

**СООБЩЕНИЯ
ОБЪЕДИНЕННОГО
ИНСТИТУТА
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ
ДУБНА**

P10-87-1

В.Б.Бруданин, Ц.Вылов, В.И.Пичиц, В.Т.Сидоров

**ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ
АВТОНОМНОЙ СИСТЕМЫ
ДЛЯ СПЕКТРОМЕТРИЧЕСКИХ ИЗМЕРЕНИЙ**

1987

Для исследования распадов радиоактивных нуклидов в Лаборатории ядерных проблем создана трехуровневая система регистрации обработки и анализа спектрометрической информации^{/1/}. Основой нижнего уровня являются спектрометры различных типов, применяемые для измерения энергетического, временного и пространственного распределения излучения и корреляции между ними.

В настоящей работе рассматривается автономный спектрометр нижнего уровня для одномерных и многомерных спектрометрических измерений.

1. КОНФИГУРАЦИЯ АВТОНОМНОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ СПЕКТРОМЕТРИЧЕСКИХ ИЗМЕРЕНИЙ /АССИ/

Система представляет собой управляемый автономным контроллером КК006^{/2/} со встроенной микроЭВМ КМ001^{/2/} крейт КАМАК, который содержит /см.рисунок/:

1. Многоканальный амплитудный анализатор /МАА/ в стандарте КАМАК, состоящий из следующих блоков: КА007, КЛ018, КЛ020, КИ038, КИ036^{/3-5/}.

2. Интерфейсы для приема данных от внешних МАА. Для анализаторов типа УНО-4096 /СССР/, ДИДАК и ТРИДАК /Франция/ и КАНБЕРРА /США/ используется интерфейс КИ016^{/6/}, для анализаторов ИЦА-70 /ВНР/ - интерфейс КИ028^{/3/}. Для разработанных в лаборатории анализаторов в стандарте КАМАК может быть использован входной регистр КР007^{/7/}.

3. Интерфейсы для подключения средств графической обработки спектрометрических данных. В их число входят: интерфейс графопостроителя КИ027^{/3/}, интерфейс цветного телемонитора КИ029^{/8/} или интерфейс черно-белого телевизора КИ033^{/9/}.

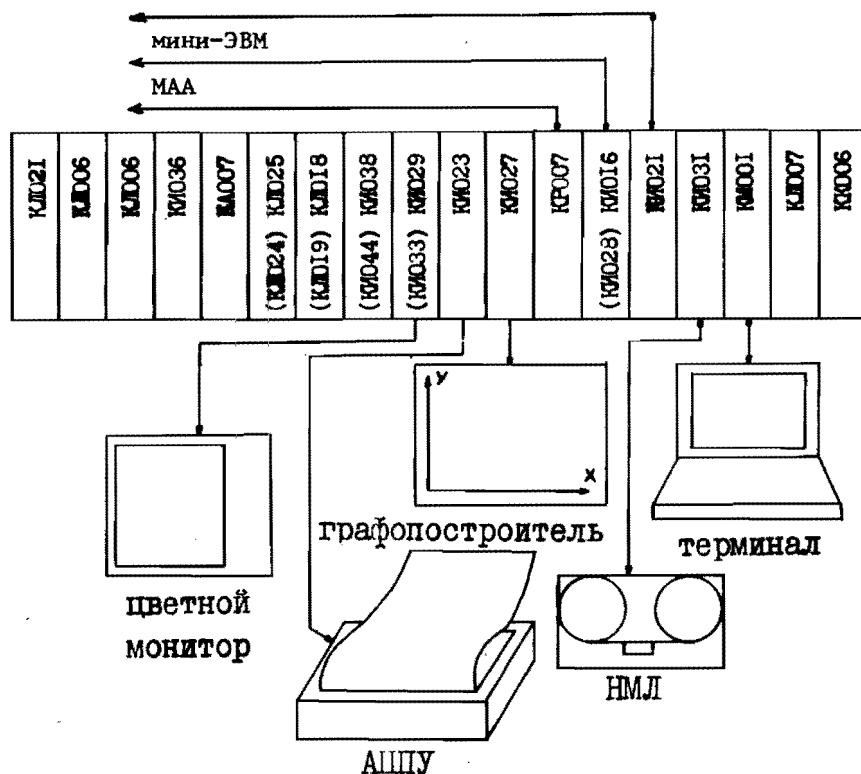
4. Интерфейс цифropечатающего устройства DZM-180 КИ023^{/6/}.

5. Интерфейс накопителя на магнитной ленте СМ 5000.01 - КИ031^{/6/}.

6. Блок межкрейтной связи КИ021^{/6/} для связи с ЭВМ среднего уровня.

7. Блоки КЛ021^{/4/}, КЛ006, КА007 и КА010^{/5/} для проведения многомерных измерений.

