

М-34

ОБЪЕДИНЕННЫЙ ИНСТИТУТ ЯДЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

10 - 10877

МАТЕЕВА

Анисия Симеонова

СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ ДИСКОВАЯ ОПЕРАЦИОННАЯ
СИСТЕМА ДЛЯ ИЗМЕРИТЕЛЬНОГО МОДУЛЯ
НА БАЗЕ ЭВМ ТИПА ТРА

Специальность 01.01.10. - математическое обеспечение
вычислительных комплексов и АСУ

Автореферат диссертации на соискание ученой степени
кандидата физико-математических наук

Дубна 1977

Работа выполнена в Лаборатории нейтронной физики Объединенного института ядерных исследований.

Научный руководитель:

кандидат физико-математических наук И.М.САЛАМАТИИ

Официальные оппоненты:

доктор физико-математических наук И.М.ГРАМЕНИЦКИЙ,
кандидат технических наук Ю.В.СТУПИН

Ведущее предприятие - Институт атомной энергии им.И.В.Курчатова,
Москва

Защита диссертации состоится " _____ 1977 г.
в _____ часов на заседании Специализированного совета ДВТА ОИЯИ,
г.Дубна, Московской области.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ОИЯИ.

Автореферат разослан " _____ 1977 г.

Ученый секретарь Совета

кандидат физико-математических наук

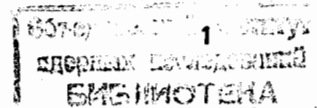
Т.П. Пузынина

Т.П.ПУЗЫНИНА

Актуальность работы. Современные физические эксперименты с каждым годом усложняются, чему в значительной мере способствует широкое внедрение вычислительной техники. В связи с этим вопросы разработки программного обеспечения становятся всё более важными.

Достижения в области интегральной электроники, появление дешевых мини-ЭВМ и оснащение их широким набором внешних устройств привели к тому, что данный класс ЭВМ стал основой аппаратного оснащения многих научных и промышленных лабораторий. Присущие ЭВМ достоинства эффективно могут быть использованы лишь при наличии соответствующего программного обеспечения.

Практически все доступные мини-ЭВМ имеют развитые системы математического обеспечения, в том числе и операционные системы реального времени (СРВ). СРВ обеспечивают работу ЭВМ на линии с промышленной либо экспериментальной установкой. Системы для промышленных лабораторий готовы к использованию без дополнительных разработок, однако предназначены для узкого круга задач (обычно одна) и имеют фиксированный набор программных и аппаратных средств. Приобретение такой системы позволяет в кратчайшие сроки получить установку с готовым программным обеспечением узкоцелевого назначения. СРВ общего назначения ориентированы на усредненные интересы исследовательских центров разного профиля, и в рамках этих систем пользователь ЭВМ должен сам написать программу, решающую его конкретную физическую задачу. Построение таких программ становится все более сложной задачей по мере усложнения методики эксперимента.



Ряд проблем снимается, если разработать систему программы, специализированную на определенном круге задач. Дальнейшая экономия сил разработчиков может быть обеспечена путем унификации программного обеспечения в рамках этого круга задач.

В Лаборатории нейтронной физики ОИЯИ в течение ряда лет ведутся нейтронные исследования на импульсном быстром реакторе ИБР. Регистрирующая аппаратура и вычислительная техника для этих исследований сконцентрированы в измерительном центре. В последние годы действующий центр пополнился несколькими ЭВМ типа ТРА для обеспечения экспериментов в режиме работы на линии с экспериментальной установкой.

Диссертационная работа выполнялась в рамках темы "Математическое обеспечение для измерительно-вычислительного центра ИБР-2" тематического плана Лаборатории нейтронной физики ОИЯИ и актуальна в связи с предстоящим вводом в эксплуатацию реактора ИБР-2 /Л1/. Результаты данной работы и сделанные выводы могут быть использованы при создании программного обеспечения измерительных модулей для ИВЦ реактора ИБР-2.

Данная работа актуальна и для других организаций, ибо сходные проблемы имеют место в ряде исследовательских центров, занимающихся разработкой и эксплуатацией систем накопления и обработки экспериментальных данных.

Основная цель работы – создать операционную систему для работы в реальном масштабе времени, разработать методику построения унифицированного программного обеспечения, ориентированного на задачи нейтронной спектрометрии, и применить разработанную систему для обеспечения конкретного физического эксперимента.

