ.4.04-1 в 14-й (и 11-й) станции КАМАК;

5) консольное устройство (дисплей) типа VDT-52130. (настоящая программа не допускает использования дисплеев другого типа).

К вспомогательному оборудованию (с точки зрения программы SCOPA) следует отнести:

6) 8-канальный таймер (станция 18 КАМАК);

7) спектрометрическую аппаратуру с п/п детектором;

8) АЦПУ DZM-180/KSR или DZM-180.

Работа программы SCOPA поддерживается системой TRM<sup>4/</sup> и программой-монитором SDK-85. Эти программы следует рассматривать как основное оборудование типа SOFTWARE.

Кроме того, для нормального функционирования программы SCOPA микроЭВМ "Микро-8" должна быть укомплектована следующими схемами:

— контроллером общей шины I8218 (КР580ВГ18) и плоским кабелем, подсоединенным к разъему на задней панели микроЭВМ (использование общей шины предполагает наличие блока-терминатора, размещаемого в произвольной станции крейта — обычно станции 1-2);

— контроллером прерываний (по крайней мере, одним) I8259 (КР580ВН59);

— арифметическим процессором I8231 или АМ9511;

— программируемым таймером I8253 (КР580ВН53);

— универсальным синхронно-асинхронным передатчиком (USART) I8251 (КР580ИК51);

— генератором знаков алфавита — EPROM I2708 (К537РФ1).

Разница между основным и вспомогательным оборудованием заключается в том, что отсутствие каких-либо элементов вспомогательного оборудования лишь ограничивает спектр возможностей программы, отсутствие же хотя бы одного элемента основного оборудования делает эксплуатацию программы либо невозможной, либо бессмысленной или, в худшем случае, может привести к непредсказуемым последствиям. Исходя из этого положения, телемонитор (а следовательно, и VDC, и общую шину), вообще говоря, следует отнести к вспомогательному оборудованию, так как альтернативная (хотя и менее удобная) возможность наблюдения информации обеспечивается командой LIST программы, использующей лишь консольное устройство.

### 3. СТРУКТУРА ПРОГРАММЫ

Структурно программа SCOPA разбивается на два больших раздела: командно-диалоговую часть и видео-часть, каждый из которых подразделяется на множество подпрограмм, обеспечивающих выполнение той или иной функции.

Командно-диалоговая часть занимает 3Кбайт ОЗУ и содержит:

- подпрограмму инициализации с тремя точками входа;
- подпрограммы обработки команд и формирования диагностики;
- интерактивный интерпретатор команд;
- подпрограммы режимов измерения;
- вспомогательные подпрограммы ввода-вывода;
- таблицу командных мнемоник.

Подпрограмма инициализации внутренних переменных построена по табличному принципу, что позволяет легко производить изменения стартовых состояний некоторых элементов или характеристик изображения, как то: цветовую гамму, диапазон шкалы, состояние и положение курсоров и т.п.

Видео-часть занимает около 3,5Кбайт ОЗУ и включает в себя:

- программы формирования отдельных элементов изображения;
- программу вычисления минимальной статистической информации;
- подпрограммы "сборки" и смены изображений;
- всевозможные таблицы.

### 4. ПРЕДСТАВЛЕНИЕ ИНФОРМАЦИИ НА ЭКРАНЕ ТЕЛЕМОНИТОРА

Формирование изображения программой SCOPA производится следующим образом: в "неактивной" области видеопамати строятся

элементы нового изображения и осуществляется из объединение в единую картинку; по окончании данного процесса изменением базового адреса в регистре VDC/3/ эта область памяти становится "активной" (за несколько микросекунд), и соответствующее ей изображение замещает предыдущее в течение 1 кадра. С точки зрения наблюдателя смена изображений производится мгновенно.

#### Формат изображения

В области экрана можно выделить четыре группы элементов (см. рис. 2): информационно-текстовые, гистограмму спектра, курсоры, оци.

