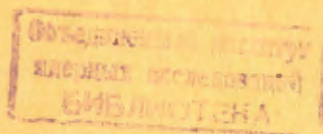


83-552



сообщения
объединенного
института
ядерных
исследований
Дубна



10-83-552

В.Т.Сидоров

АВТОНОМНАЯ МИКРОПРОЦЕССОРНАЯ СИСТЕМА
ДЛЯ НАКОПЛЕНИЯ СПЕКТРОВ
НА МАГНИТНОЙ ЛЕНТЕ
И ИХ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЙ ОБРАБОТКИ

1983

1. ВВЕДЕНИЕ

Для проведения спектрометрических исследований в Лаборатории ядерных проблем создана трехуровневая система регистрации, обработки и анализа спектрометрической информации^{1/1}. Нижний уровень системы образуют спектрометры на основе анализаторов и микро-ЭВМ, которые предназначены для регистрации, преобразования и накопления данных. Средний уровень, основой которого является малая ЭВМ ЕС-1010, - это аппаратура сбора накопленной информации и ее предварительной обработки. На верхнем уровне системы находится ЭВМ ЕС-1040, которая принимает информацию от ЭВМ предыдущего уровня и производит ее полную обработку.

Для того, чтобы разгрузить ЭВМ среднего уровня от рутинных операций по сбору данных от большого количества спектрометров и некоторых операций предварительной обработки, создана автономная микропроцессорная система для накопления спектров на магнитной ленте, их предварительной обработки и вывода на внешние устройства.

2. КОНФИГУРАЦИЯ СИСТЕМЫ

Система представляет собой управляемый автономным контроллером со встроенной микро-ЭВМ КМ 001^{2/} крейт КАМАК, который содержит интерфейсы устройств ввода-вывода /рис.1/.

Спектры могут вводиться в память микро-ЭВМ из анализатора в стандарте КАМАК /3/ через входной регистр КР 007^{4/}, из накопителя на магнитной ленте /НМЛ/ ИЗОТ 5003 через интерфейс КИ 031^{5/} или из малой ЭВМ через интерфейс межкрейтной связи КИ 021^{6/}.

После соответствующей обработки данные могут быть выведены на осциллографический дисплей через интерфейс КИ 011^{7/}, на АЦПУ через интерфейс КИ 023^{8/} или графопостроитель через интерфейс КИ 027^{9/}. Они могут быть также записаны на магнитную ленту или переданы в малую ЭВМ для окончательной обработки.

Микро-ЭВМ КМ 001 /на основе 8-разрядного микропроцессора КР580ИК80А/ работает в составе контроллера крейта и содержит 9К байт СПЗУ /ЗК - монитор микро-ЭВМ и 6К - рабочие программы/ и 27К байт ОЗУ для хранения данных.