При решении данной задачи диссертантом была предпринята попытка найти некоторое компромиссное программное решение следующих проблем:

1. Размещения в ограниченной оперативной памяти ЭВМ громоздких алгоритмов физических экспериментов.
2. Обеспечения преемственности программного обеспечения.
3. Увеличения скорости программирования конкретных экспериментов.
4. Обеспечения сохранности накопленной информации (результатов) и программы эксперимента при авариях, сопровождающихся потерей счетчика команд.

Научная новизна. Библиотека программ, перемещаемых в двоичном виде, и автоматически работающие алгоритмы динамического распределения памяти на мини-ЭВМ с данной системой команд реализованы впервые. В известные алгоритмы динамического распределения памяти введен режим, снижающий системные затраты. Предложенный алгоритм диспетчеризации прерываний от оборудования в стандарте КАМАК обладает преимуществами перед традиционными способами обработки прерываний. Программное обеспечение системы для сортировки двумерных спектров одновременно с их измерением в ЛНФ реализовано впервые.

Практическая ценность. Результаты данной работы нашли практическое применение и используются в Лаборатории нейтронной физики ОИЯИ с 1974 года. Конкретное приложение разработанной системы в настоящее время выполнено для установки /Л2/, используемой на реакторе ИБР-30 /Л3/. В экспериментах, выполненных с помощью данного программного обеспечения, получены важные физические результаты.

Эксплуатация разработанной системы показала пригодность предложенных принципов и рекомендаций для создания унифицированного программного обеспечения измерительных модулей (ИМ) для ИВЦ

реактора ИБР-2. Созданная система, ввиду широкого распространения программно совместимых машин "Электроника-100", Саратов-2, РДР-8 и ТРА, может быть использована также в других организациях, а алгоритмы - и для машин других типов.

Автор защищает структуру, принципы организации и алгоритмы дисковой операционной системы, разработанной для автоматизации различных спектрометрических экспериментов путем использования ЭВМ на линии с экспериментальной установкой.

Основные положения, выводы и рекомендации, приведенные в диссертации, доведены до практической реализации на ЭВМ типа ТРА, выдержали проверку эксплуатацией и не вызывают сомнения.

Объем работ. Диссертационная работа состоит из введения, семи глав и заключения. Она изложена на 121 странице машинописного текста, содержит 31 рисунок, три таблицы и 6 приложений. Список литературы включает 97 наименований работ.

В первой главе (обзор) отражен поиск выбранного пути реализации разработки. Рассмотрены вопросы о роли языка в решении задачи построения программного обеспечения и продуктивные методы программной инженерии, приведены примеры реализации программного обеспечения экспериментальной установки с использованием вычислительной машины, пример известного ИВЦ, пример систем программирования. В обзор включен также параграф, посвященный современным стандартам построения экспериментального оборудования (стандарт КАМАК).

В соответствии с методикой программирования "сверху-вниз" на первом шаге создания программного обеспечения ИМ (глава 2) были проанализированы факторы, влияющие на выбор структуры программного обеспечения: поток подлежащей обработке информации, специфические особенности процедуры обработки, имеющиеся в рас-

поряжении средства обработки, принятые критерии эффективности. Было принято решение реализовать возможность одновременного выполнения на ИМ трех программ: заданной программы измерений, дисплейной программы и фоновой задачи.

В любом эксперименте, как правило, существует несколько каналов ввода информации. Необходимым является требование, чтобы зарегистрированная информация отображала с заданной точностью спектр событий, поступающий от спектрометра. Одной из основных причин искажения спектра является конечное мертвое время ζ регистрирующей установки. При обоих способах регистрации (программный и автономный каналы) указанное требование приводит к неизбежному значительному резервированию времени процессора. При интенсивности I зарегистрированных событий доля ζ времени, в течение которого процессор не занят регистрацией событий, будет $\zeta = 1 - I\tau$.

В условиях, когда стоимость базовой установки (реактора) намного превышает стоимость измерительного модуля, качество программного обеспечения предложено определять по коэффициенту использования базовой установки k :

$$k = t_p / (t_p + t_\zeta),$$

где t_p - время, в течение которого программно разрешена регистрация, t_ζ - время, в течение которого процесс регистрации программно блокирован.

При наличии резерва времени процессора задача построения оптимальной программы измерений сводится, в основном, к задаче использования памяти.

