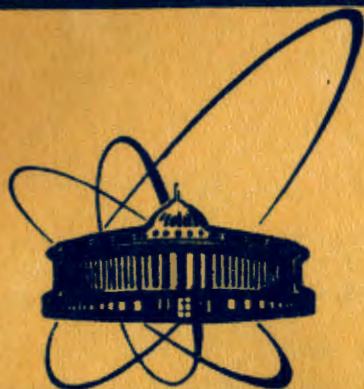


84-252



СООБЩЕНИЯ
ОБЪЕДИНЕННОГО
ИНСТИТУТА
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ
ДУБНА

Ц 8452 + С344.1А

11-84-252

3227/84

Г.Балука, Ф.Вайдхазе, О.И.Елизаров,
В.А.Ермаков, Т.Залески, М.З.Ишмухаметов,
И.Натканец, В.И.Чивкин

ДИСТАНЦИОННО УПРАВЛЯЕМЫЙ АНАЛИЗАТОР
С РАСПРЕДЕЛЕННЫМ ИНТЕЛЛЕКТОМ
ДЛЯ НЕЙТРОННОГО СПЕКТРОМЕТРА КДСОГ-М

1984

ВВЕДЕНИЕ

Современная структура Измерительного центра /ИВЦ/ Лаборатории нейтронной физики базируется на сетевой организации работы различного класса ЭВМ^{/1/}. Такая структура позволяет эффективно решать задачи, связанные с накоплением и обработкой экспериментальных спектров, а также с автоматизацией экспериментов, проводимых на реакторах ИБР-30 и ИБР-2.

Вследствие большого объема первичной информации, получаемой на многодетекторных установках, интеллектуальный узел автоматического управления и сбора данных целесообразно размещать в непосредственной близости от спектрометра. Соединение такого узла линией передачи данных с одной из ЭВМ ИВЦ позволяет гибко управлять экспериментом, а также использовать сеть ЭВМ ИВЦ для обработки и архивизации данных. В качестве интеллектуального узла автоматизации спектрометра и накопления данных могут быть использованы либо микро-ЭВМ, либо микропроцессорный контроллер^{/1,2/}. Степень самостоятельности такого узла зависит от специфики спектрометра и проводимых на нем экспериментов. Очень важным звеном этой конфигурации является достаточно быстрая и надежная линия связи, по которой можно передавать массивы данных без увеличения времени эксперимента.

Многодетекторный спектрометр КДСОГ-М для одновременного исследования динамики и структуры конденсированных сред расположен на 30-метровой пролетной базе 10 канала реактора ИБР-2. Измерительный модуль этого спектрометра создается на основе мини-ЭВМ СМ-3, которая обеспечивает также работу похожего спектрометра КДСОГ-1А на реакторе ИБР-30^{/3,4/}. Общий вид модуля представлен на рис.1. Он находится в ИВЦ ЛНФ, расположенном на расстоянии более 1000 м от экспериментальных установок.

Время накопления спектров на установке КДСОГ-М составляет от 5 мин до нескольких часов в зависимости от типа эксперимента. Чтобы обеспечить эффективный контроль получаемой за это время информации, требуется около одной секунды для передачи спектров /8x4kx16 разрядных слов/ на графический дисплей СМ-3 и несколько секунд - для записи этих спектров на магнитный диск ЭВМ СМ-3. Отсюда следует, что линия последовательной передачи данных должна работать со скоростью не меньше 0,5 Мбит/с.

Ниже описывается межкрейтовая связь между ИВЦ и расположенным рядом со спектрометром КДСОГ-М двумерным анализатором "Время - номер детектора"^{/5/}. Управление анализатором осуществляется через микропроцессорный контроллер крейта ККМП 7207-2^{/6/}.