Информационно-текстовые элементы занимают три строки в самой верхней части экрана.

Первая строка содержит следующую информацию:

- номер набора данных (SET);
- диапазон набора данных (SCALE);
- разрешение (RESOL);
- режим измерения (MODE);

Эта информация присутствует всегда.

Во второй строке отображаются вычисленные статистические характеристики, а именно:

- выборочное среднее для выделенного курсорами участка спектра;
- дисперсия распределения для выделенного участка;
- интегральное содержимое выделенного участка.

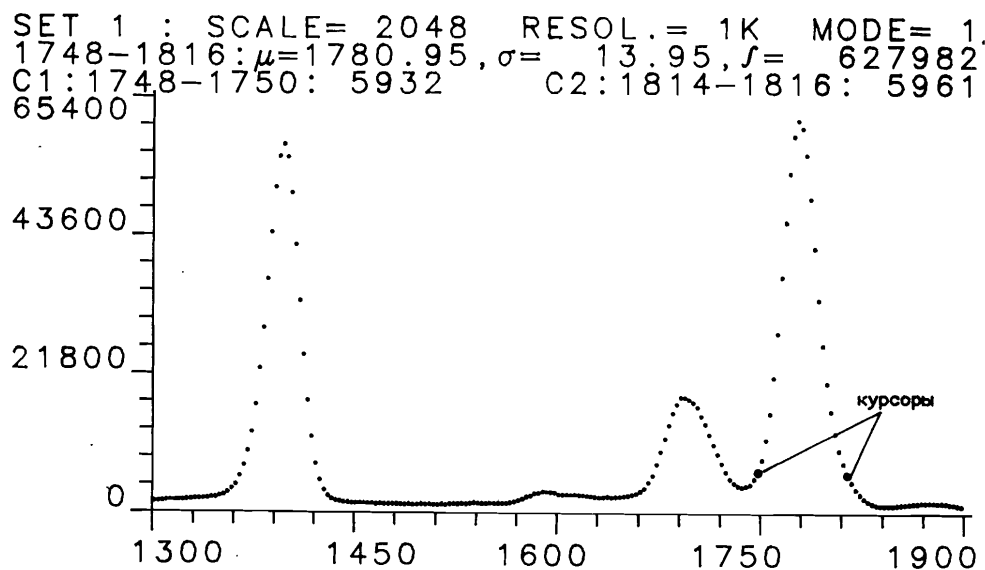


Рис. 2. Примерный вид изображения на экране телемонитора.

Данная строка в режиме "ручного" вычисления статистики может быть пустой.

Третья строка содержит детальную информацию о каналах, маркированных курсорами. В ней изображаются (для каждого курсора) номер соответствующего курсора; номер канала, в котором он позиционирован, и значение содержимого данного канала. Если горизонтальный шаг S больше 1, то есть производится суммирование по S каналам, то указываются номера каналов, которые "захватывает" данный курсор, и суммарное содержимое этих каналов. Информация в этой строке появляется лишь при активации соответствующего курсора, а ее цвет совпадает с цветом курсора. Всю оставшуюся часть экрана занимает изображение гистограммы, для удобства ориентирования ограниченное слева и снизу маркированными осями.

#### 5. РЕЖИМЫ НАКОПЛЕНИЯ ИНФОРМАЦИИ

Для накопления информации (гистограммы) в памяти микроЭВМ зарезервирован банк размером в 4К 16-разрядных слов (8Кбайт), что соответствует полному диапазону 12-разрядного АЦП. Данный АЦП (САМ.4.04-1) может быть запрограммирован на один из четырех возможных диапазонов: 0,5К, 1К, 2К и 4К каналов. При этом можно одновременно иметь в памяти микроЭВМ соответственно 8, 4, 2 и 1 различных набранных гистограмм.

В программе SCOPA в настоящее время реализовано 4 режима измерения, которые идентифицируются указателем MODE на экране телемонитора либо дисплея.