Структура программного обеспечения измерительного модуля, разработанная с учетом перечисленных требований /1/, показана на рис.1. Звездочками на рисунке помечены блоки, которые могут быть

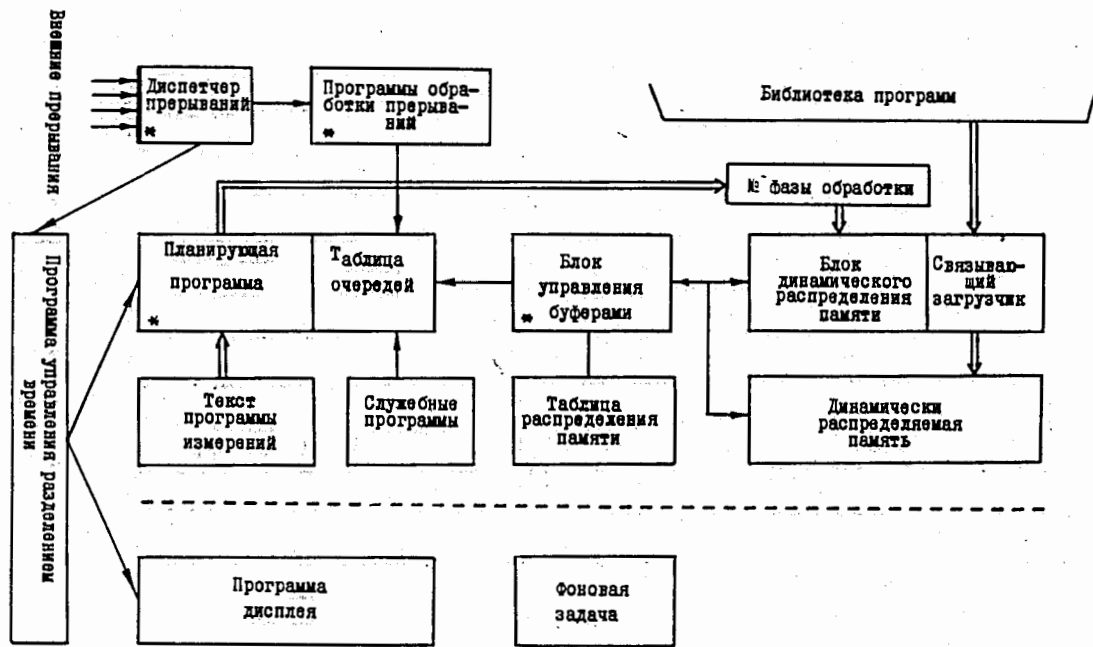


Рис. 1. Структура программного обеспечения измерительного модуля.

заменены при изменении методики эксперимента. Отдельные блоки соответствуют частям программного обеспечения. Подробнее они описаны в следующих главах диссертации.

Глава третья посвящена организации библиотеки и вопросам распределения памяти. При использовании ЭВМ с фиксированной конфигурацией на линии с экспериментальной установкой обычной является ситуация, когда возможность поставить эксперимент зависит от распределения памяти между программами и данными.

Проблема обеспечения работоспособности громоздких программ экспериментов при ограниченных ресурсах оперативной памяти решена путем введения режима интерпретации программы эксперимента. Для этого были разработаны принципы построения библиотеки программ, перемещаемых в двоичном виде /2/.

Рабочая библиотека размещается на внешнем запоминающем устройстве (ВЗУ) и имеет модульную структуру. Отведенная библиотеке память на ВЗУ разделена на страницы. При загрузке в оперативную память ЭВМ несколько страниц рассматриваются как единое целое и выступают в качестве загрузочного модуля (ЗМ). Загрузочным модулем в описываемой библиотеке мы считаем двоичный программный текст, реализующий заданный алгоритм работы при соблюдении определенных правил взаимодействия с остальным программным обеспечением и используемый в режиме динамического распределения памяти. Были разрешены ЗМ длиной $I+4$ страницы. В диссертации обосновываются ограничения длины ЗМ.

Для построения достаточно простого алгоритма настройки модуля по месту загрузки всем ЗМ был присвоен один и тот же начальный адрес трансляции (АТ), а нужные адресные константы, принадлежащие модулю, были расположены в конце соответствующей страницы в поле ссылок и отдалены при трансляции (лишь на время

загрузки) от программного текста нулевым кодом. После загрузки модуля в оперативную память его настройка по месту загрузки сводится к переработке полей ссылок на всех принадлежащих модулю страницах.