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЦЕНТР

БИЕЛ

ОИ И

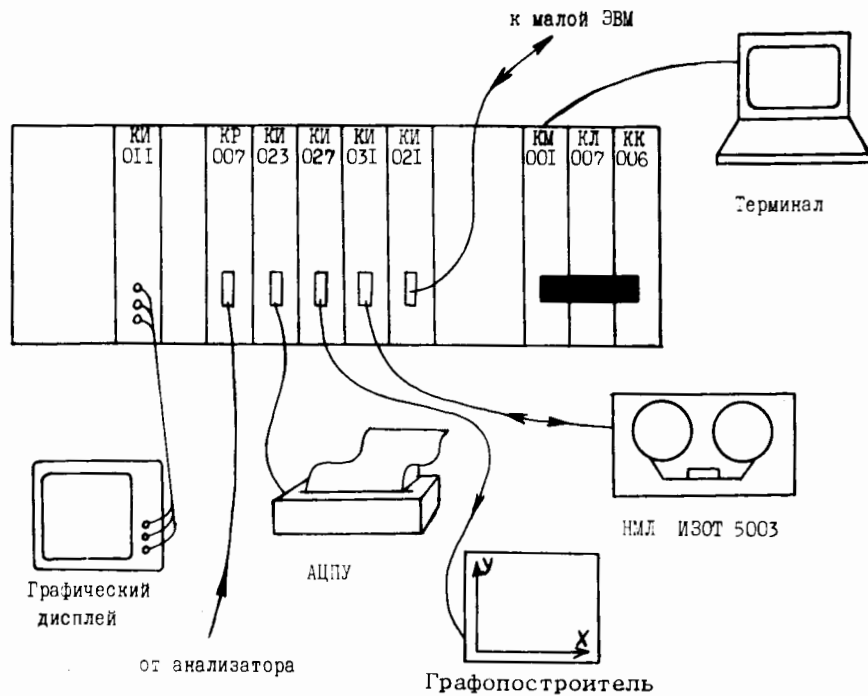


Рис.1. Конфигурация системы.

3. РАЗМЕЩЕНИЕ ДАННЫХ НА МАГНИТНОЙ ЛЕНТЕ

Данные на ленте формируются в виде файлов - участков с записанными данными, которые с обеих сторон отмечены маркерами файла /МФ/. Каждый файл содержит одну зону данных и предназначен для записи одного спектра из 4096 каналов /по 2 байта каждый/ и его идентификатора /заголовка/, для которого отводится 72 байта. Таким образом, общая емкость файла составляет 8264 байта.

В начале работы системы магнитная лента должна быть размечена специальной программой, которая описана ниже. При этом на ленту записываются подряд заготовки описанных файлов /рис.2/.

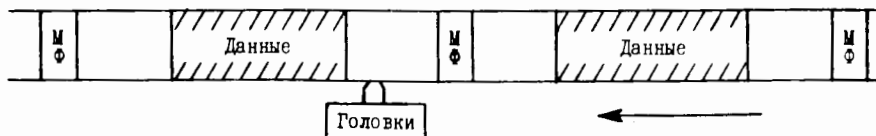


Рис.2. Размещение данных на магнитной ленте и расположение головок НМЛ при остановке ленты /МФ - маркер файла; стрелкой показано направление движения ленты при записи/.

Работа с лентой производится таким образом, что после записи или считывания данных или поиска нужного файла она всегда останавливается так, что рабочие головки НМЛ оказываются после зоны данных нужного файла.

4. ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ СИСТЕМЫ

Система работает под управлением пакета программ, который обеспечивает управление всей системой, пересылку данных между внешними устройствами и их графическую обработку. Пакет называется MACS /Management And Communication System/ и размещен в СПЗУ микро-ЭВМ.

Он состоит из монитора, программы интерпретатора командной строки, исполняющих программ и библиотек подпрограмм, обеспечивающих взаимодействие с устройствами ввода-вывода /рис.3/.