1. Измерение "вслепую". Производится лишь регистрация импульса и добавление 1 в канале банка данных, соответствующем числу, выработанному АЦП. Данный режим обеспечивает минимальное среднее "мертвое" время (порядка 40 мкс) анализатора в целом. Однако при этом отсутствует какой бы то ни было визуальный контроль. Смена изображения в данном случае производится специальной командой с выходом из режима измерения.

2. Полуавтоматический режим с обновлением изображения. Данный режим отличается от предыдущего тем, что через определенные промежутки времени, задаваемые внешним таймером, программа производит обновление изображения на экране телемонитора, после чего управление возвращается процедуре измерения. Инициирование процесса обновления изображения осуществляется прерыванием от LAM сигнала, выданного внешним таймером. При отсутствии в памяти микроЭВМ программы управления таймером данный режим не активируется, о чем выдается соответствующая диагностика. При непоступлении LAM-сигналов вследствие отсутствия модуля таймера в крейте, либо остановленного цикла, или, если LAM-запрос не запрограммирован, данный режим полностью соответствует режиму 1.

3. Измерение в течение временного окна с последующим обновлением изображения в каждом цикле таймера. В данном режиме возможна активация периодического автосброса информации на магнитную ленту.

Начало временного окна, в течение которого производится измерение, совпадает (с точностью до нескольких десятков микросекунд) с появлением LAM-запроса от внешнего таймера. Длительность окна обеспечивается внутренним системным таймером и программируется в диапазоне от нескольких микросекунд до 40 мс.

По закрытии временного окна производится автоматическое обновление изображения. Если был запрограммирован режим автодампа, то выполняется проверка на его необходимость, в зависимости от результата которой он исполняется или нет. После этого управление возвращается петле ожидания следующего LAM-запроса.

4. Четвертый режим измерения полностью идентичен третьему за исключением того, что информация поступает с двух одинаково запрограммированных АЦП и помещается в два различных банка данных. Максимальный доступный диапазон в данном случае ограничен 2048 каналами. В большинстве случаев этого достаточно. С другой стороны, требования к диапазону часто определяются желанием иметь более высокое разрешение. В данном случае такое желание легко удовлетворяется, так как диапазон и разрешение программируются независимо.

## 6. УПРАВЛЕНИЕ ПРОГРАММОЙ

Теперь кратко рассмотрим команды управления программой, что даст представление о ее сервисных возможностях.

Большинство команд программы SCOPA представляют собой аббревиатуры или аббревиатурные буквосочетания, отражающие назначение команды, плюс список позиционных параметров, который может быть пустым. Лишь одна команда MODE имеет помимо позиционных параметров также и ключевые. Последовательность и назначение позиционных параметров в той или иной команде являются естественными, и поэтому их запоминание не представляет особого труда.

Ввод команд этого типа производится с консоли непосредственно после сообщения-подсказки и завершается нажатием клавиши "RETURN". Разделителем между командой и параметрами служит пробел. При вводе команды допускается исправление неверно набранного символа возвратом к нему с помощью клавиши "курсор влево". Ввод команды, кроме того, может быть прерван нажатием клавиши ESC. Функции этих команд изложены в приложении.

К другому типу команд относятся команды оперативного управления изображением, обеспечиваемые клавишами перемещения курсора во всех направлениях. Они дают возможность изменять вертикальный масштаб гистограммы, перемещать гистограмму, либо курсоры вдоль горизонтальной оси.

Команды данного типа не являются "установочными" командами — они лишь активируют тот или иной ранее определенный режим управления изображением. Действие этих команд либо однократное, либо периодическое. В последнем случае оно может быть "перехвачено" другой командой данного типа либо прервано нажатием любой другой клавиши, отличной от указанных.

Автор выражает глубокую благодарность Е.Д.Донцу за постоянный интерес к работе и В.Г.Дудникову за полезные замечания и помощь на всех этапах разработки.