В качестве конструктивной единицы программы измерений была принята стандартная программа (СП). Соотношение между ЭМ и СП следующее:

1. При длине СП в 1 страницу и более одна СП занимает ЭМ. Первая исполняемая команда программы размещается непосредственно после номера ЭМ.

2. Одностраничный ЭМ может содержать до четырех СП. В этом случае после номера ЭМ в последовательных строках помещаются входы в СП-команды передачи управления соответствующим СП.

3. Любая страница многостраничного ЭМ может быть оформлена аналогично описанному в предыдущем пункте и использоваться в качестве одностраничного ЭМ.

Для обращения к программе введены номера СП. Номер СП является виртуальным адресом строки входа в данную СП.

В системе сформулирован и подробно описан в диссертации стандартный интерфейс между монитором и СП, включающий средства доступа к данным, рабочим полям и правила передачи управления. СП не содержит ни абсолютных адресов массивов данных, ни значимых параметров циклов. Доступ к данным обеспечивают резидентные программы. Введено два типа данных: данные, полученные в процессе регистрации и обработки информации, и параметры, заданные программистом при написании программы измерений.

Наиболее существенными свойствами описанной библиотеки являются следующие:

1. Возможность использования в режиме динамического распределения памяти.

2. Библиотека может использоваться на ЭВМ с объемом оперативной памяти 4 К.

3. Отсутствует этап кодирования перемещаемого текста на промежуточном языке.

Для использования библиотеки стандартных программ разработана программа динамического распределения памяти /3/. В основном алгоритм ДРП близок к предложенному в работе /14/ для интерпретирующей системы ИС-2. Необходимость ввести некоторые изменения была связана с жесткой страничной организацией памяти программируемой ЭВМ и с ориентацией программного обеспечения на регистрацию экспериментальных данных в реальном масштабе времени.

Программа ДРП управляет состоянием выделенного участка оперативной памяти - рабочего поля (РП). В РП загружаются программы, необходимые на данном этапе работы монитора, или программы эксперимента. Информацию о текущем состоянии РП программа ДРП хранит в ассоциативной таблице ТХ. Каждой странице РП соответствует одна строка в ТХ, как это показано на рис.2. Строка ТХ для каждой из занятых страниц РП содержит закодированный адрес данной страницы на ВЗУ. ТХ заполняется сверху вниз. Первой строкой с нулевым содержанием начинается свободная часть ТХ. Соответствующая ей часть РП также считается свободной. Программа ДРП по номеру СП выясняет, находится ли она уже в оперативном запоминающем устройстве (ОЗУ). При отсутствии СП в ОЗУ программа ДРП загружает нужный ЭМ на свободное место в РП и определяет абсолютный адрес входа в нужную СП. Если свободного места недостаточно для загрузки очередного ЭМ, то зачеркивается ТХ и заполнение РП начинается заново.

