

ОБЪЕДИНЕННЫЙ ИНСТИТУТ ЯДЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

C-347

10-84-705

СИДОРОВ

Владимир Трофимович

**АВТОНОМНЫЕ МИКРОПРОЦЕССОРНЫЕ СИСТЕМЫ
В СТАНДАРТЕ КАМАК
ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ ФИЗИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ
НА УСКОРИТЕЛЯХ**

**Специальность: 01.04.16 - физика атомного ядра
и элементарных частиц**

**Автореферат диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук**

Дубна 1984

Работа выполнена в Лаборатории ядерных проблем
Объединенного института ядерных исследований

Научный руководитель

доктор технических наук

А.Н.Синаев

Официальные оппоненты:

доктор технических наук,
профессор

А.П.Цитович

кандидат технических наук

В.Д.Инкин

Ведущее научно-исследовательское учреждение: Институт
физики высоких энергий (Серпухов).

Защита диссертации состоится "___" _____ 198__ г.
в _____ час. на заседании Специализированного совета
Д-047.01.03 при Лаборатории ядерных проблем ОИЯИ, г.Дубна,
Московской области.

Автореферат разослан "___" _____ 198__ г.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ОИЯИ.

Ученый секретарь

Специализированного совета

доктор физико-математических наук

Ю.А.Батусов

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Целью настоящей работы является создание и внедрение автономных интеллектуальных систем автоматизации современных физических экспериментов на ускорителях заряженных частиц и обработки получаемой информации. Основу этих систем составляют разработанные автором контроллер крейта со встроенной микро-ЭМ, интерфейсы устройств ввода-вывода и соответствующее программное обеспечение. Работа выполнялась в Лаборатории ядерных проблем ОИЯИ с 1977 по 1983 годы.

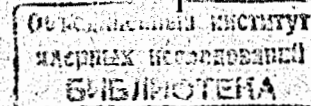
Актуальность работы определяется возрастающим значением автоматизации ядерно-физических исследований, проводимых на ускорителях. Поэтому все большее значение приобретает применение микропроцессоров и микро-ЭМ для сбора, накопления и обработки данных, а также управления экспериментальными установками. Автономные интеллектуальные системы на их основе позволяют снизить затраты на подготовку и проведение экспериментов и повысить их эффективность.

Научная новизна работы заключается в следующем:

- Разработан и создан интеллектуальный контроллер крейта со встроенной микро-ЭМ, предназначенный для систем автоматизации физических экспериментов и ориентированный на хранение управляющих программ в постоянной памяти, что снижает стоимость систем и повышает их надежность; контроллер имеет оригинальную модульную структуру, которая улучшает его технологические и эксплуатационные характеристики.

- Разработан оригинальный монитор микро-ЭМ контроллера, ориентированный на работу с устройствами ввода-вывода через интерфейсы в стандарте КАМАК.

- Разработан и создан полный набор интерфейсов для включения в состав систем основных устройств ввода-вывода. В его состав входят интерфейс цветного телемонитора, который обладает рекордными в СССР характеристиками для такого класса приборов, интерфейс накопителя на магнитной ленте, являющийся первым в СССР подобным прибором, выполненным на одной печатной плате, а также интерфейс: перфокарочного оборудования, алфавитно-цифровых дисплеев и других терминальных устройств, АЦПУ, графопостроителей, осциллографических и телевизионных графических дисплеев.



- Создан ряд автономных систем автоматизации спектрометрических исследований; разработано программное обеспечение, которое позволяет производить сбор и накопление одномерной и многомерной спектрометрической информации, а также их предварительную обработку без использования более производительных ЭВМ.

Практическая ценность работы состоит в том, что разработанная аппаратура нашла широкое применение в исследованиях, проводимых как в Лаборатории ядерных проблем, так и в других лабораториях ОИЯИ, а также в ряде институтов СССР и других стран-участниц ОИЯИ (ЧССР, НРБ и др.). Разработанные блоки обеспечены необходимой документацией, на основе которой организовано их серийное изготовление в Опытном производстве ОИЯИ. К середине 1984 г. было выпущено более 700 блоков 18 наименований, в том числе около 50 комплектов интеллектуального контроллера.