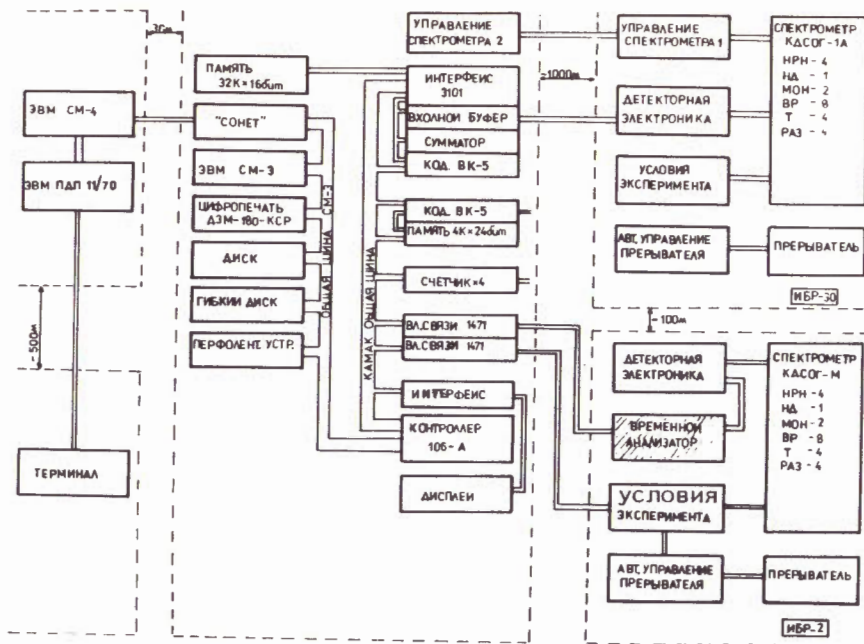


Рис.1. Блок-схема связи контрольно-измерительного модуля на базе мини-ЭВМ СМ-3 с экспериментальными установками КДСОГ-1А и КДСОГ-1М.

В сокращенном виде дается также описание программного обеспечения для дистанционного управления анализатором, визуализации накопленных спектров и их записи на диске ЭВМ СМ-3.

ОПИСАНИЕ АППАРАТУРЫ

Описываемый дистанционно управляемый двумерный анализатор "Время - номер детектора" представляет собой комплект блоков в стандарте КАМАК, размещенных в одном крейте, управляемых микропроцессорным контроллером и предназначенных для автономного сбора всей информации, поступающей с многоплечевого нейтронного спектрометра.

Кроме многодетекторного временного анализа, производится одновременно интегральный счет мониторов М1 и М2, интегральный счет любого детектора, счет стартовых импульсов реактора, счет времени измерения и счет астрономического времени.

Запуск и останов измерений может проводиться в зависимости от счета интенсиметра или таймера, а также от состояния различных узлов спектрометра /посредством регистра LAM/. Размещение блоков в крейте показано на рис.2, а способ подключения

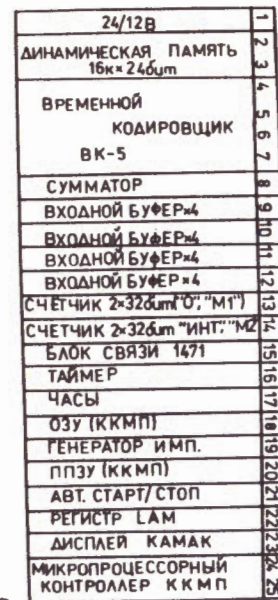


Рис.2. Схема крейта КАМАК удаленного анализатора установки КДСОГ-М.

и роль описываемого крейта в общей системе электронного оборудования спектрометров КДСОГ-1А и КДСОГ-М - на рис.1.

Основной двумерный анализатор "Время - номер детектора" размещается в станциях КАМАК №2 ÷ 12 и построен по принципу, описанному в [5]. Основные параметры по входу одинаковые. Существенным отличием является применение динамической памяти в стандарте КАМАК [8] /станции №2 и 3/ и управление с помощью микропроцессорного контроллера крейта ККМП /станции №24, 25/ с блоками ППЗУ и ОЗУ /станции №18, 20/. Связь крейта с мини-ЭВМ типа СМ-3 в ИВЦ реализуется с помощью блоков последовательной связи КАМАК-КАМАК типа 1471 [7]. Со стороны мини-ЭВМ можно передавать программы,

инициировать ККМП и передавать запросы на передачу данных.

