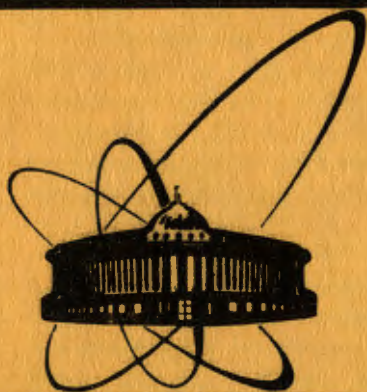


88-453



СООБЩЕНИЯ
ОБЪЕДИНЕННОГО
ИНСТИТУТА
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ
ДУБНА

Г 994

P10-88-455 e

З.Гюнтер, Е.Б.Докукин, О.И.Елизаров,
Г.Ф.Жиронкин, Г.П.Жуков, Д.А.Корнеев,
М.Лебнер, Б.Михаэлис, А.И.Островной

СПЕКТРОМЕТР ПОЛЯРИЗОВАННЫХ НЕЙТРОНОВ.
РАСПРЕДЕЛЕННАЯ СИСТЕМА АВТОМАТИЗАЦИИ
ЭКСПЕРИМЕНТОВ НА БАЗЕ МИКРО-ЭВМ
И МИКРОПРОЦЕССОРНЫХ КОНТРОЛЛЕРОВ КАМАК

1988

В Лаборатории нейтронной физики ОИЯИ создан и используется в эксперименте на реакторе ИБР-2 спектрометр тепловых поляризованных нейтронов (СПН-1). Основные конструктивные решения и параметры спектрометра коротко описаны в работе [1]. СПН-1 включает комплекс механических узлов, размещенных на 8 канале реактора, и распределенную систему автоматизации экспериментов.

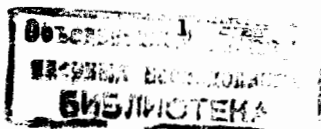
1. ОРГАНИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ

Система автоматизации спектрометра состоит из микро-ЭВМ СМ-1300, установленной в измерительно-вычислительном центре ЛНФ, и подсистем, расположенных в экспериментальном зале реактора ИБР-2 (рис. 1). В число подсистем входят многоканальный анализатор [2] и подсистема управления физическими параметрами [3] спектрометра, выполненные в виде крейтов КАМАК с соответствующей аппаратурой и микропроцессорным контроллером ККМП [4], а также модуль механических приводов, созданный на базе микро-ЭВМ К1520 [1], программно совместимой с ККМП.

Важное место в системе автоматизации спектрометра СПН-1 занимает микропроцессорный контроллер крейта КАМАК - ККМП. Он разработан ранее в ЛНФ ОИЯИ на основе микропроцессорного набора U880D производства ГДР (аналог микропроцессора Z80). ККМП имеет 64К байт ОЗУ и ПЗУ, два последовательных и один параллельный интерфейсы ввода/вывода. Один из последовательных интерфейсов используется для подключения терминала, а второй - для связи с другими ЭВМ.

Многоканальный анализатор обеспечивает накопление основной спектрометрической информации. Накопление осуществляется по каналу прямого доступа из временного кодировщика в буферное запоминающее устройство емкостью 16К шестнадцатиразрядных слов, выполненное в виде блока КАМАК [6]. Одновременно в этом запоминающем устройстве накапливается до 8 спектров по 2048 каналов. Крейт многоканального анализатора содержит блок для включения и выключения спин-флипперов или подобных токовых устройств (до 16 шт.), а также счетчики стартовых и детекторных импульсов, мониторный счетчик, часы. Через специальные интерфейсы в стандарте КАМАК подключены кассетный магнитофон, куда в случае необходимости могут записываться спектры, и цветной телевизионный дисплей, используемый для визуального контроля и анализа накопленной информации. Из крейта многоканального анализатора осуществляется управление магнитными полями спин-флипперов.

Подсистема управления физическими параметрами эксперимента обеспечивает функции регулирования и стабилизации температуры криостата, управление источниками тока. Допускает возможность непрерывного контроля параметров установки (величину вакуума нейтронновода, состояние криостата и др.), состояние источников