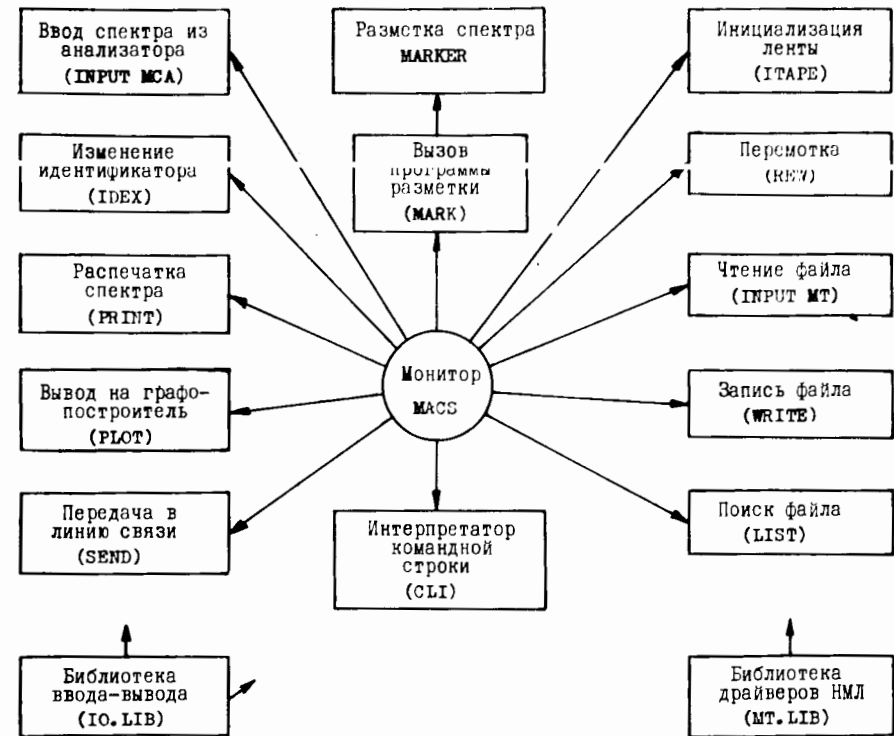


Рис.3. Блок-схема пакета MACS.

4.1. Монитор

Монитор пакета MACS в начале работы выводит на экран терминала знак "-" и ожидает подачи команд с клавиатуры. Команды задаются в виде строки, окончание которой производится нажатием клавиши CR /возврат каретки/. Она может содержать одно или несколько слов, разделенных пробелами.

После приема командной строки /КС/ монитор вызывает программу ее интерпретатора, которая идентифицирует первое слово в соответствии со своей таблицей командных слов и возвращает в монитор его порядковый номер. Затем монитор вызывает исполняющую программу, соответствующую этому номеру. После ее выполнения управление передается в монитор, который снова готов к приему КС.

4.2. Интерпретатор командной строки

Эта программа /CLI/ содержит таблицу командных слов /см. табл.1/. При вызове программы CLI ей передается адрес /указа-

Таблица 1

Таблица командных слов

CO /Console Output/	- терминал
LP /Line Printer/	- АЦПУ
MCA /MultiChannel Analiser/	- анализатор
MT /Magnetic Tape/	- НМЛ
MSP /Marked SPectrum/	- размеченный спектр
ITAPE /Initialization of TAPE/	- инициализация ленты
PLOT /PLOT/	- вывод на графопостроитель
INPUT /INPUT/	- ввод спектра в ОЗУ
PRINT /PRINT/	- распечатка спектра
LIST /LIST/	- распечатка идентификаторов /поиск файла/
WRITE /WRITE/	- запись на ленту
IDEX /IDentifier EXchange/	- изменение идентификатора
MARK /MARKer/	- разметка спектра
REW /REWind/	- перемотка ленты
SEND /SEND/	- передача спектра

тель/ той ячейки буфера КС в ОЗУ, откуда надо начинать выборку слова команды. Начиная с этого адреса, программа ищет первый код, не равный коду пробела, а затем считывает слово до первого кода пробела или кода CR. Выделенное из КС слово сравнивается

со словами, имеющимися в таблице, и в вызвавшую программу возвращается число, равное порядковому номеру аналогичного слова в таблице. Если слову из КС не было найдено аналога в таблице CLI, то возвращается число 200 - признак ошибки. Если из КС был выбран код CR, то возвращается число 100 - признак окончания КС.

При возврате управления из CLI указатель содержит адрес следующей после окончания обрабатываемого слова ячейки буфера КС, что позволяет сделать повторный вызов CLI для обработки следующего слова КС.

4.3. Исполняющие программы пакета

Все исполняющие программы оформлены в виде процедур /подпрограмм/, вызываются монитором в соответствии с первым словом командной строки и после завершения работы передают управление в монитор. Если для исполняющей программы нужны исходные параметры, то она сама анализирует последующие слова командной строки с помощью программы CLI или запрашивает их у оператора через терминал. При обнаружении ошибки в задании команды управление передается в монитор, а на экран терминала выводится сообщение об ошибке.

Список исполняемых команд приведен в табл.2. Слова, указанные в таблице в скобках, можно опустить - они воспринимаются по умолчанию.