Модуль последовательной связи типа 1471 имеет следующие особенности:

1. Полная гальваническая развязка по входу и выходу.
2. Максимальная скорость передачи на расстояние 1 км равна 1 Мбит/с.
3. Структура слова: каждое слово состоит из 20 разрядов /16 бит данных и 4 бита управления/. Один бит управления в данной системе используется для передачи сигнала "Начальный сброс ККМП".
4. На передней панели имеется добавочный параллельный вход/выход.
5. Самотестирование принимаемой информации. Модуль работает по принципу "РСМ". Каждый разряд передается пятиразрядным кодом, что дает модулю возможность обнаружить помехи и выставить сигнал LAM на шину КАМАК.
6. Очень простой протокол приема-передачи в режиме повторения (Repeat-Mode) основан на выдаче ЭВМ сигналов A(0)F(0) или A(0)F(16) и проверке сигнала Q.

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Микропроцессорный контроллер крейта ККМП 7207-2 обеспечен программами, написанными на языке ассемблер для микропроцес-

сора INTEL-8080. Он принимает команды управления оборудованием крейта, инициирует необходимые процессы и после выполнения команды посылает подтверждение по линии связи с ЭВМ CM-3. Некоторые команды требуют передачи массивов данных объемом в несколько тысяч слов. В этом случае массив распределяется на блоки по 256 слов, которые пересылаются отдельно с проверкой контрольной суммы и адреса.

Программа обслуживания эксперимента написана на языке PASCAL с подпрограммами на автокоде мини-ЭВМ CM-3. Программа работает в диалоговом режиме, позволяющем управлять экспериментом персоналу с небольшим опытом работы на ЭВМ. Действие программы вызывается сразу после нажатия первой клавиши на терминале, вследствие чего происходит полная распечатка команд. Если нужны дополнительные параметры, система их запрашивает. Команды, действие которых может изменить ход эксперимента или "обнулить" память анализатора, требуют подтверждения.

Ниже описывается действие главных команд управления анализатором.

- B[EGIN] - начало измерений. Система проверяет свое состояние и сообщает о возможности начать измерения или о времени запуска анализатора, если он находится в режиме сбора данных. Команда требует подтверждения - Y[ES], после чего "обнуляет" мониторные счетчики и сообщает о времени запуска анализатора.
- C[LEAR] - "обнуление" памяти данных. Требует подтверждения - Y[ES].
- G[ATE] - заносит в систему номер детектора - N_D и временные "ворота" путем задания начального - N_i и конечного - N_f временных каналов, а также максимальное число - N_{max} счета. Если $N_{max} > 0$, система проверяет с периодом около 3 мин. память анализатора между заданными каналами. Обнаружив число больше N_{max} , она производит суммирование содержания памяти анализатора с содержанием дискового массива измеряемого спектра. После записи происходит "обнуление" памяти анализатора и продолжается набор данных.
- F[ILE NAME] - вводит в систему название файла, с которым измерения будут записаны на диске CM-3. Название файла запрашивается в ходе исполнения команды.
- P[RINT] - печатает заданный участок спектра. Запрашивает дополнительные параметры: номер детектора, номер начального канала и число каналов до вывода на печать.
- S[TOP] - остановка измерений. Проверяется состояние системы, если команда S употребляется впервые с момента запуска анализатора, если требуется подтвер-

ждение или система сообщает о времени остановки анализатора. Подтверждение Y[ES] закрывает вход каналов накопления информации и выводит на печать время остановки измерений, а также состояние мониторов счетчиков системы.