Такой состав системы делает ее достаточно универсальной для решения экспериментальных задач ядерной спектроскопии, позволяя проводить многомерные и одномерные спектрометрические измерения, собирать информацию с любых МАА, которые применяются в ОИЯИ, пересылать ее на другие ЭВМ, накапливать на магнитной ленте, проводить графическую обработку информации.



Блок-схема автономной системы для спектрометрических измерений.

2. ПРОГРАММНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ АССИ

1. Общая структура программного обеспечения.

Для измерения, сбора, накопления, обработки и анализа спектрометрических данных на микроЭВМ КМ001 разработан комплекс программ SAM, обеспечивающий управление всей автономной системой для спектрометрических измерений. Пакет написан на ассемблере для КМ001^{2/2}, содержит ~10000 операторов, занимает ~12 Кбайт памяти микроЭВМ. Он условно состоит из монитора, системной библиотеки и библиотеки исполняющих программ. В состав системной библиотеки входят:

1. Программы, обслуживающие связь с алфавитно-цифровым дисплеем.
2. Интерпретатор командной строки.
3. Программы, обслуживающие прерывание.
4. Программы преобразования кодов.

5. Драйверы интерфейсов внешних устройств.
6. Программы, выполняющие арифметические действия.
7. Программы, вычисляющие функции X^N и $X^{1/N}$ / где $N = 1, 2, \dots$ /, $\ln X$.

Монитор пакета SAM производит инициализацию системы, выводит на терминал знак "?" и ожидает подачи команд с клавиатуры. Команды задаются в виде строки символов, окончание которой производится нажатием клавиши <CR>. Далее строку анализирует интерпретатор командной строки и передает управление соответствующей программе. После выполнения программы управление передается монитору.

2. Управление режимами накопления АССИ

Система имеет два режима накопления информации - одномерный и многомерный.

2.1. Одномерный режим накопления

В этом режиме система работает как обычный многоканальный амплитудный анализатор и выполняет следующие команды:

- REST - инициализация МАЗ,
- ACC - включение режима накопления МАЗ,
- NACC - отключение режима накопления МАЗ,
- CLEAR - очистка памяти МАЗ.

Следует отметить, что в состав системы может входить как 16-разрядный МАЗ, что уже отмечалось выше, так и 24-разрядный МАЗ, в состав которого входят следующие блоки КАМАК: КЛ044, КЛ019, КЛ024, КА007, КЛ036^{10/10}.

2.2. Многомерный режим накопления

В многомерном режиме измерения информация от нескольких амплитудно-цифровых преобразователей КА007 с помощью блока КЛ021 записывается в один из двух буферных накопителей КЛ006. После того как один из буферных накопителей заполнится, КЛ021 будет заполнять второй буферный накопитель, а микроЭВМ считывает информацию с первого буферного накопителя и запишет ее на магнитную ленту. Блок КЛ021 позволяет накапливать информацию в блоке КЛ006 с одного до восьми амплитудно-цифровых преобразователей. Спектр с одного из восьми АЦП можно накапливать в МАЗ, находящемся в крейте автономной системы.

В ряде экспериментов помимо амплитудных преобразователей КА007 используются преобразователи заряд - код КА002 и КА010. В этом случае нет возможности использовать блок КЛ021. Поэтому информация с блоков КА002 или КА010, а также КА007 читается по магистрали крейта в буфер ОЗУ микроЭВМ, а потом записывается на ленту. Кроме того, параллельно в памяти микроЭВМ формируются спектры с КА002 или КА010. После того как зарегистрировано оп-

ределенное количество событий с КА010, задаваемое оператором перед экспериментом, спектр, построенный в памяти микроЭВМ, записывается в память КЛ020 анализатора, находящегося в крейте, для наблюдения на экране графического дисплея КИ036. Запись спектра в память анализатора происходит циклически, по мере наполнения спектров в микроЭВМ. В блоке КА010 находятся восемь преобразователей заряд - код на 256 каналов каждый. Поэтому в КЛ020 одновременно могут быть записаны 16 спектров от двух преобразователей КА010 или восьми преобразователей КА002.

Многомерный режим накопления начинает работать по команде WR. После этой команды по запросу микроЭВМ следует указать, используется ли в данном режиме блок КЛ021. Если будет использован блок КЛ021, то следует указать:

- сколько блоков КА007 используется в эксперименте /максимальное количество блоков равно восьми/;
- сколько зон в файле записано на магнитную ленту /длина одной зоны равна 2048 байт/.

Если КЛ021 не будет использован в многомерном режиме накопления, то нужно указать:

- адрес первого блока /КА007 или КА010/ в крейте;
- суммарное количество блоков КА007 и КА010, используемых в эксперименте;
- размерность многомерного режима накопления;
- длину зоны в файле;
- количество зон в файле.