Таблица 2

Список команд, выполняемых системой

REW	- перемотка ленты
ITAPE	- инициализация ленты
INPUT /MCA/	- ввод спектра в ОЗУ из анализатора
INPUT MT	- ввод спектра в ОЗУ с ленты
LIST /CO/	- распечатка идентификаторов с ленты на терминал /поиск файла/
LIST LP	- распечатка идентификаторов с ленты на АЦПУ /поиск файла/
PRINT /CO/	- распечатка спектра на терминал
PRINT LP	- распечатка спектра на АЦПУ
MARK	- вызов программы разметки спектра
WRITE	- запись спектра из ОЗУ на ленту
WRITE MSP	- запись результатов разметки на ленту
PLOT	- вывод на графопостроитель
SEND	- передача спектра в линию связи

4.3.1. По команде REW выполняется перематка ленты с предварительной проверкой готовности НМЛ.

4.3.2. Программа ITAPE осуществляет начальную разметку ленты. При этом производится перематка, а затем на ленту последовательно записываются файлы с одной зоной данных, величина которой /8264 байта/ соответствует объему спектра. В поле идентификатора /начало зоны/ записываются в кодах ASCII порядковый номер файла и слова FREE ZONE - свободная зона.

Для окончания работы программы необходимо с клавиатуры подать код CTRL/E. По этой команде программа заканчивает запись очередного файла, делает перематку ленты и выводит на экран терминала сообщение о количестве записанных файлов.

4.3.3. Программа ввода спектра в ОЗУ микро-ЭВМ по команде INPUT производит считывание через входной регистр КР 007 4096 16-разрядных слов из многоканального анализатора и помещает их в зону данных ОЗУ.

По команде INPUT MT производится считывание зоны данных из выбранного файла НМЛ.

4.3.4. Программа изменения идентификатора по команде IDEX выводит на экран терминала идентификатор спектра, который находится в ОЗУ микро-ЭВМ и запрашивает команду оператора на его изменение. После утвердительного ответа нужно ввести новый идентификатор, который может содержать до 72 знаков. Если вводится меньшее количество знаков, то оставшимся присваивается код пробела.

4.3.5. Программа распечатки идентификаторов спектров по команде LIST производит вывод заголовков файлов с ленты на экран терминала или на АЦПУ /по команде LIST LP/. При запуске программа выводит на экран вопрос о номере файла, участок ленты которого находится в настоящее время под головками НМЛ /текущий файл/. После указания номера и нажатия клавиши возврата каретки программа производит считывание зоны данных текущего файла, распечатку номера файла и считанного идентификатора. Далее она переходит в режим ожидания команд с клавиатуры, которые могут быть следующими:

- " /пробел/ - считывание зоны данных следующего файла и распечатка его номера и идентификатора,
- " ^ " - считывание зоны данных предыдущего файла и распечатка его номера и идентификатора,
- "CR" - выход из программы LIST.

Эта программа предназначена для поиска нужного файла и для составления каталога файлов магнитной ленты.

4.3.6. Программа распечатки спектра производит по команде PRINT вывод содержимого каналов спектра, который находится в ОЗУ, на экран терминала или на АЦПУ /по команде PRINT LP/. При запуске программа запрашивает начальный и конечный номера распечатываемых каналов. После ввода этих двух чисел /разделенных пробелом/ она выводит на выбранное устройство идентификатор спектра, а затем содержимое его каналов по 10 в строке.

4.3.7. По команде MARK управление передается в программу разметки спектра MARKER. Последняя работает со спектром, каждый канал которого содержит 3 байта данных. Поэтому программа MARK предварительно на каждый канал спектра добавляет в память еще один /старший/ байт, содержимое которого равно нулю.

При возврате из программы разметки происходит обратное преобразование данных спектра.

4.3.8. По команде WRITE одноименной программой производится запись данных спектра из ОЗУ на магнитную ленту в зону данных выбранного файла. Перед тем как начать передачу данных в НМЛ, вызывается программа IDEX, чтобы изменить идентификатор, если нужно.

После окончания записи данных на ленту производится контрольное считывание и сравнение. При наличии ошибки процедура повторяется. Если файл трижды записывается с ошибками, то в зону выбранного файла заносится файл, в поле идентификатора которого помещены в кодах ASCII слова "BAD ZONE" /плохая зона/, а на экран терминала выводится сообщение "NOT WRITTEN".