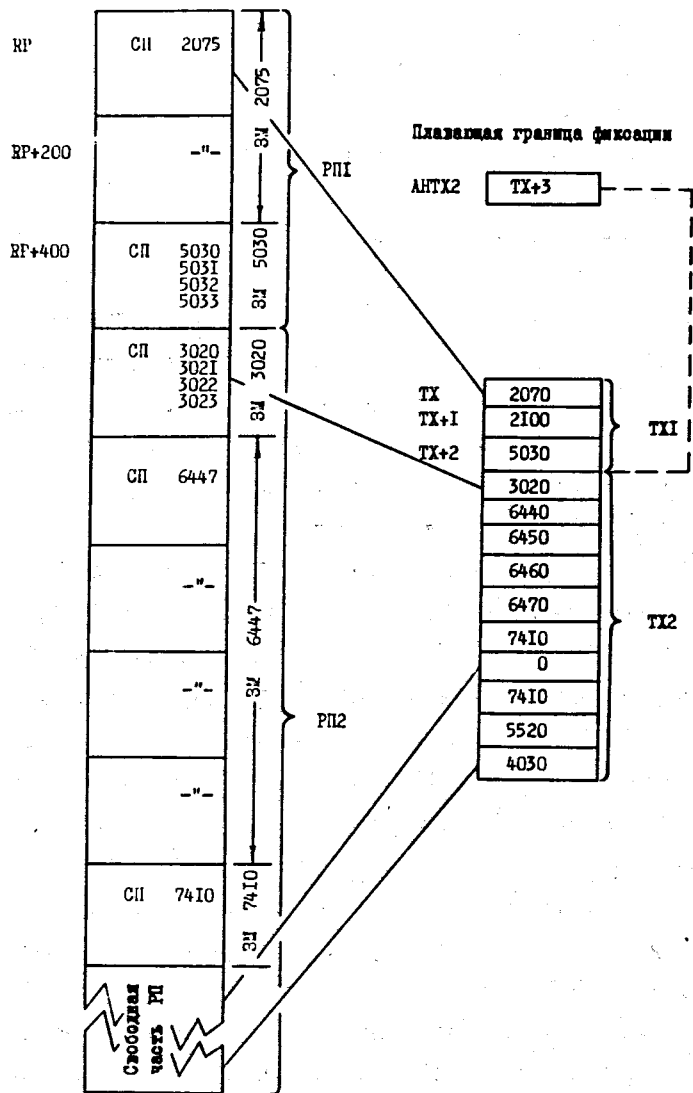


Рис. 2. Соответствие страниц рабочего поля и строк ассоциативной таблицы.

Для уменьшения системных затрат введен механизм фиксации программ на РП. С этой целью РП разделено на две части (РП1 и РП2) плавающей границей. Двум частям соответствуют две части ассоциативной таблицы - ТХ1 и ТХ2. Монитор перед обращением к программам, требующимся чаще других, выставляет совокупность признаков, по которым программа ДРП определяет, нужно фиксировать СП на РП или нет. Фиксируемые СП загружаются только на РП1. Плавающая граница фиксации по мере заполнения РП1 смещается вниз. Одновременно с этим смещается начало РП2 и уменьшается выделенная ему часть РП. Введенный механизм фиксации является "мягким". Программа ДРП может зачеркнуть ТХ1, но лишь в том случае, когда для загрузки следующего ЗМ недостаточно длины РП2, т.е. если иначе дальнейшая работа невозможна.

Механизм ДРП работает автоматически на любом указанном участке ОЗУ. Удобства его использования существенно расширяются благодаря введенной возможности управлять положением и длиной РП из СП. Любой ЗМ может содержать программу, работающую в режиме оверлей. Нет ограничений на последовательность, в которой должны вызываться оверлейные сегменты.

Работа блока динамического распределения памяти удобно сочетается с режимом интерпретации программы измерений. Объем памяти для конкретной программы измерений и системы обработки данных может быть ограничен малой величиной практически безотносительно к сложности алгоритмов. При фиксированном объеме ОЗУ развитие действующей программы не сдерживается наличием объема ОЗУ. Обеспечивается более высокий коэффициент использования памяти.

Распределение памяти для данных выполняется в программе измерений. Из всей наличной памяти выделяются требуемые участки - буфера. В программах могут использоваться только описанные буфера. Описание одного буфера представляет один элемент таблицы

распределения памяти (ТРИ). Элементы ТРИ образуют цепочку – связной список, описывающий иерархическую структуру памяти, в которую вводится информация. Порядковый номер элемента определяет приоритет выполнения работы с соответствующим буфером.

В четвертой главе описана система обработки данных. Каждая из выполняемых на измерительном модуле работ в описываемой системе представляется в виде набора отдельных операций, выполняемых в определенной последовательности стандартными программами. Отдельные работы выполняются соответствующими подсистемами, которые работают асинхронно.

Синхронизация работы подсистем является основной функцией планирующей программы (ПП). ПП управляет прохождением критических интервалов и передачей информации между подсистемами, если это требуется. Она обеспечивает правильную последовательность выполнения отдельных операций.

ПП протоколирует все исполняемые элементарные операции перед их исполнением, потом приступает к исполнению операции с наивысшим приоритетом из числа запроколированных. После выполнения операции вычеркивается из протокола. Это позволяет при сбое продолжить программу измерений без потери уже накопленной информации.

ПП управляется таблицами очередей (протоколом) и значениями нескольких системных флагов. Эти элементы содержат информацию о последовательности выполнения требующихся операций.

Основными частями ПП являются сканирующая программа и программа управления буферами. Первая из них выполняет сканирование таблиц очередей и системных флагов. Работа этой программы и ее взаимодействие с подсистемами определяются фиксированными правилами.

Программа управления буферами (ПУБ) обеспечивает интерфейс со стандартными программами и управляет транспортировкой информации в разных режимах работы. Обеспечение интерфейса с СП включает организацию доступа к исходным данным и к области памяти для занесения результатов, а также управление числом повторения циклов в СП. ПУБ взаимодействует с остальными частями ПП. По параметрам, полученным от сканирующей программы, ПУБ подготавливает всю информацию, необходимую для работы СП с буферами, и инициирует работу СП. По окончании работы СП управление возвращается в ПУБ для анализа состояния буферов и выполнения операций над протоколом.