Основные результаты работы обсуждались на научно-методических семинарах Лаборатории ядерных проблем ОИЯИ, докладывались на международных симпозиумах и школах по ядерной электронике и применению микропроцессоров (Будапешт, 1979 г.; Дрезден, 1980 г.; Стара Лесна, ЧССР, 1981 г.; Братислава, 1983 г.; Копенгаген, 1984 г.), на Всесоюзных симпозиумах по автоматизации научных исследований и модульным информационно-вычислительным системам (Алма-Ата, 1978 г.; Дубна, 1978 г.; Новосибирск, 1979 г.; Москва, 1982 г.; Иркутск, 1983 г.), опубликованы в научных журналах и в виде сообщений ОИЯИ.

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, 5 глав и заключения. Она содержит 129 страниц текста, 25 таблиц, 39 рисунков и список литературы из 181 наименования.

Публикации. Результаты, вошедшие в диссертацию, опубликованы в 21 работе.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Первая глава посвящена общим вопросам автоматизации ядерно-физических экспериментов на основе стандартной электронной аппаратуры, малых и микро-ЭВМ. Рассмотрены структура, типы и характеристики микропроцессоров, применяемых в микро-ЭВМ. Проведена классификация многочисленных микропроцессорных систем, используемых в экспериментальной ядерной физике. Их можно разделить на 4 основные группы: малые интеллектуальные системы, системы с распределенными вычислительными ресурсами, системы для отбора событий и эмуляторы высокопроизводительных ЭВМ. Наиболее широко распространены системы первых двух групп.

Применяемые в ядерной физике микро-ЭВМ часто выполняются в стандарте КАМАК и разрабатываются в исследовательских лабораториях. Эти микро-ЭВМ обычно являются частью интеллектуального контроллера крейта. Рассмотрена структура такого контроллера. Логически он состоит из двух основных частей: собственно микро-ЭВМ и интерфейса магистрали крейта.

В конце главы приведен обзор интеллектуальных контроллеров крейта на основе 8-разрядных микропроцессоров, разработанных различными институтами и фирмами. Дается сравнение их основных характеристик.

Вторая глава содержит описание разработанного автором интеллектуального контроллера крейта ^{1/1}, предназначенного для создания автономных систем автоматизации физических экспериментов. Контроллер имеет модульную структуру и состоит из микро-ЭВМ КМ 001 и интерфейса магистрали КК 006, которые соединяются шиной процессора через разъемы на передних панелях.

Блок-схема микро-ЭВМ представлена на рис.1. Она содержит 8-разрядный микропроцессор КР580ИК80А, устройство системного управления, таймер, постоянную память (СПИЗУ), память с произвольным доступом (ОЗУ), программируемый контроллер прерываний, последовательный интерфейс для подключения терминала и 24-разрядные регистры ввода-вывода для связи с шинами данных магистрали крейта. Микропроцессор и устройство системного управления связываются с памятью, каналами ввода-вывода и другими узлами через шину процессора, которая включает в себя шины адреса, данных и управления.

Система прерываний микро-ЭВМ имеет 9 уровней. Прерывание с высшим приоритетом возникает при включении питания или нажатии кнопки "Сброс". Другие 8 запросов поступают от источников прерываний на программируемый контроллер прерываний. В микро-ЭВМ формируются 3 сигнала прерывания: отсутствие ответа адресуемой памяти или канала ввода-вывода, окончание приема кода знака от терминала и сигнал таймера. Остальные 5 сигналов прерываний поступают с шины процессора. Объем памяти блока КМ 001 составляют 4К байт СПИЗУ и 1К байт ОЗУ.

Интерфейс магистрали КК 006 (рис.2) осуществляет управление магистралью крейта командами, получаемыми от микро-ЭВМ КМ 001 по шине процессора, принимает сигналы запроса Γ из магистрали крейта и формирует 5 запросов на прерывание в микро-ЭВМ. Один из них образуется по отсутствию сигнала ответа X при подаче в магистраль команды КАМАК, остальные - различными комбинациями сигналов Γ . Адресация блоков крейта микро-ЭВМ производится аналогично адресации памяти и занимает 0,5К байт адресного пространства. При формировании команды Γ номер станции и подадрес передаются по шинам адреса, а функция -