По команде WRITE MSP на ленту записываются данные - результаты разметки спектра. Вначале программа переносит данные разметки в поле хранения спектра ОЗУ микро-ЭВМ, далее производится процедура, описанная выше.

4.3.9. Программа PLOT производит вывод данных на графопостроитель через интерфейс КИ 027. Этот блок обеспечивает разрешение 1024x1024 точек, поэтому вычерчивание спектра производится участками по 1024 канала. После задания начального выводимого канала выполняется нормировка выбранного участка на максимум. Определяется канал с максимальным значением и, если оно больше 1023, вычисляется коэффициент нормировки путем деления значения этого канала на 1023. Далее производится перевод пера графопостроителя в начало координат, его опускание и последовательный вывод значений каналов спектра с предварительным делением на коэффициент нормировки.

После вывода 1024-го канала участка или последнего канала спектра перо поднимается и осуществляется возврат из программы в монитор пакета MACS.

4.3.10. Программа передачи, вызываемая командой SEND, предназначена для передачи спектра из ОЗУ микро-ЭВМ через блок по-

следовательной связи КИ 021 в малую ЭВМ для полной обработки. После запуска программа запрашивает у оператора готовность приемного устройства. При отрицательном ответе производится возврат из программы, при положительном - начинается передача данных. Сначала передается 72 байта идентификатора, затем слово, содержащее число 4096 /количество каналов/, затем следует содержимое каналов спектра, начиная с нулевого. Каждому каналу соответствуют 4 байта, причем первым передается младший. К двум байтам каждого канала спектра добавляются 2 нулевых байта, т.к. программы приема и обработки малой ЭВМ рассчитаны на спектры с 4-байтовыми каналами.

5. ПРОГРАММА ГРАФИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ /РАЗМЕТКИ/ СПЕКТРА

Программа разметки спектра MARKER является самостоятельной, и ее можно использовать вне пакета MACS. Программа осуществляет прием исходного спектра, который содержит 4096 каналов по 24 разряда, из малой ЭВМ через блок связи КИ 021 в ОЗУ микро-ЭВМ, вывод на экран графического дисплея зоны из 128 каналов спектра, выполняет команды по ее обработке, подаваемые с терминала, и выдачу размеченного спектра в линию связи.

При запуске программа производит формирование массива данных, которые непосредственно могут выводиться на экран графического дисплея для изображения спектра. Поскольку интерфейс графического дисплея КИ 011 позволяет выводить по оси x 6 разрядов, этот массив /назовем его "индицируемым спектром"/ содержит 4096 8-разрядных слов, которые состоят из младших разрядов содержимого каждого канала. Причем для любого канала, где хотя бы один из отброшенных старших разрядов содержит "1", устанавливается максимальное значение - 255. После этого производится циклический вывод на экран содержимого 128 начальных каналов индицируемого спектра.

5.1. Команды обработки спектра

Они задаются оператором с терминала. Каждая команда подается нажатием одной клавиши /см.табл.3/. Программа вывода спектра на экран в конце каждого цикла проверяет, подавалась ли какая-либо команда, и при ее наличии выполняет требуемое действие.

5.1.1. Перемещение спектра на экране дисплея может производиться влево и вправо на один канал или на 32 канала для быстрого просмотра. Команды перемещения спектра по вертикали вызывают переформировку индицируемого спектра, т.е. выборку из содержимого каждого канала исходного спектра 8 соседних разрядов с номером начального, на единицу меньшим или большим номера предыдущего.

5.1.2. Перемещение маркера производится влево или вправо на один канал. Если маркер установлен в правый крайний на экране канал, то при подаче команды перемещения маркера вправо он устанавливается в левый крайний канал. Аналогично выполняется перемещение влево из левой крайней точки.

Маркер представляет собой точку повышенной яркости /подсвечивается в 30 раз чаще, чем неотмеченные точки/, которая появляется на экране после подачи первой команды перемещения маркера. Убирается маркер при любом перемещении спектра по горизонтали. При этом ордината его положения на экране сохраняется, и при следующем вызове маркера он появляется на экране в канале с ординатой, на 1 меньше или больше.