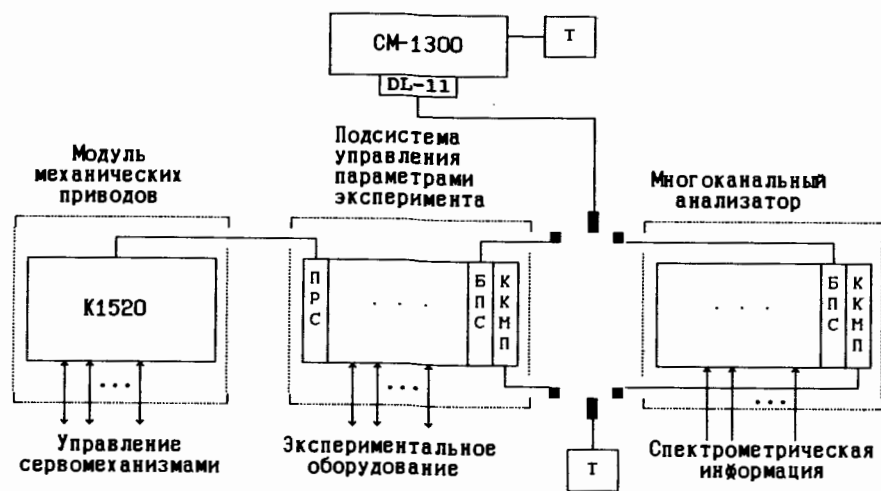


Рис. 1. Организация распределенной системы автоматизации спектрометра СПН-1. БПС - блок последовательной связи, ПРС - параллельный регистр связи, Т - терминал.

питания и аварийных сигналов. В программе эксперимента физик может предусмотреть адекватную реакцию системы в случае выхода какого-либо из параметров за границы допустимого интервала.

К контроллеру крeya многоканального анализатора или подсистемы управления параметрами с помощью переключателя (см. рис. 1) может быть подключен терминал для управления в интерактивном режиме. С помощью другого переключателя к той или другой подсистеме может быть подключена линия связи с СМ-1300 (рис. 1). Положение переключателя, при котором СМ-1300 соединена линией связи с ККМП многоканального анализатора, является основным. На подсистему управления параметрами терминал переключается на время проверки или наладки аппаратуры, отладки программ на ККМП, подготовки системы к работе.

Управление многоканальным анализатором и подсистемой управления параметрами может осуществляться не только с переключаемого терминала, но и с СМ-1300 в режиме удаленного управления. Перед началом эксперимента в память ККМП анализатора и подсистемы управления параметрами загружаются интерпретируемые программы управления соответствующей подсистемой. В настоящее время ведутся работы по обеспечению последовательной связи двух ККМП, предоставлению возможности синхронизации работы программ двух подсистем и обмена данными между ними.

Модуль механических приводов реализует автоматическое управление восемью осями спектрометра, из них три оси гониометра могут вращаться одновременно, а управление остальными осями осуществляется последовательно. Подсистема обеспечивает односторонний подход к заданному положению. Управление механизмами осуществляется через посредство входных и выходных регистров, подключенных к микро-386 К1520, а также коммутатора осей и электромоторов. Правильность угла установки осей спектрометра контролируется с помощью датчиков положения.

Для реализации перечисленных операций управления связь ККМП с СМ-1300 осуществляется через последовательный интерфейс в стандарте КАМАК. Связь двух ККМП предполагается организовать через последовательный канал ввода/вывода в контроллере. Непосредственное управление модулем механических приводов осуществляется из подсистемы управления физическими параметрами спектрометра через шестнадцатиразрядный параллельный интерфейс.

СМ-1300 используется для архивизации экспериментальных данных. Спектры передаются по линии связи из анализатора и сохраняются в виде файлов на магнитном диске. Вместе с основной спектрометрической информацией (спектрами) на СМ-1300 передается дополнительная информация, характеризующая качество и условия получения основной. Дополнительная информация включает данные о положении осей гониометра и платформы, время накопления, показания счетчиков, физические параметры эксперимента и т.п. На СМ-1300 эти данные автоматически сортируются и записываются в структурированном виде в базу данных. Разработанные программные средства обеспечивают оперативный доступ к информации, хранящейся в базе данных.

Команды управления системой в целом могут быть отданы в интерактивном режиме с терминала многоканального анализатора либо с терминала СМ-1300. Система может работать в автоматическом режиме в соответствии с интерпретируемой программой эксперимента, загруженной в ККМП подсистемы управления параметрами и многоканального анализатора (включая автоматическую передачу данных на диск СМ-1300).

2. ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Программное обеспечение распределенной системы делится на части в соответствии с количеством используемых процессоров (СМ-1300, К1520 и два ККМП).

Для микро-386 К1520 создано прикладное программное обеспечение, которое принимает по линии связи или от специального пульта команды и выполняет заданную операцию путем непосредственного управления механизмами.