3. Сбор цифровых данных от спектрометров

Для сбора данных, накопленных в различных удаленных спектрометрах, применяются следующие команды:

INP - считывание в ОЗУ микроЭВМ через входной регистр КР007 4096 16-разрядных слов из многоканального анализатора в стандарте КАМАК;

INP24 - аналог INP, но для 24-разрядных слов;

CAND - считывание в ОЗУ микроЭВМ через интерфейс КИ016 /КИ028/ спектра в двоично-десятичном коде с последующим преобразованием в двоичный код /для анализаторов ТРИДАК, ДИДАК, КАНБЕРРА и ИЦА-70/.

Для МАА, входящего в состав АССИ, имеются следующие аналогичные команды:

INPCM16 - считывание в ОЗУ микроЭВМ 4096 16-разрядных слов из МАА;

INPCM24 - считывание в ОЗУ микроЭВМ 4096 24-разрядных слов из МАА.

4. Хранение и поиск данных

Задачей созданного пакета является запись, чтение, поиск и хранение аппаратурных спектров на магнитной ленте. Каждый спектр, записанный на магнитной ленте, имеет идентификатор, ха-

рактеризующий условия измерения /протокол/. Общее число знаков идентификатора 72. Идентификатор формируется при записи спектра на ленту. Данные на ленте формируются в виде файлов - участков с записанными данными, которые с обеих сторон отмечены маркерами файла. Каждый файл имеет название /до восьми символов/, содержит одну зону данных и предназначен для записи одного спектра и его идентификатора. Для управления НМЛ используются следующие команды:

TP/A1 - выбор магнитофона; в системе может быть два магнитофона; A1 = 0 или 1;

RW - перемотка ленты;

WRF - запись спектра из ОЗУ микроЭВМ на магнитную ленту /запись файла/;

RDF - чтение спектра с файла на магнитной ленте в ОЗУ микроЭВМ;

LTN/A1 - пропуск A1 маркеров файлов вперед и чтение идентификатора спектра перед A1 маркером файла;

LTP/A1 - аналог команды LTN, но при чтении назад;

EXN/A1 - просмотр A1 идентификаторов спектров при чтении вперед;

EXP/A1 - аналог команды EXN, только при чтении назад;

FND/LB - поиск спектра с заданным идентификатором;

LB - идентификатор спектра.

5. Графическое представление спектров

Разработанный пакет программ осуществляет на экране дисплея различных типов /в зависимости от типа интерфейса КИ029 или КИ033/ графическое изображение аппаратурных спектров с целью контроля их качества и задания начальных приближений /разметки/ для последующей обработки, а также позволяет производить вычерчивание этих спектров с помощью графопостроителя. Программа разметки спектра SPE является самостоятельной и ее можно использовать вне пакета системы SAM. Программа SPE работает с интерфейсом цветного монитора КИ029. Для интерфейса черно-белого телевизора КИ033 разработана программа SPE1, команды которой совпадают с командами программы SPE. По команде SPE монитор системы SAM передает управление монитору программы SPE и на цветном мониторе с графическим полем 512x256 точек и числом цветов 8 появляется изображение спектра. Перед командой SPE спектр должен быть записан в ОЗУ микроЭВМ. С помощью команд программы SPE можно вывести на экран любой участок спектра произвольной длины. Перемещение участка спектра на экране цветного монитора может производиться влево и вправо на длину выбранного участка для просмотра всего спектра. По вертикали возможно изменение масштаба в сторону как увеличения, так и уменьшения. Перемещение маркера производится влево или вправо на один канал. Команды разметки участка спектра позволяют, используя маркер, указывать левую и правую границы пика. Параметры указываемых точек, т.е. но-

мер канала и его содержимое, а также номер участка запоминаются в буферной зоне ОЗУ для последующей обработки размеченных пиков методом моментов^{11/}. Полный перечень команд программы SPE приводится в таблице.

/продолжение/

Таблица

Команды обработки спектра

1. <u>Вспомогательные команды:</u>	
S/A1	- установка размера выводимого участка спектра в A1 каналов,
COLO	- изменение окраски элементов спектра на экране цветного монитора,
GI	- вывод спектра в виде гистограммы,
NGI	- отмена команды,
STOP	- передача управления монитору системы.
2. <u>Перемещение маркера:</u>	
R	- вправо на 1 канал,
L	- влево на 1 канал,
A	- автоматическое передвижение маркера; направление движения устанавливается предварительно поданной командой R или L.
3. <u>Перемещение спектра:</u>	
N	- вправо на A1 каналов, установленных командой S/A1,
P	- влево на A1 каналов, установленных командой S/A1,
Y	- увеличение масштаба по вертикали в 2 раза,
D	- уменьшение масштаба по вертикали в 2 раза,
LN	- вывод следующего участка спектра, начиная от положения маркера,
LP	- вывод предыдущего участка спектра по отношению к положению маркера.
4. <u>Команды разметки участка спектра:</u>	
T	- установка неподвижного маркера слева и справа от пика /разметка пика/,
MEM	- запоминание размеченного участка,
DEL	- отказ от последнего размеченного участка,
DELG	- отказ от всей разметки,
PRG	- распечатка всех размеченных участков,
TRK	- устанавливает режим трафаретной разметки для следующих обрабатываемых спектров,
NTRK	- отмена режима TRK.