### ПРИЛОЖЕНИЕ. Краткий список команд программы SCOPA

1) Команды DISPLAY. Позволяют выбрать для отображения на экране телемонитора требуемый участок спектра.

DA — дисплеировать весь спектр;  
DP[ K ] — дисплеировать k-ю часть (200 каналов) спектра;  
DC[N[ S ] ] — дисплеировать спектр, начиная с канала N с шагом S.

2) Команды DISPLAY MOVE. Совместно с клавишами "курсор влево/вправо" управляют перемещением изображения вдоль горизонтальной оси.

DMM[ S ] — включает режим однократного ("ручного") перемещения с шагом S.  
DMA[ S ] — включает режим многократного (автоматического) перемещения с шагом S.

3) Команды Y — SCALE. Совместно с клавишами "Курсор вверх/вниз" позволяют варьировать вертикальный размер спектра посредством его масштабирования.

YA — включает режим автоматического масштабирования;  
YM[ XXXXX ] — включает режим "ручного" масштабирования.

4) Команды CURSOR. Выполняют различные управляющие действия над двумя выделенными цветом точками гистограммы — курсорами.

CP[ I[ N ] ] — позиционирует курсор I в канале N;  
CMM[I[ S ] ] — включает режим "ручного" перемещения курсора I с шагом S каналов;

- CMA[ I[ S]] — включает режим автоматического перемещения курсора I с шагом S каналов;
- CD[ I] — деактивирует (стирает) курсор I.
- 5) Операции над различными гистограммами.
- SET[ M] — производит смену отображаемого набора данных;
- RESA[ XXXXX] — устанавливает содержимое каждого канала всего набора в значении XXXXX;
- RESP[ K[ XXXXX]] — аналогично — для части K набора;
- RES[ N1[ N2[ XXXXX]]] — аналогично для каналов с N1 по N2;
- ADD[ M1[ M2[ M3]]] — суммирует содержимое наборов M1 и M2 и помещает результат в набор M3;
- SUB[ M1[ M2[ M3]]] — то же самое в отношении вычитания;
- DIV[ M1[ M2[ M3]]] — аналогично — для деления.
- 6) Команды STATISTIC. Устанавливают режим вычисления статистики.
- SA — включает режим автоматического вычисления статистики;
- SM — выключает режим SA или производит однократное вычисление.
- 7) Команды COLOUR. Изменяют цвет различных элементов изображения.
- CC[ I[ C]] — меняет цвет курсора I в значение C;
- AC[ C] — изменяет цвет осей;
- HC[ C] — изменяет цвет гистограммы;
- BC[ C] — изменяет цвет экрана.
- 8) Периферийные команды.
- LIST[ N1[ N2]] — отображает на экране дисплея содержимое каналов с N1 по N2 в виде таблицы;
- PRINT[ N1[ N2]] — аналогично — для печати;
- WRITE[ N1[ N2]] — записывает содержимое указанных каналов на магнитную ленту в машинно-независимом формате;
- LOAD[ LFN] — считывает содержимое файла LFN с МЛ в банк данных в памяти микроЭВМ.
- 9) Команда EXIT. Передает управление системе TRM.

- 10) Команда FILL. Включает режим накопления информации. FILL[ M1[ M2]] — регистрировать информацию с первого АЦП в банке M1, со второго — M2.
- 11) Команда MODE. Выбирает один из возможных режимов измерения.
- 12) Команда TIMER. Осуществляет переход к программе управления внешним таймером.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Донец Е.Д. и др. ОИЯИ, P17-83-627, Дубна, 1983.
2. Донец Е.Д., Карташов С.В., Овсянников В.П. — В сб.: Краткие сообщения ОИЯИ, № 20-86. Дубна: ОИЯИ, 1986, с.27
3. Дудников В.Г. ОИЯИ, P10-85-81, Дубна, 1985.
4. Карташов С.В. ОИЯИ, P10-87-206, Дубна, 1987.

Рукопись поступила в издательский отдел  
2 апреля 1987 года.