Заложенный механизм удобен при обработке спектрометрической информации, особенно в программах накопления и обработки данных в режиме on-line, когда о параметрах цикла априорных данных нет, а ввод таких параметров в процессе измерений означал бы переход из автоматического режима работы на полуавтоматический.

В пятой главе рассматриваются диспетчер и программы обработки прерываний. Описана реализованная система регистрации /4/. В данной части разработки основное внимание было уделено следующим характеристикам системы: времени обработки прерываний (мертвому времени), защищенности от помех, удобству модификации, коэффициенту использования оборудования и объему занимаемой оперативной памяти. Основная цепочка диспетчера содержит звенья, отвечающие устройствам, ожидаемым в конфигурации измерительного модуля. Такими устройствами являются оборудование в стандарте КАМАК, таймер или тактовый генератор (ТГ), операторский пульт с клавиатурой (ТТ) и световой карандаш. Для устройств, не включенных в основную цепочку диспетчера, пишется драйвер в виде стандартной подпрограммы по правилам, описанным в главе 3.

Оборудование в стандарте КАМАК включает один или несколько каркасов с блоками электроники, подключенных к ЭВМ через драйвер ветви (ДВ). При наличии прерывания от ДВ работает диспетчер КАМАКа. Он ориентирован на использование специального распределителя запросов, который вырабатывает двоичный код, равный приоритету станции, запрашивающей прерывание. Реализованный диспетчер легко перестраивается для работы с нужным числом каркасов. При количестве активных станций >1 разработанная схема диспетчера обеспечивает меньшее время диспетчеризации по сравнению с линейным кодированием номера абонента. Обеспечена защита от помех и необходимая диагностика ошибок оборудования без увеличения времени обработки прерывания.

Система регистрации (СР) данных для каждого нового типа эксперимента конструируется заново. Её сложность зависит от сложности методики эксперимента. Способ генерации может быть разным: от приказов с клавиатуры телетайпа до трансляции текста программ обработки прерываний. В резидентной части монитора находятся макроблоки, удовлетворяющие ряду возможных экспериментов. Максимально возможное число одновременно работающих активных источников информации равно 88. По любому из подканалов может регистрироваться многомерный спектр или информация для управления экспериментальной установкой. 8 из подканалов обеспечено меньшее мертвое время по сравнению с остальными. Каждый из этих 8 подканалов обслуживается отдельной резидентной копией программы обработки прерывания.

В диссертации подробно рассматривается однокаркасная СР для ≤ 8 подканалов с минимальным мертвым временем. Стыковка СР с остальным программным обеспечением осуществлена посредством

системных таблиц. Приведены формулы для расчета времени обработки прерываний, выведенные для описанной схемы диспетчера. При регистрации по программному каналу расчетное значение мертвого времени для одномерного спектра составляет 55 мкс, для двухмерного - 70 мкс.

В шестой главе диссертации речь идет о некоторых подсистемах и содержании библиотеки СП.

В первом параграфе рассматривается система управления (СУ) работой измерительного модуля с клавиатуры телетайпа /Л5/. Реализованная нами на ЭВМ ТРА-1001-1 СУ, в отличие от разработанных ранее для данной ЭВМ, оформлена в виде набора стандартных программных модулей, перемещаемых в двоичном виде, хранящихся в библиотеке на ИМД. Устранены ограничения количества приказов. Практически нет ограничения объема программы, исполняющей приказ, благодаря возможности работать в режиме оверлей. Исполнительные программы совместимы с остальной библиотекой и допускают использование вне данной системы программой пользователя. Управляющие приказы имеют свободный формат, введен ряд режимов умолчания. Программы могут работать в диалоговом режиме.

Набор телетайпных приказов в настоящее время включает средства, которые позволяют: работать с библиотекой СП (запись новых программ, редактирование каталога и программ), выполнять отладку программ измерения и обработки, управлять дисплеем и режимами работы монитора, инициализировать программы экспериментов, тексты которых занесены в библиотеку, и выполнять обработку по шагам в режиме фоновой задачи. Состав телетайпных приказов легко пополняется путем включения в каталог библиотеки приказов новых СП.