Таблица 3

Команды обработки спектра

- | | |
|--------------------------------------|---|
| 1. Перемещение спектра: | |
| " → " | - вправо на 1 канал |
| " ← " | - влево на 1 канал |
| " + " | - вправо на 32 канала |
| " - " | - влево на 32 канала |
| " ↑ " | - вверх на 1 разряд |
| " ↓ " | - вниз на 1 разряд |
| 2. Перемещение маркера: | |
| " " /пробел/ | - вправо на 1 канал |
| " ^ " | - влево на 1 канал |
| 3. Команды разметки участка спектра: | |
| "L" /Left/ | - левая граница |
| "R" /Right/ | - правая граница |
| "U" /Up/ | - максимум |
| "D" /Down/ | - минимум |
| "A" /Abort/ | - отказ от размеченных точек участка |
| "C" /Close/ | - конец разметки участка |
| 4. Прием и передача спектра: | |
| "E" /Entry/ | - прием спектра из линии связи |
| "T" /Transmission/ | - передача размеченного спектра в линию связи |
| 5. Вспомогательные команды: | |
| "P" /Peak/ | - площадь пика |
| "S" /Smooth/ | - коррекция /сглаживание/ канала |
| "G" /Go out/ | - выход из программы разметки |

5.1.3. Команды разметки участка спектра позволяют, используя маркер, указывать левую и правую границы участка и местоположения пиков /максимумов и минимумов/ внутри этих границ. Максимальная ширина участка может составлять 128 каналов. При исполнении команд разметки параметры указываемых точек, т.е. номер канала и его содержимое, а также номер участка спектра запомнятся в буферной зоне ОЗУ и выводятся на экран терминала. Количество отмеченных на размечаемом участке пиков может быть произвольным, количество минимумов и максимумов должно быть одинаковым. Порядок установки последних может быть произвольным, но последовательность установок минимумов и установок максимумов должна быть одинаковой.

На экране графического дисплея границы участка отмечаются вертикальными линиями, а последние минимум и максимум - точками повышенной яркости /подсвечиваются в 10 раз чаще, чем неотмеченные точки/.

Команда окончания разметки участка переносит данные о размеченных точках в зону обработанных данных ОЗУ и помещает их после данных разметки предыдущего участка. При этом производится проверка правильности этой процедуры: номер канала правой границы должен быть больше номера канала левой границы, количество максимумов должно соответствовать количеству минимумов. При несоблюдении этих условий на экран выводится сообщение об ошибке.

Команда отказа от размеченных точек позволяет начать разметку участка сначала.

5.1.4. Прием спектра и передача результатов разметки в линию связи производится через интерфейс КИ 021. Формат пересылаемых данных соответствует формату, принятому в программах обработки для малой ЭВМ/9/. Первые 72 байта принимаемого спектра составляют коды ASCII идентификатора спектра, следующие 2 байта содержат число, равное количеству каналов в спектре, далее следует содержимое каналов спектра с нулевого по 4095-й. Каждому каналу соответствуют 4 байта, причем первым передается младший.

При передаче размеченного спектра вначале идут 72 байта идентификатора и 2 байта числа, равного количеству размеченных блоков /участков/ спектра, затем следуют сами блоки в том порядке, в каком они были размечены. Каждый блок содержит следующие 4-байтовые слова /в порядке их передачи/:

- количество каналов в блоке,
- количество пиков в блоке,
- степень фонового полинома /устанавливается "1"/,
- номер первого канала блока,
- первый канал блока,
- второй канал блока,
- .
- .
- .

- последний канал блока,
 - номер канала 1-го максимума блока,
 - содержимое этого канала,
 - номер канала 1-го минимума блока,
 - содержимое этого канала,
 - номер канала 2-го максимума блока,
 - содержимое этого канала
- и т.д.

5.1.5. Вспомогательные команды обеспечивают вычисление площади пика /участка между левой и правой границами/, коррекцию спектра и выход из программы разметки.