В ККМП используется разработанная ранее система MCL[7]. Основу этой системы составляет резидентный интерпретатор. Он позволяет выполнять интерактивные команды и интерпретируемые программы, которые составляют физики-экспериментаторы. Одни и те же команды могут использоваться и в интерактивном режиме, и в программе эксперимента. Операции управления аппаратурой реализуются на кросс-ассемблере и включаются в виде команд в систему MCL. Состав прикладных команд индивидуален для каждой из подсистем. Язык MCL предоставляет средства для организации циклов, условные операторы, простейшие арифметические операции, операторы ввода/вывода и др[7].

В основу программного обеспечения СМ-1300 положена база данных. Для ее создания и использования разработана программа, работающая в диалоге с пользователем (база данных и программа управления ею описаны в следующем параграфе). Помимо этого, на СМ-1300 создана программа связи, которая выполняет следующий набор операций:

- прием спектров по линии связи от ККМП многоканального анализатора и запись их в виде файлов на диск (при этом необходимая информация автоматически помещается в базу данных);
- прием по линии связи и сохранение в виде файла на диске СМ-1300 интерпретируемой программы на языке MCL из оперативной памяти ККМП, а также загрузка такой программы из файла на СМ-1300 через линию связи в оперативную память ККМП;
- загрузка в оперативную память ККМП по линии связи программы в локал микропроцессора Z80, хранящейся на диске СМ-1300;
- выполнение команд MCL в режиме, когда программа на СМ-1300 имитирует для ККМП работу человека за терминалом, читая из файла на диске СМ-1300 по одной команде и передавая их по линии связи в ККМП для исполнения.

Программа связи на СМ-1300 и интерпретатор MCL позволяют осуществлять интерактивное управление системой в целом как с терминала ККМП, так и с терминала СМ-1300, когда ККМП работает в режиме удаленного управления. Перечисленные операции путем переключения линии связи обеспечиваются и для подсистемы управления параметрами, и для многоканального анализатора.

Разработка программ для ККМП и K1520 выполнена на языке кросс-ассемблера микропроцессора Z80. На СМ-1300 все программы реализованы на языке Паскаль и работают под управлением операционной системы RT-11. Функции приема и передачи данных на СМ-1300 выполняются фрагментами программы связи, написанными на макроассемблере СМ 3ВМ. Поэтому блок данных по линии связи "СМ-1300 - ККМП" передается с максимально возможной скоростью (на СМ-1300 искусственно замедляется передача данных для компенсации разницы в скорости работы ККМП и СМ-1300). При передаче данных в линии со скоростью 2400 бит/с

программы обеспечивают запись спектров (с учетом распаковки и записи дополнительной информации в базу данных) на диск СМ-1300 со скоростью около 1600 бит/с. Такие характеристики системы удовлетворяют практическим потребностям передачи данных на спектрометре СПН-1.

При создании программы управления базой данных на СМ-1300 использована разработанная ранее в ЛНФ методика и программные средства[8]. Протокол связи на СМ-1300 реализован в виде совокупности взаимодействующих процессов, которые программируются на Паскале с помощью специальной техники программирования[9].

3. БАЗА ДАННЫХ

До начала измерений с помощью специально созданной программы физик в интерактивном режиме создает файлы базы данных (БД). Логическая схема БД (рис. 2) отражает организацию процедуры проведения измерений на СПН-1. Звездочками на рисунке отмечены элементы данных, присутствующие в БД в нескольких экземплярах, которые отличаются друг от друга значениями, но одинаковы по структуре. Использована иерархическая модель БД.

Одновременно на СПН-1 могут накапливаться спектры по нескольким методам. Для каждого из них образуется файл БД. На схеме БД этот элемент имеет имя METHOD. Имена файлов для всех образованных элементов METHOD записываются в файл состояния системы, где хранится оперативная информация о проводимых измерениях. В частности, в файле состояния запоминается таблица соответствия номеров спектров в буферном

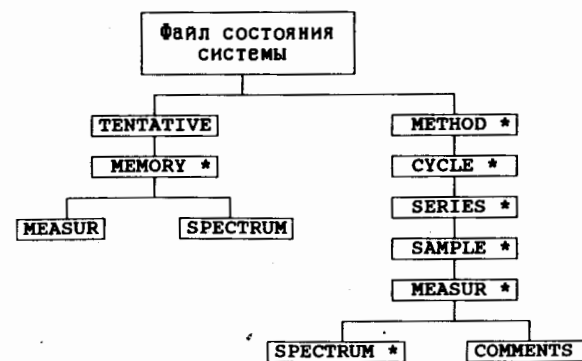


Рис. 2. Схема базы данных в системе автоматизации спектрометра СПН-1.