Во втором параграфе рассматривается программное обеспечение дисплея. В описываемой системе имеется драйвер, обеспечивающий

генерацию изображения (спектров и текстов) на экране, ряд программ, реализующих приказы с клавиатуры телетайпа и управляющих изображением на экране, и средства для развития подсистемы управления.

В третьем параграфе описан язык интерпретатора. Он создан, чтобы предоставить возможности пользователю писать свое задание на этом языке, не разбираясь в деталях операционной системы, в языке ассемблера и особенностях взаимодействия ЭВМ с экспериментальным и стандартным оборудованием. Задание на этом языке оформляется в виде ЭМ и записывается на НМД. При выполнении задания оно многократно загружается на ПП программой ДРП. Анализ задания выполняется специальной программой, которая на каждом шаге анализирует только один элемент задания.

Четвертый параграф посвящен библиотеке СП. В данный момент библиотека состоит из 62 ЭМ (65 наименований СП), которые занимают 96 секторов (по 128 слов) на НМД. В таблице I приведен перечень названий, номера и кратко указано назначение тех СП, которые были необходимы для реализации эксперимента, описанного в работе /Л2/. Подробнее в диссертации рассматривается важная группа программ, обеспечивающих работу с НМД /5/.

Седьмая глава начинается коротким обзором систем сортировки спектрометрической информации. В данной главе рассматривается практическое применение разработанного нами программного обеспечения в эксперименте по обнаружению существования ($n, \gamma f$) процесса /Л2/. Одно регистрируемое событие характеризовалось двумя параметрами - временем пролета нейтрона и амплитудой импульса от γ -кванта. Сортированная информация представлялась в виде, удобном для дальнейшей обработки - в виде 1024-канальных амплитудных спектров, отвечающих 512 временным каналам. Программное обеспече-

Таблица I. СПИСОК БИБЛИОТЕЧНЫХ ПРОГРАММ

START	0507	Подготовка оборудования к работе
STR1	0510	Оверлейный сегмент программы START
RPOL	3120	Управление рабочим полем
RPL5	3121	Устанавливает длину ПП-5 страниц
DISC	5047	Программа НМД
PSTM	5130	Программная сортировка
PSED	6447	Тексты программ обработки в режиме off-line
OUTP	6507	Программа вывода на телетайп
CTRF	6516	Оверлейный сегмент программы вывода OUTP
TXT5	5006	Оверлейный сегмент программы вывода OUTP (форматы сообщений)
CLER	7000	Очистка буфера в ОЗУ
NDOF	7001	Прекращение цепочки операций
ONLN	7002	Инициация систем регистрации
HALT	7003	Прекращение работы
UPIF	7020	Упорядочивание двумерного спектра
QKMT	7047	Вывод на БЭСМ-4, графикопостроитель, быструю печать
RAZB	7410	Интерпретатор обработки в off-line
IB2	7420	Заказ операции
TRNM	7421	Пересылка ОЗУ-ОЗУ без преобразования
KPS1	7422	Формирование одномерного спектра
TAB2	7423	Обращение к протоколу
SMDT	7430	Программа аппаратной сортировки
SM5K	7431	Системная. Заказ группы операций
HLTC	7432	Прекращение работы по условию
OFLN	7433	Переключение в режим

ние данного конкретного эксперимента написано на внутреннем языке системы.

Система для этих двухпараметровых измерений /6/ включала ЭВМ ТРА-1001-1, НМД и входные блоки, выполненные в стандарте КАМАК.

Измерение двумерного спектра проводилось одновременно с другими необходимыми в эксперименте работами - измерением одномерного и трехмерного спектров. Накопленная двумерная информация проходит следующие этапы обработки: перекодировка, упорядочение и накопление в ОЗУ, накопление на НМД, сортировка и накопление на НМД сортированной информации. Момент перехода к сортировке определяется программно. Благодаря предоставляемой системе возможности неявной организации циклов реализованы СП сортировки, не зависящие от объема буферов исходной информации. В диссертации выполнено исследование условий, при которых не будет происходить искажения спектров при способе сортировки, использующем специальное оборудование и названном "аппаратным". Помимо этого, реализован вариант программной сортировки, несколько более медленный, но полностью свободный от недостатков "аппаратного" способа сортировки.

Накопленную на НМД сортированную информацию можно вывести на печать, графикопостроитель или передать на большую ЭВМ для дальнейшей обработки. Перед выводом возможно выполнить интегрирование информации по представляющим интерес резонансам.