T[ECHNICAL MODE]

- требует подтверждения Y[ES] и разрешает работу в режиме наладки анализатора. При работе в отладочном режиме команды выполняются непосредственно после нажатия первой клавиши и не требуют подтверждения. Перечень команд режима отладки следующий:

- A - прибавление "1" к очередным ячейкам памяти,
 - B - начало измерений,
 - E - выход из режима отладки,
 - C - "обнуление" заданного участка памяти.
 - I - посылает "1" на линии "2" и "3" крейта КАМАК ЭВМ CM-3,
 - R - рестарт микропроцессорной системы крейта удаленного анализатора,
 - S - остановка измерений,
 - T - тест памяти данных. Запись "пилы" в заданную область памяти,
 - W - запись заданного участка памяти в файл INTEL.000 на диске ЭВМ CM-3,
 - V[IDEO] - вход в подсистему визуализации набора данных и однократный вывод изображения спектров на экран телевизионного дисплея. Параметры изображения спектров на экране можно менять с помощью следующих команд дисплейной подсистемы:
 - C - установка циклического режима высвечивания спектров после нескольких секунд накопления данных,
 - E - выход из подсистемы визуализации,
 - F - одновременное высвечивание четырех спектров, параметры которых система запрашивает во время исполнения,
 - N - замена начального канала для вывода спектров на дисплей,
 - O - высвечивание одного спектра,
 - R - на дисплей выводится суммарный спектр заданных детекторов,
 - S - остановка режима циклического повторения изображения на экране,
 - T - одновременный вывод двух спектров заданных детекторов.
- Для масштабирования спектров по вертикали употребляются знаки 'x' или '/'. Однократное нажатие 'x' увеличивает, а '/' уменьшает масштаб в два раза. Знаки '1', '2', '4' и '8' употребляются для масштабирования по горизонтали:

- 1 - высвечивается 256 каналов спектра от заданного начального канала /для заданных детекторов/,
- 2 - точки на экране представляют среднее значение двух соседних каналов, что отвечает выводу 512 каналов спектра,
- 4 - представляет среднее значение четырех соседних каналов, что отвечает выводу 1024 каналов спектра,
- 8 - точка на экране представляет среднее значение 8 каналов, т.е. на дисплей выводится 2048 каналов спектра.

На экране дисплея, кроме изображения самих спектров, содержится также информация о номерах детекторов, о начальном канале спектра, вертикальном и горизонтальном масштабах изображаемых спектров. Нажатие любого другого знака приведет к выводу на экран текущего состояния памяти анализатора без изменения параметров изображения, если подсистема визуализации находится в режиме однократного высвечивания, или будет игнорировано в режиме циклического повторения изображения.

W[RITE] - запись содержания памяти анализатора в определенный файл на диске ЭВМ СМ-3. После записи наступает автоматическая модификация расширения названия файла, что дает гарантию сохранения созданного файла при следующей записи одноименных спектров.

По завершении работы программы управления анализатором надо пользоваться командой E[ND]. При выходе из программы W[RITE] командой CTRL/C в паспортный файл на диске СМ-3 не будут занесены текущие параметры системы.

РЕЗУЛЬТАТЫ ПРОВЕРКИ И ЭКСПЛУАТАЦИИ

Эксперименты на установке КДСОГ-М ведутся круглосуточно в циклах продолжительностью две недели, согласно расписанию работы реактора ИБР-2. Для получения надежной спектрометрической информации требуется уверенная и стабильная работа анализатора не только в течение одного цикла измерений, но и за более длительный период эксплуатации установки. Основные блоки анализатора уверенно работали больше года в крейте КАМАК ЭВМ СМ-3. Такая же надежность работы необходима для линии связи дистанционного управления и передачи данных в ИВЦ. С этой целью проведено несколько тестов по определению надежности работы блоков межкрейтовой связи 1471. Проверке подвергались четыре блока в течение 15 недель. Одна линия связи длиной 1600 м работала со скоростью передачи 1 Мбит/с, вторая, длиной 2200 м, - со скоростью 0,5 Мбит/с. В обоих случаях для передачи использовались старые коаксиальные кабели с $\rho = 100 \text{ Ом}$. На первой линии фиксировались помехи со средней частотой одна в сутки, которые приводили к остановке передачи. По второй линии передано около 10^{12} бит кодом, детектирующим помехи. При обнаружении помехи

всегда была возможна дополнительная передача. Помех, не обнаруженных блоком 1471, не было за все время испытаний. Это говорит о высоком уровне надежности работы линии связи.