запоминающем устройстве, и методов, а также имена файлов для спектрометрических данных (они индивидуальны для каждого из методов). В имени файла для спектра при его записи на диск кодируется номер спектра и порядковый номер файла.

Элемент METHOD в БД содержит всю информацию об измерениях, выполненных в рамках данного метода. CYCLE - обо всех измерениях, проведенных в рамках определенного цикла реактора и т.д. Элементы METHOD, CYCLE, SERIES, SAMPLE образуются в результате выполнения интерактивных команд программой управления БД. Остальные элементы данных образуются автоматически программой связи при выполнении прикладных команд. MEASUR образуется при записи на диск очередного набора связанных между собой спектров (они обрабатываются и интерпретируются совместно). MEASUR содержит общую информацию для входящих в данное измерение спектров. Элемент SPECTRUM содержит данные, индивидуальные для каждого накопленного спектра. При необходимости пользователь для выбранного измерения может ввести комментарий в виде текста (при этом образуется элемент COMMENTS).

Элемент данных TENTATIVE образуется в случае, если спектр записан для целей контроля или проверки правильности работы измерительно-накопительного тракта. TENTATIVE содержит несколько элементов MEMORY (в соответствии с количеством используемых в эксперименте участков буферной памяти для одновременного накопления нескольких спектров). Такие элементы не накапливаются, а замещаются. В случае сбоя регистрирующей аппаратуры контрольный спектр можно использовать как окончательный результат данного измерения. Одна из команд программы управления БД позволяет записать все данные о таких спектрах в виде обычного элемента MEASUR в соответствующий элемент METHOD (все параметры спектра при этом переносятся автоматически).

Помимо функций образования элементов данных программа управления БД обеспечивает возможность просмотра информации о накопленных спектрах на терминале СМ-1300 и вывода ее на печать. При этом можно указать вариант формы выдачи информации (они отличаются друг от друга по объему информации, выводимой о конкретном спектре). Существует четыре таких формы. Вывод данных может производиться для указанного METHOD, CYCLE, или SAMPLE. Можно заказать сортировку данных по дате записи спектров.

Для интеграции программ накопления спектрометрических данных с программами обработки в режиме OFF-LINE программа управления БД обеспечивает возможность пометить назначаемые к обработке спектры путем просмотра информации о них. Список помеченных спектров можно дополнить или сократить. Можно вывести на терминал или печать данные о помеченных спектрах. С помощью отдельной команды физик генерирует специальный файл, содержащий все параметры помеченных спектров, в удобном для программ обработки виде. Этот файл позволяет автоматически в режиме OFF-LINE обработать набор спектров. Если не использовать эту возможность, то для каждого обрабатываемого спектра нужно все параметры выписать на бумагу и при обработке вводить вручную.

Созданные программные средства позволяют использовать файлы БД, созданные ранее и не зафиксированные в файле состояния, уничтожать указанные элементы БД, предоставляют возможность расширить или сократить размер используемых файлов БД.

4. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Разработанные аппаратные и программные средства обеспечивают децентрализованное управление всей системой в целом с терминалов, находящихся на значительном (около 500 м) расстоянии друг от друга. Пользователю предоставлен язык, на котором он может составить интерпретируемую программу измерений, управление подсистемами и передачу данных на диск СМ-1300. Возможность хранить такие программы на диске СМ-1300 и загружать их в любой из микропроцессорных контроллеров по командам из экспериментального зала ИБР-2 или из измерительно-вычислительного центра ЛНФ обеспечивает большую гибкость описанной системы в отношении выбора методики проведения измерений. Использование БД обеспечивает сохранение истории работы системы на магнитном диске и оперативный доступ физиков к разнородным данным, характеризующим файлы с основной спектрометрической информацией, позволяет проводить окончательную математическую обработку накопленной информации в автоматическом режиме. Перечисленные характеристики отличают данную работу от других систем, созданных на основе ЭВМ и микропроцессорных контроллеров КАМАК[10-12].

В заключение авторы считают своим приятным долгом выразить благодарность А. В. Алфименкову за полезные обсуждения, М. Л. Коробченко и М. З. Ишмухаметову за помощь при наладке аппаратуры на СМ-1300.