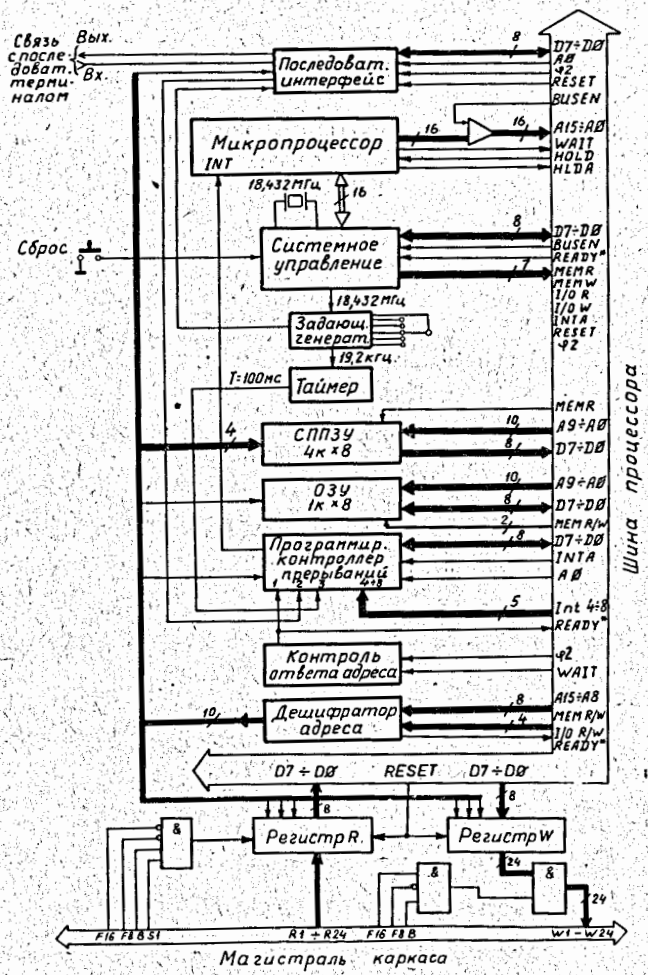


Рис.1 Блок-схема микро-ЗВМ КМ 001.

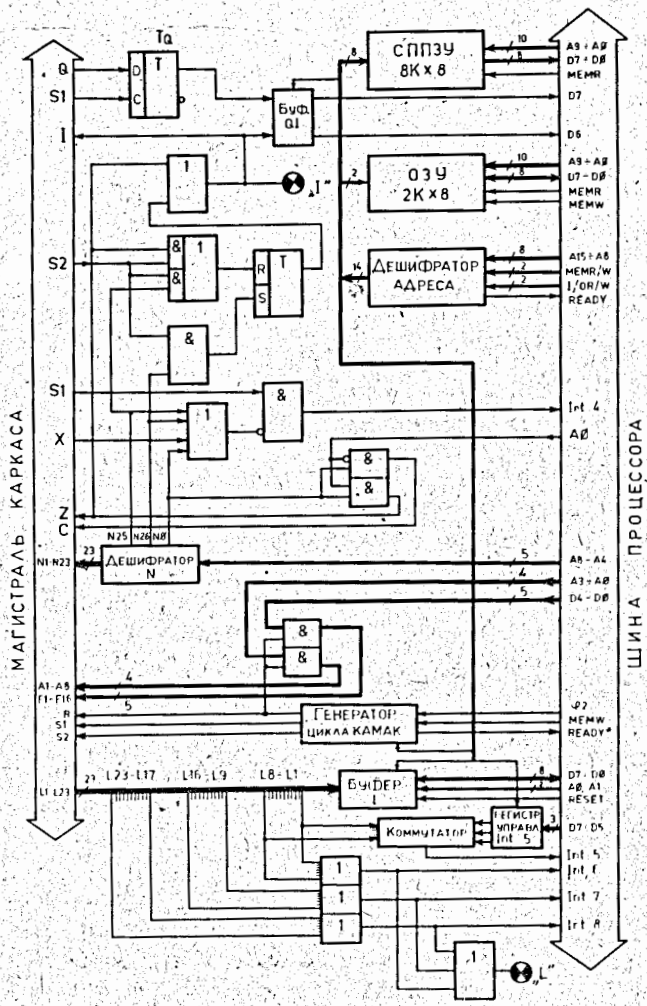


Рис.2 Блок-схема интерфейса магистрали КМ 006.