5. Команды обработки спектра методом моментов:

MMC	- обработка всех размеченных участков спектра методом моментов,
MMTT/A1,A2	- обработка участка спектра с выводом результатов на дисплей /A1,A2 - номера каналов спектра слева и справа от пиков/,
MMLP/A1,A2	- обработка участка спектра с выводом результатов на цифропечать.

Как уже отмечалось, спектр можно вывести на графопостроитель через интерфейс КИ027. Этот блок обеспечивает разрешение 1024x1024 точки, поэтому вычерчивание спектра производится участками по 1024 канала. Управление графопостроителем осуществляется с помощью следующих команд:

- FRM/A1,A2 - формирует участок спектра от канала A1 до канала A2 для вывода на графопостроитель;
- STR - выводит на графопостроитель сформированный командой FRM участок спектра; если указанный участок больше 1024 каналов, то будет выведено 1024 точки, после чего надо подать следующую команду STR, предварительно установив перо графопостроителя в нужное место;
- LIN - включает управление пером;
- MLIN - отключает управление пером;
- MIN - вывод точки с координатой /0,0/;
- MAX - вывод точки с максимальной координатой по оси X и Y.

6. Обмен данными с ЭВМ различных уровней

Экспериментальные данные могут быть переданы из ОЗУ микроЭВМ через блок последовательной связи КИ021 в малую ЭВМ для полной обработки. Возможна и обратная ситуация, когда микроЭВМ принимает экспериментальные данные от малой ЭВМ, например СМ-4. В системе SAM имеются следующие команды для управления вводом и выводом данных через блок КИ021:

- GET - прием массива 4096 16-разрядных слов;
- GET24 - прием массива 4096 24-разрядных слов;
- SEND - передача спектра с идентификатором;
- SENA - передача спектра без идентификатора.

В заключение следует отметить, что АССИ пригодна для проведения подавляющего числа ядерно-спектроскопических экспериментов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бруданин В.Б. и др. ОИЯИ, 6-82-23, Дубна, 1982.
2. Сидоров В.Т. и др. - ПТЭ, 1980, № 6, с.48-54.
3. Антюхов В.А. и др. ОИЯИ, 10-80-650, Дубна, 1980.
4. Василев Д. и др. ОИЯИ, P10-84-860, Дубна, 1984.
5. Антюхов В.А. и др. ОИЯИ, 10-83-900, Дубна, 1983.
6. Антюхов В.А. и др. ОИЯИ, 10-12912, Дубна, 1979.
7. Журавлев Н.И. и др. ОИЯИ, 10-9479, Дубна, 1976.
8. Вьонг Дао Ви и др. ОИЯИ, 10-81-755, Дубна, 1981.
9. Антюхов В.А. и др. ОИЯИ, 10-82-844, Дубна, 1982.
10. Антюхов В.А. и др. ОИЯИ, P10-85-922, Дубна, 1985.
11. Hamilton J.H. - In: The Electromagnetic Interaction in Nuclear Spectroscopy. Amsterdam Nork - Holland Publishing Company, 1975, p.441.

Рукопись поступила в издательский отдел
4 января 1987 года.

Бруданин В.Б. и др.

P10-87-1

Программное обеспечение автономной
системы для спектрометрических измерений

Описывается аппаратная и программная организация автономной системы сбора, накопления и предварительной обработки спектрометрической информации на основе микроЭВМ КМ001 и аппаратуры в стандарте КАМАК. Приводятся состав и структурная схема системы, а также краткое описание программ сбора цифровых данных от спектрометров, поиска аппаратурных спектров, визуального представления и предварительной обработки данных.

Работа выполнена в Лаборатории ядерных проблем ОИЯИ.

Сообщение Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1987

Перевод О.С.Виноградовой

Brudanin V.B. et al.

P10-87-1

Autonomous System Software for Spectrometric
Measurements

The hardware and software organization of the off-line system of acquisition, accumulation and preliminary processing of spectrometric data is described. The system is based on the КМ001 microcomputer and CAMAC equipment. The configuration and structure flowchart of the system are given. Programs allowing one to acquire numerical data from the spectrometers, to search for instrumental spectra, visual presentation and preliminary processing of spectrometric data are briefly described.

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

Communication of the Joint Institute for Nuclear Research. Dubna 1987