При вычислении площади на экран терминала выводится площадь пика без фона, площадь фона отмеченного участка и интегральная /полная/ площадь участка спектра. В памяти микро-ЭВМ эти результаты не запоминаются.

Коррекция спектра производится в случае аппаратных или программных сбоев, в результате которых искажается содержимое отдельных каналов. В такой канал командой коррекции можно занести число, равное полусумме значений соседних, предварительно указав канал маркером.

6. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Программа пакета МЭС занимает 6К байт ОЗУ. Она написана на языке ассемблера и языке высокого уровня PL/M/10/. На ассемблере написаны программа MARKER, программы работы с НМЛ и драйверы интерфейсов устройств ввода-вывода.

3К байт ассемблерных программ /из них 2К - программа MARKER/ соответствуют 1860 строкам текста. Программы, написанные на PL/M, занимают 3К байт /700 строк/.

В заключение автор приносит благодарность В.В.Бруданину за полезные обсуждения и апробацию системы, А.Н.Синаеву и Ц.Вылову за поддержку работы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бруданин В.В. и др. ОИЯИ, 6-82-23, Дубна, 1982.
2. Сидоров В.Т., Синаев А.Н., Чурин И.Н. ПТЭ, 1980, № 6, с.48-54.
3. Антюхов В.А., Журавлев Н.И., Синаев А.Н. ОИЯИ, P10-80-312, Дубна, 1980.
4. Журавлев Н.И. и др. ОИЯИ, 10-9479, Дубна, 1976.
5. Ле Зон Пхир, Сидоров В.Т. ОИЯИ, 10-81-517, Дубна, 1981.
6. Синаев А.Н., Чурин И.Н. ОИЯИ, 10-80-119, Дубна, 1980.
7. Петров А., Сидоров В.Т., Синаев А.Н. ОИЯИ, 10-11015, Дубна, 1977.

8. Антюхов В.А. и др. ОИЯИ, 10-80-650, Дубна, 1980.
9. Гаджоков В. ЭЧАЯ, 1980, т. 11, вып.6, с.1474.
10. McCracken D. A Guide to PL/M Programming for Microcomputer Applications. Addison-Wesley Publ. Comp., 1978.

Сидоров В.Т. 10-83-552

Автономная микропроцессорная система для накопления спектров на магнитной ленте и их предварительной обработки

Описывается автономная система в стандарте КАМАК, которая представляет собой кейт, управляемый контроллером со встроенной микро-ЭВМ KM 001. Система содержит интерфейсы для подключения анализатора, НМЛ ИЗ0Т 5003, графического дисплея, графопостроителя, АЦПУ, а также интерфейса последовательной связи с базовой ЭВМ. Система работает под управлением пакета программ MACS, который обеспечивает прием спектров в ОЗУ микро-ЭВМ из анализатора, с магнитной ленты или из линии связи, графическую обработку /разметку/ спектра, распечатку его на экране терминала или АЦПУ, вывод на графопостроитель, запись на магнитную ленту и передачу в линию связи спектра или результатов разметки из ОЗУ, а также поиск нужного файла на ленте и составление каталога магнитной ленты.

Работа выполнена в Лаборатории ядерных проблем ОИЯИ.

Сообщение Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1983

Sidorov V.T. 10-83-552

Autonomous System for Spectra Collection on Magnetic Tape and Their Preliminary Processing

The CAMAC system including the crate controlled by the KM 001 microcomputer with interfaces for multichannel analyser, magnetic tape unit IZOT 5003, graphic display, plotter, line printer and module for serial link with a minicomputer is described. The system works under control of software package MACS /Management and Communication System/ which provides spectrum reception from the analyser, magnetic tape or minicomputer, their preliminary processing, plotting and printing of results at the CRT or a line printer, writing on the magnetic tape and transmission to the minicomputer. It provides the search for a needed file on magnetic tape and composition of a catalogue.

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

Communication of the Joint Institute for Nuclear Research, Dubna 1983

Перевод О.В. Виноградовой

Рукопись поступила в издательский отдел
28 июля 1983 года