по шинам данных. Блок КК 006 содержит также память микро-ЭВМ, которая состоит из 2К байт ОЗУ и 8К байт СПЗУ. Общий объем постоянной памяти контроллера в большинстве случаев позволяет хранить в ней все рабочие программы и избавляет от необходимости иметь специальные внешние устройства ввода-вывода с бумажными или магнитными носителями. Это обеспечивает достижение максимальных преимуществ использования микро-ЭВМ (малые габариты и стоимость). Для увеличения объема памяти микро-ЭВМ КМ 001 разработаны блоки ОЗУ КЛ 007^{1,2/} и СПЗУ КЛ 016^{3/}, которые подключаются к шине процессора через разъемы на передних панелях. Блок КЛ 007 содержит 24К байт динамического ОЗУ. В панельки на плате блока КЛ 016 может быть установлено до 64К байт микросхем СПЗУ. При этом 32Кбайт доступны через шину процессора, а через магистраль КАМАК может считываться весь объем памяти. Все указанные блоки имеют ширину 1М. В диссертации приведены варианты конфигурации контроллера на основе разработанных блоков.

Один из параграфов главы посвящен программированию команд КАМАК и расчету времени их исполнения.

В этой же главе описывается разработанное автором программное обеспечение микро-ЭВМ КМ 001, которое состоит из монитора, обслуживающих и тестовых программ. Монитор КМ 001 отличается от существовавших к моменту его разработки мониторов микро-ЭВМ на основе аналогичных микропроцессоров тем, что обеспечивает связь с устройствами ввода-вывода через интерфейсы в стандарте КАМАК, а также включает в себя группу директив исполнения операций КАМАК.

Третья глава посвящена разработке аппаратуры, предназначенной для включения устройств ввода-вывода в состав систем на основе интеллектуального контроллера. Микро-ЭВМ КМ 001 рассчитана на подключение периферийных устройств с помощью интерфейсов, управляемых через магистраль КАМАК. Разработанный автором набор интерфейсов позволяет использовать все основные периферийные приборы, которые могут понадобиться при подготовке и проведении физического эксперимента: перфо-ленточное оборудование для ввода и вывода программ, накопители на магнитной ленте (НМЛ) — для накопления регистрируемых данных, алфавитно-цифровые и графические дисплеи — для представления обрабатываемой информации, АППУ и графопостроитель — для получения на бумаге копий необходимой информации. Поскольку указанные устройства ввода-вывода предназначены для работы в системах, управляемых микро-ЭВМ, то их выбор определялся, в первую очередь, требованием малых габаритов и стоимости. При разработке интерфейсов уделялось большое внимание их технологичности в изготовлении и удобству в наладке. Так, все описываемые интерфейсы имеют ширину 1М.

Приводятся краткие характеристики, принцип работы и сравнение каждого интерфейса с подобными разработками других авторов. Для работы с перфолентой созданы интерфейс перфораторов ПЛ-80 и ПЛ-150 КИ 012^{5,6/} и интерфейс фотосчитывателя ФС-1501 КИ 013^{6,7/}. Для подключения алфавитно-цифровых дисплеев разработаны интерфейсы КИ 010^{6,8/} и КИ 025^{2/}. Первый из них предназначен для работы с широко распространенным дисплеем ВТ-340 (ЕНР) и его аналогами через параллельный интерфейс двоюглая и производит обмен данными в режиме блочной передачи. Второй предназначен для обмена данными с устройствами ввода-вывода, имеющими последовательный токовый (20 мА) канал связи со скоростью от 75 до 9600 бод. Интерфейс КИ 023^{6,9/} предназначен для вывода алфавитно-цифровой информации на матричные АППУ типов DZM-180 (ПНР) и DARO-II56 (ГДР). Интерфейс графопостроителя КИ 027^{2/} формирует аналоговые сигналы управления пером по осям X и Y с помощью 10-разрядных ЦАПов; его особенностью является способность воспринимать сигнал от графопостроителя об окончании перемещения пера.

Разработанный интерфейс КИ 031^{10,11/} позволяет управлять двумя НМЛ ИЗОТ 5003 (НРБ) через магистраль крейта. Блок-схема интерфейса приведена на рис.3. Блок обеспечивает выполнение всех стандартных операций с магнитной лентой и запись данных в стандартном формате, что позволяет читать ленту на других ЭВМ. Он имеет ширину 1М и является первым в СССР интерфейсом в стандарте КАМАК малогабаритного НМЛ.