Рабочая скорость передачи данных по линии связи между удаленным анализатором и управляющей ЭВМ СМ-3, была установлена на 0,5 Мбит/с. Для передачи данных в режиме накопления используется свободное время между закрытием временного окна и очередным стартовым импульсом. При работе ИБР-2 с частотой 5 Гц между стартовыми импульсами проходит 200 мс, тогда как временное окно установки КДСОГ-М на 30-метровой пролетной базе составляет не больше 70 мс. При циклической передаче 4 спектров на дисплей время передачи составляет всего 2% от времени измерений. Скорость передачи ограничена при этом не быстродействием линии связи, а реальным быстродействием микропроцессора в крейте удаленного анализатора.

Условия работы электронной аппаратуры в экспериментальном зале ИБР-2 более суровы, чем в зале ИВЦ ЛНФ, что приводит к некоторым особенностям эксплуатации системы накопления данных с распределенным интеллектом. Самодетектирующая система контроля линии связи, заложенная в конструкции блоков 1471, очень облегчает их настройку и эксплуатацию. Предел регулировки частоты, заложенный в этих блоках, оказался достаточным, чтобы компенсировать разницу температур до 30°C , которая наблюдалась в течение одного года эксплуатации аппаратуры в экспериментальном зале №1 ИБР-2. Настройка и наладка удаленного анализатора сильно упрощена в результате программного обеспечения, предусматривающего специальный отладочный режим работы аппаратуры.

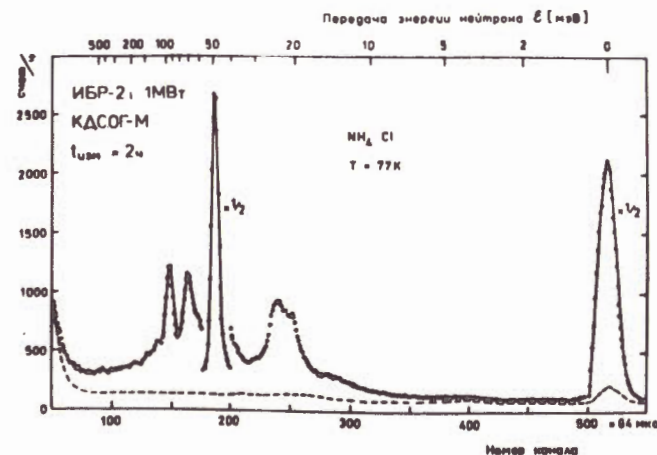


Рис.3. Суммарный спектр 4 детекторов установки КДСОГ-М для неупругого рассеяния нейтронов на NH_4Cl . Штрихованной линией показан фоновый спектр пустого криостата, снят в идентичных условиях.

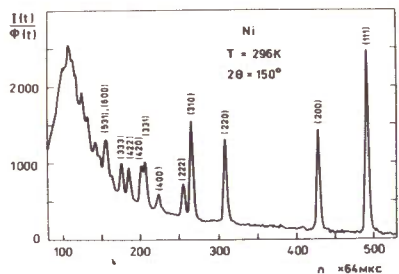


Рис.4. Спектр дифракции нейтронов на образце поликристаллического никеля массой 50 г. Время измерений - 15 мин.

Такая отладка необходима не только для профилактического осмотра аппаратуры перед началом цикла измерений, но и для быстрой проверки работоспособности во время измерений.