ЛИТЕРАТУРА

1. BANSE W., BATGE J., BILKENROTH R., GUNTHER S. ET. AL. EIN BEITRAG ZUR AUTOMATISIERUNG DES SPEKTROMETER POLARISIERTER NEUTRONEN SPN-1 AM IMPULSREAKTOR IBR-2 DES VIK DUBNA. WISS. ZEITSCHRIFT DER TH MAGDEBURG. HEFT 1. 1984.
2. Гюнтер З., Елизаров О.И., Жуков Г.П. и др. Автономный многоканальный анализатор с цветным дисплеем и микро-ЭВМ в стандарте КАМАК. ОИЯИ, 11-83-530, Дубна, 1983.
3. Гюнтер З. Иерархическая организация программного обеспечения при автоматизации эксперимента. ОИЯИ, P10-86-797, Дубна, 1986.
4. Гюнтер З., Елизаров О.И., Жуков Г.П. и др. Микропроцессорный контроллер с внутренней памятью 32Кбайт в стандарте КАМАК. ОИЯИ, 11-84-482, Дубна, 1984.
5. Билкенрот Р., Михаэлис Б., Родик Х. и др. Универсальный управляющий модуль приводов на базе микро-ЭВМ и его применение в спектрометре СПН-1. ОИЯИ, 11-83-531, Дубна, 1983.

6. Ермаков В. А., Зимин Г. Н. Оперативное запоминающее устройство динамического типа емкостью 16Кх24 бит. ОИЯИ, 10-83-194, Дубна, 1983.

7. Гюнтер Э., Лебнер М., Михаэлис Б., и др. Использование диалогового языка MCL при автоматизации автономного многоканального анализатора. XII Международный симпозиум по ядерной электронике (Дубна, 2-6 июля 1985 г.). ОИЯИ, Д13-85-793, Дубна, 1985, с. 250-254.

8. Островной А. И. Методика применения базы данных в системах автоматизации экспериментов и ее реализация. ОИЯИ, Р10-84-439, Дубна, 1984.

9. Островной А. И. Методика программирования систем автоматизации экспериментов на языке Паскаль. Автометрия, 1986, № 5.

10. Балуха Г., Вайдхазе Ф., Елизаров О. И. и др. Дистанционно управляемый анализатор с распределенным интеллектом для нейтронного спектрометра КДСОГ-М. ОИЯИ, 11-84-252, Дубна, 1984.

11. Бруданин В. Б., Вылов Ц., Громов К. Я. и др. Трехуровневая система регистрации, обработки и анализа спектрометрической информации. ОИЯИ, 6-82-23, Дубна, 1982.

12. Ижкин В. Д., Лебедев Н. И., Николаев В. П. Система синхронизации коллективного ускорителя тяжелых ионов на основе контроллера с микро-ЭВМ. ОИЯИ, 10-82-106, Дубна, 1982.

Рукопись поступила в издательский отдел
27 июня 1988 года.

Гюнтер Э. и др.
Спектрометр поляризованных нейтронов. Распределенная система автоматизации экспериментов на базе микро-ЭВМ и микропроцессорных контроллеров КАМАК

P10-88-455

Описаны аппаратные и программные средства, обеспечивающие децентрализованное управление аппаратурой спектрометра и процедурой проведения эксперимента. Система создана на базе соединенных линиями связи микроЭВМ SM-1300 и двух микропроцессорных контроллеров (ККМП), управляющих аппаратурой КАМАК. Пользователю предоставлен язык интерпретатора, на котором он составляет программы для проведения экспериментов при различных режимах работы спектрометра и регистрирующей аппаратуры. Эти программы хранятся на диске SM-1300 и загружаются в оперативную память ККМП по линии связи. Накапливаемая экспериментальная информация передается от ККМП по линии связи на SM-1300, где записывается на диск и регистрируется в базе данных. По окончании эксперимента база данных используется для автоматизации процедуры обработки накопленных спектров в режиме off-line.

Работа выполнена в Лаборатории нейтронной физики ОИЯИ.

Сообщение Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1988

Перевод О.С.Виноградовой

Guenther Z. et al.
Polarized Neutron Spectrometer. Distributed System for Experiment Automation on the Base of Microcomputer and CAMAC Microprocessor Controllers

P10-88-455

Hardware and software for decentralized control of spectrometer and experiment are described. The system is based on SM-1300 microcomputer and two CAMAC microprocessor controllers coupled by communication lines. There is language of interpreter to implement programs by user for experiment control under different regimes of operation of spectrometer and measuring equipment. The programs are stored at the SM-1300 disk and can be loaded into microprocessor controller memory via communication line. Experimental data are transferred from microprocessor controller to SM-1300 through communication line, recorded on a disk and registered in database. After the end of experiment database is used for automation of off-line processing of accumulated spectra.

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

Communication of the Joint Institute for Nuclear Research. Dubna 1988