В конце главы приведены характеристики и описания разработанных программаторов программируемых постоянных запоминающих устройств (СПЗУ), которые широко используются в создаваемой аппаратуре. Разработаны программатор КИ 001^{11/} для СПЗУ типа К573РФ1 и программатор КИ 005^{13/} для биполярных СПЗУ типов КР556РТ4 и К155РЕЗ. Для микро-ЭВМ КМ 001 разработан пакет программ, которые обеспечивают работу с этими программаторами — проверку исходного состояния СПЗУ, запись и чтение данных, проверку правильности записи.

В четвертой главе обсуждаются вопросы разработки аппаратуры для создания графических дисплеев на основе ЭЛТ, используемых в системах автоматизации физических экспериментов. Рассмотрены структура и сравнительные характеристики графических дисплеев двух типов — осциллографических и телевизионных. Приведены обзоры интерфейсов в стандарте КАМАК осциллографических и телевизионных индикаторных устройств. Описаны разработанные автором интерфейсы графических дисплеев. Интерфейс КИ 011^{5,12/} предназначен для формирования графического изображения на экране дисплея осциллографического типа. Блок ориентирован, в первую очередь, на изображение спектров, что является одним из самых распространенных применений графических дисплеев в экспериментальной

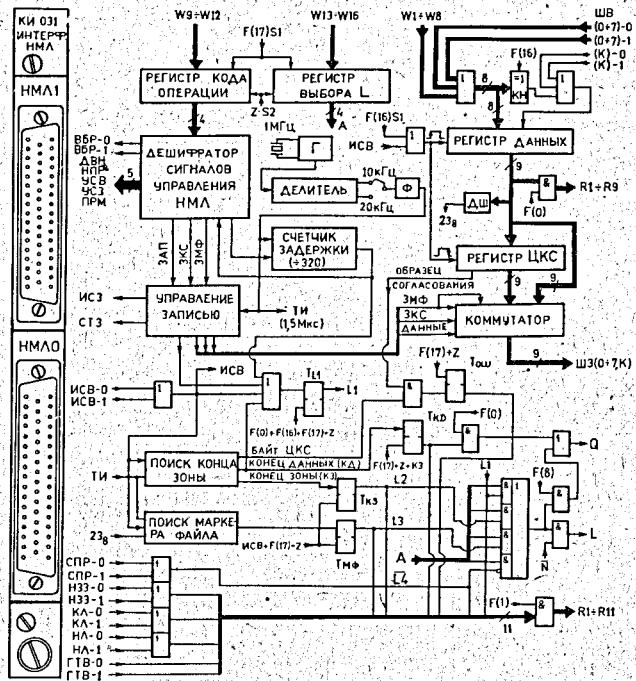


Рис.3 Блок-схема интерфейса НМЛ КИ 031.

ядерной физике. Разрешение дисплея на основе интерфейса КИ 011 составляет 1024×256 точек. Блок может работать со световым пером. С помощью переключателей на передней панели возможно изменение масштаба выводимого изображения по осям x и y . Вывод информации на индикатор может производиться в двух режимах: последовательном и произвольном.

Интерфейс черно-белого телевизора КИ 033 /13/ обеспечивает формирование графического изображения размером 256×256 точек, а также знакового изображения, содержащего 32 строки по 42 символа. ЗУ изображения содержит 64К бит. Отличительной особенностью блока является возможность формирования символов генератором знаков в любом месте экрана. Предусмотрена возможность совместной работы нескольких блоков КИ 033 для формирования цветного и полутонного изображений такого же объема. Для создания высококачественных цветных графических дисплеев разработан интерфейс цветного телемонитора КИ 029 /14/. Блок обеспе-

чивает формирование изображения, содержащего 512×256 точек, каждая из которых может принимать один из 8 цветов. Текстовое изображение может составлять 32 строки по 64 знака. Блок-схема интерфейса приведена на рис.4. ЗУ изображения в КИ 029 содержит 384К бит. Генератор знаков включает 96 алфавитно-цифровых знаков, а также 32 специальных символа для формирования стандартных графических изображений - таблиц, осей координат, гистограмм и т.п. С помощью блока КИ 030/11/ к интерфейсам КИ 033 и КИ 029 могут быть подключены координатный шар и клавиатура.

Все описанные блоки имеют ширину 1М.