Примерные спектры, регистрируемые на установке КДСОГ-М, представлены на рис.3 и 4. Они характеризуются наличием пиков разной интенсивности относительно фона. Скорость счета в каналах дифракции оказывается в несколько раз выше, чем в каналах неупругого рассеяния нейтронов. Одновременная регистрация таких спектров на одном анализаторе с фиксированными для всех детекторов временным окном и шириной канала затрудняется тем, что скорость накопления в разных ячейках памяти может отличаться несколькими порядками. При небольшой емкости памяти данных это приводит к быстрому заполнению максимальной емкости, выделяемой на один канал /в нашем случае $2^{16} = 65536$ импульсов/. При оптимизации времени эксперимента для получения достоверной статистики в области слабых пиков приходится довольно часто останавливать измерения для сброса данных на диск СМ-3, где накапливается суммарный спектр. С целью освобождения ЭВМ СМ-3 от этой задачи, для более оперативной обработки и сжатия информации, целесообразно увеличить память анализатора до 16 Кбит 24-разрядных слов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Эксплуатация анализатора в течение одного года на установке КДСОГ-М вполне оправдывает идею удаления блока анализа данных от контрольно-измерительного модуля ИВЦ, и помещения его вблизи экспериментальной установки реактора ИБР-2. Принятое решение разделения интеллекта с использованием микропроцессорного контроллера крейта ККМП-7207-2 экономично и обходится значительно дешевле, чем связь каждого детектора с ИВЦ длинным коаксиальным кабелем.

Блоки, используемые для межкрейтной последовательной связи КАМАК-КАМАК, имеют резерв по скорости передачи, которая пока определяется скоростью выполнения команд микропроцессора INTEL-8080. Это очень важно, поскольку предусматривается увеличение пролетной базы спектрометров типа КДСОГ до 100 м, что потребует

передачи значительно больших массивов информации при увеличении временного окна анализа спектров до 180 мс. На передачу данных останется тогда не больше 10% времени между циклами накопления. В принципе, описанный здесь анализатор должен обеспечить работу спектрометра в таком режиме. Он может быть также применен на других многодетекторных установках реактора ИБР-2.

В заключение коллектив авторов этого сообщения хочет отметить, что творческая совместная работа инженеров, программистов и физиков была хорошей базой для создания установки, а также считает своим приятным долгом выразить благодарность В.А.Вагову, Г.П.Жукову и А.Б.Тулаеву за полезные обсуждения, А.П.Сиротину и С.Миттагу - за помощь в тестировании линии связи.

ЛИТЕРАТУРА

1. Вагов В.А. и др. ОИЯИ, 10-82-351, Дубна, 1982.
2. Будущее науки, вып. 15, Изд-во "Знание", М., 1982, с. 10.
3. Parlinski K. et al. In: Research Applications of Nuclear Pulsed Systems IAEA, Vienna, 1967, p. 179.
4. Belushkin A.V. et al. Physica, 1983, 122B, p. 217-226.
5. Балуга Г. и др. ОИЯИ, 13-82-367, Дубна, 1982.
6. Беттге М. и др. ОИЯИ, P11-80-422, Дубна, 1980.
7. Weidhase F. et al. Report 05-28-78, TU Dresden, 1979.
8. Ермаков В.А., Зимин Г.Н. ОИЯИ, 10-83-194, Дубна, 1983.

Рукопись поступила в издательский отдел
16 апреля 1984 года.

Балука Г. и др.

11-84-252

Дистанционно-управляемый анализатор с распределенным интеллектом для нейтронного спектрометра КДСОГ-М

Описывается система временного анализатора с микропроцессорным управлением и двусторонней последовательной связью типа КАМАК-КАМАК. Передача команд и данных производится блоками по 256 слов по коаксиальному кабелю со скоростью 1 Мбит/с. Система предназначена для работы со спектрометром КДСОГ-М. Кратко описывается программное обеспечение системы.

Работа выполнена в Лаборатории нейтронной физики ОИЯИ.

Сообщение Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1984

Перевод О.С.Виноградовой

Baluka G. et al.

11-84-252

Remotely Controlled Analyser with a Distributed Intellect for KDSOG-M Neutron Spectrometer

Time analyser system with a microprocessor control and bilateral series connection of CAMAC-CAMAC type is described. Command and data transfer goes by 256 word blocks via coaxial cable with 1 Mbit/s. The system is intended for operation with KDSOG-M spectrometer. Its software is described.

The investigation has been performed at the Laboratory of Neutron Physics, JINR.

Communication of the Joint Institute for Nuclear Research. Dubna 1984