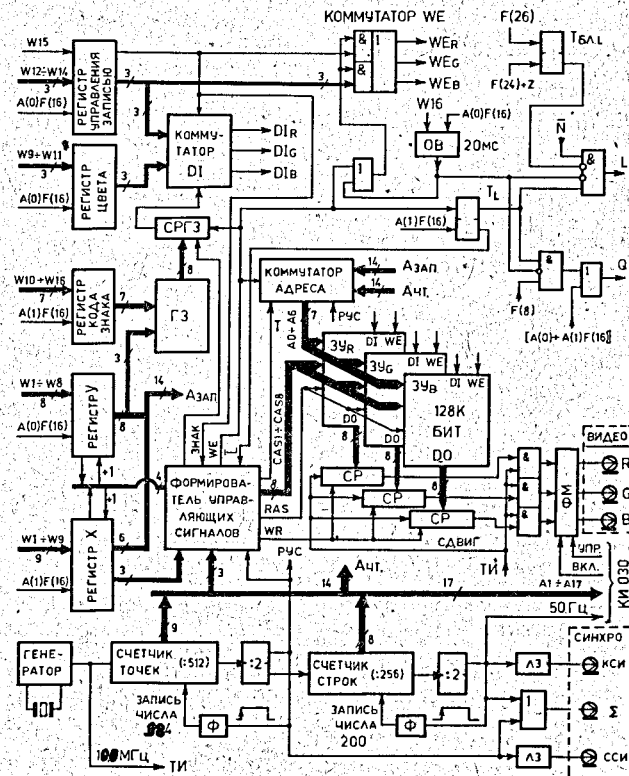


Рис.4 Блок-схема интерфейса цветного телевизионного монитора КИ 029.

В пятой главе приводятся примеры созданных систем автоматизации физических экспериментов на основе интеллектуального контроллера с микро-ЭВМ КМ 001, интерфейсов устройств ввода-вывода и разработанного программного обеспечения. Одна из систем предназначена для тестирования и наладки /15/ электронных блоков в стандарте КАМАК. Написаны программы тестирования блоков интеллектуального контроллера и всех разработанных интерфейсов.

Создано несколько систем, предназначенных для автоматизации спектрометрических исследований. Одна из них обеспечивает накопление спектров на магнитной ленте и их предварительную графическую обработку /16/, что ранее проводилось с помощью малых ЭВМ. Такие системы включают НМЛ, графический дисплей, АЦПУ, графопостроитель и соответствующие интерфейсы, а также модули связи с малой ЭВМ для передачи данных. Регистрация спектров производится с помощью многоканального анализатора. Описывается разработанный пакет программ MACS, который обеспечивает предварительную обработку спектров и работу с НМЛ, графическим дисплеем, АЦПУ и графопостроителем.

Система управления спектрометра для трехмерных амплитудно-временных измерений /17/ производит накопление данных на магнитной ленте. Регистрация данных производится с помощью 3 аналого-цифровых преобразователей. Программное обеспечение системы обеспечивает накопление регистрируемых данных на магнитной ленте с возможностью фильтрации (путем задания до 64 цифровых окон) и их предварительной обработки. Программы предварительной обработки позволяют формировать интегральные спектры и после их анализа с помощью пакета MACS производить отбор и сортировку накопленных данных по трем задаваемым окнам. Ранее отбор и сортировка многомерных спектрометрических данных производилась с помощью малых ЭВМ. Использование созданной системы обеспечивает существенное снижение стоимости экспериментов.

Создана система управления электростатического бета-спектрометра /18,19/, который предназначен для проведения исследований в области энергий 0-50 кэВ. Система содержит блоки для формирования и счета сигналов с детектора электронов, таймер, интерфейсы АЦПУ, графопостроителя и графического дисплея, блок связи с малой ЭВМ, а также блок цифро-аналогового управления источником замедляющего напряжения. Управляющая программа микро-ЭВМ обеспечивает измерение спектра в соответствии с задаваемыми исходными параметрами, передачу его в линию связи и вычерчивание спектра на бумаге.

Далее описана автоматизированная система дозиметрического контроля для фазотрона Лаборатории ядерных проблем ОИЯИ, которая также создана на основе интеллектуального контроллера с микро-ЭВМ КМ 001.

Она обеспечивает периодический съем, анализ и накопление данных о радиационной обстановке, получаемых от датчиков в разных точках здания ускорителя, включение предупредительной и аварийной сигнализации, если уровни излучений в местах расположения датчиков превышают заданные значения, а также вывод на печать результатов дозиметрического контроля. Основу системы составляет кейт КАМАК, управляемый интеллектуальным контроллером, в котором расположена регистрирующая аппаратура. Система содержит разветвленную сеть информационно-измерительных каналов, по которым в память микро-ЭВМ поступает информация о радиационной обстановке в местах расположения датчиков, состоянии цепей питания системы, режиме работы ускорителя и календарном времени. Приводится структура и функции программного обеспечения /20,21/ системы.

Управляющие программы всех созданных систем написаны на ассемблере и языке высокого уровня PL/M и содержатся в постоянной памяти интеллектуального контроллера.

В конце главы приводится оценка надежности разработанной аппаратуры и систем на ее основе. Расчетная величина времени безотказной работы для системы накопления спектров на магнитной ленте и их предварительной обработки (без учета надежности периферийного оборудования) составляет около $2 \cdot 10^3$ ч или более 80 сут.

ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ДИССЕРТАЦИИ

1. Систематизированы области применения, структура и требования к микро-ЭВМ, используемым в системах автоматизации ядерно-физических экспериментов.
2. Для создания автономных систем автоматизации физических исследований разработан интеллектуальный контроллер кейта КАМАК со встроенной микро-ЭВМ, ориентированный на хранение управляющих программ в постоянной памяти, емкость которой составляет 12К байт.
3. Разработан полный набор интерфейсов устройств ввода-вывода, необходимых для проведения экспериментальных физических исследований, в том числе оригинальный интерфейс малогабаритного НМЛ и интерфейс цветного телевизионного монитора, обеспечивающий высокую разрешающую способность.
4. Для микро-ЭВМ интеллектуального контроллера разработан широкий набор программного обеспечения, включающий монитор, драйверы устройств ввода-вывода, программы тестирования и наладки всех разработанных блоков.

5. На основе разработанной аппаратуры создан ряд автономных систем для физических установок Лаборатории ядерных проблем ОИЯИ. В их числе: несколько систем накопления и предварительной обработки одномерной и многомерной спектрометрической информации, система управления электростатического бета-спектрометра, автоматизированная система дозиметрического контроля фазотрона ЛЯИ и другие.

6. Разработаны универсальный пакет программ накопления спектров на магнитной ленте и их предварительной обработки, а также программы для трехмерных спектрометрических измерений, которые позволили производить накопление, отбор и сортировку данных без использования применяемых ранее малых ЭВМ.

Работы, опубликованные по теме диссертации:

1. Сидоров В.Т., Синаев А.Н., Чуринов И.Н. Управляющая система в стандарте КАМАК на основе контроллера с микро-ЭВМ. ОИЯИ, Р10-12481, Дубна, 1979; ПТЭ, 1980, № 6, с.48-54.
2. Антихов В.А., Вьонг Дао Ви, Динель Э., Журавлев Н.И., Игнатъев С.В., Ле Зон Пхир, Нгуен Мань Занг, Сидоров В.Т., Синаев А.Н., Стахин А.А., Чуринов И.Н. Цифровые блоки в стандарте КАМАК (Выпуск УШ). ОИЯИ, 10-80-650, Дубна, 1980.
3. Антихов В.А., Василев Д., Ву Чунг Хьеу, Вьонг Дао Ви, Журавлев Н.И., Краснобородов Б.С., Петев П., Саламатин А.В., Сидоров В.Т., Синаев А.Н., Стахин А.А., Чуринов И.Н. Цифровые блоки в стандарте КАМАК (Выпуск XI). ОИЯИ, 10-83-900, Дубна, 1983.
4. Сидоров В.Т. Программа-монитор для микро-ЭВМ KM 001 в стандарте КАМАК. ОИЯИ, 10-80-567, Дубна, 1980.
5. Антихов В.А., Игнатъев С.В., Журавлев Н.И., Ли Зу Эж, Петров А., Сидоров В.Т., Синаев А.Н., Стахин А.А., Чуринов И.Н. Цифровые блоки в стандарте КАМАК, разработанные для исследований на синхротроне (Выпуск У). ОИЯИ, 10-10576, Дубна, 1977.
6. Динель Э., Сидоров В.Т., Синаев А.Н. Интерфейсы к устройствам ввода-вывода ЭВМ. В кн.: Сборник трудов II Всесоюзного симпозиума по модульным информационно-вычислительным системам. Изд. ИЯИ АН СССР, Москва, 1980, с.117-122.
7. Антихов В.А., Динель Э., Журавлев Н.И., Игнатъев С.В., Петров А.Г., Сидоров В.Т., Синаев А.Н., Стахин А.А., Чуринов И.Н. Цифровые блоки в стандарте КАМАК, разработанные для исследований на синхротроне (Выпуск VI). ОИЯИ, 10-11636, Дубна, 1978.
8. Петров А., Сидоров В.Т., Синаев А.Н. Использование в физическом эксперименте алфавитно-цифрового дисплея, подключенного через интерфейс в стандарте КАМАК. ОИЯИ, 10-11014, Дубна, 1977.

9. Антихов В.А., Динель Э., Журавлев Н.И., Игнатъев С.В., Сидоров В.Т., Синаев А.Н., Стахин А.А., Чуринов И.Н. Цифровые блоки в стандарте КАМАК (Выпуск УП). ОИЯИ, 10-12912, Дубна, 1979.
10. Ле Зон Пхир, Сидоров В.Т. Интерфейс НМЛ ИЗОТ 5003. ОИЯИ, 10-81-517, Дубна, 1981.
11. Вьонг Дао Ви, Журавлев Н.И., Ле Зон Пхир, Нгуен Мань Занг, Петев П., Сидоров В.Т., Синаев А.Н., Стахин А.А., Чуринов И.Н. Цифровые блоки в стандарте КАМАК (Выпуск IX). ОИЯИ, 10-81-755, Дубна, 1981.
12. Петров А., Сидоров В.Т., Синаев А.Н. Использование в физическом эксперименте осциллографа со световым карандашом, подключенного через интерфейс в стандарте КАМАК. ОИЯИ, 10-11015, Дубна, 1977.
13. Антихов В.А., Вьонг Дао Ви, Журавлев Н.И., Ле Зон Пхир, Нгуен Мань Занг, Петев П., Саламатин А.В., Сидоров В.Т., Синаев А.Н., Стахин А.А., Чуринов И.Н. Цифровые блоки в стандарте КАМАК (Выпуск X). ОИЯИ, 10-82-844, Дубна, 1982.
14. Петев П., Сидоров В.Т. Интерфейс цветного телевизионного монитора. ОИЯИ, 10-81-166, Дубна, 1981.
15. Динель Э., Сидоров В.Т., Синаев А.Н., Чуринов И.Н. Система программирования и наладки микропроцессорных устройств на основе микро-ЭВМ в стандарте КАМАК. В кн.: Proc. of the 2-nd Symp. on Micro-computer and Microprocessor Application. OMKDK TECHNOINFORM, Budapest, 1981, v.1, p.324-332.
16. Сидоров В.Т. Автономная микропроцессорная система для накопления спектров на магнитной ленте и их предварительной обработки. ОИЯИ, 10-83-552, Дубна, 1983.
17. Бруданин В.Б., Вылов Ц., Журавлев Н.И., Иванов А.И., Покровский В.Н., Рухадзе Н.И., Саламатин А.В., Сандуковский В.Г., Сидоров В.Т., Синаев А.Н. Спектрометр для трехмерных амплитудно-временных измерений. ОИЯИ, 13-83-747, Дубна, 1983.
18. Вылов Ц., Минкова А., Исоятов А.Х., Бацев С., Громов К.Я., Маринов А., Петев П., Сидоров В.Т., Чумин В.Г., Бриансон Ш., Валлен Р.-Ж., Лэгран Б., Гобло О., Лекутурне Д. Электростатический бета-спектрометр в области энергий 0,5-50 кэВ. ОИЯИ, Р6-82-918, Дубна, 1982.
19. Петев П., Сидоров В.Т. Микропроцессорная система управления электростатического бета-спектрометра. В кн.: Структура и организация систем реального времени. Тезисы докладов IV Всесоюзного симпозиума по модульным информационно-вычислительным системам. Иркутск, СибИЗМИР СО АН СССР, 1983, с.139.
20. Сидоров В.Т., Шишкин А.Л. Автоматизированная система дозиметрического контроля на установке "Ф". ОИЯИ, Р16-82-25, Дубна, 1982.

21. Сидоров В.Т., Шипкин А.Л. Программное обеспечение первой очереди автоматизированной системы дозиметрического контроля на установке "Ф". ОИЯИ, IO-82-61, Дубна, 1982.

Рукопись поступила в издательский отдел
2 ноября 1984 года.