В системе, регистрирующей двумерные спектры, предоставлена возможность накапливать и хранить на НМД сортированную информацию в виде матрицы с общей емкостью $M = I \cdot J$, где I - временные и J - амплитудные каналы. Программное обеспечение может работать с любым I и J , для которых выполнено условие $M \leq 512 K$.

Программа интегрирования дает возможность суммировать амплитудные спектры в любом временном окне. Необходимые параметры для ее работы задаются пользователем в приказе с клавиатуры телетайпа.

В диссертации показан также пример формирования более простых экспериментов посредством приказов с клавиатуры телетайпа. Приведена последовательность приказов, которая обеспечивает формирование программы для регистрации, накопления и вывода на внешние устройства одномерных спектров длиной 1024 слов. Компоновка таких программ, модификация более сложных и отладка, включая проверку оборудования, средствами описанного программного обеспечения занимает немногие часы при условии, что имеются готовые необходимые СП.

Основные результаты работы могут быть сформулированы следующим образом:

1. Разработана структура программного обеспечения измерительного модуля на базе ЭВМ ТРА-1001-1 и накопителя на магнитном диске /1/.

Разработан монитор, обеспечивающий компромиссное решение проблемы размещения громоздких алгоритмов в условиях дефицита оперативной памяти, имеющий средства защиты программы пользователя от потери информации.

2. Созданы программы обработки прерываний (диспетчер, система регистрации данных, служебные программы), ориентированные на оборудование в стандарте КАМАК /4/. Предложенный алгоритм диспетчеризации прерываний от оборудования в стандарте КАМАК обладает преимуществами перед традиционными способами обработки прерываний. Система регистрации обеспечивает мертвое время не более 50 мкс при регистрации одномерного спектра по программному каналу и легко модифицируется при смене экспериментального оборудования.

3. Для ЭВМ с фиксированными страницами типа ТРА разработаны программы динамического распределения памяти /3/. В механизме распределения памяти из работы /14/, взятом за основу, введен режим "мягкой" фиксации, что снижает системные затраты и позволяет работать с программами реального масштаба времени на единственном рабочем поле. Автоматически работающий алгоритм ДРП на машинах типа ТРА реализован впервые.

4. Написано программное обеспечение точечного дисплея.

5. Для ЭВМ типа ТРА (и программно совместимых с ней РДР-8, Электронике-100, Саратове-2) впервые разработана организация библиотеки стандартных программ, перемещаемых в двоичном виде /2/.

6. Разработана библиотека программных модулей, пригодных для использования в различных экспериментах. Библиотека включает набор программ для работы с ИИД /6/, программы вывода информации на графический построитель, печатающее устройство, устройство передачи данных на ЭВМ БЭСМ-4 и другие (около 60 наименований).

7. На базовом языке системы написано и эксплуатируется программное обеспечение физического эксперимента со сложной методикой /5/, допускающее одновременно (или раздельно):

- а) измерение и обработку одномерного спектра,
- б) измерение и обработку двумерного спектра,
- в) измерение (без сортировки) трехмерного спектра.

Программное обеспечение системы для сортировки двумерных спектров одновременно с их измерением в ЛНФ реализовано впервые.

Общим итогом диссертационной работы явилось создание дисковой операционной системы реального времени для ЭВМ ТРА-1001-1. В экспериментах, выполненных с помощью данного программного обеспечения, получены важные физические результаты. Эксплуатация разработанной системы показала пригодность предложенных принципов

для создания унифицированного программного обеспечения измерительного модуля ИВЦ для реактора ИБР-2.

Результаты публиковались в научных журналах, в виде сообщений ОИИИ, а также докладывались на международных и всесоюзных конференциях и совещаниях /5,16,17,18/.

Основные результаты диссертации опубликованы в работах:

1. К. Дадди, Л. Дадди, Г. П. Жуков, А. Матеева, И. М. Саламатин, М. А. Фурман. Сообщение ОИИИ, IO-9060, Дубна, 1975.
2. К. Дадди, Л. Дадди, А. Матеева, И. М. Саламатин. Программирование, № 5, 1976, 52.
3. Л. Дадди, А. Матеева, Ю. Намсрай, И. М. Саламатин. ОИИИ, P10-9954, Дубна, 1976.
4. А. Матеева, Ю. Намсрай, И. М. Саламатин. Сообщение ОИИИ, P10-10160, Дубна, 1976.
5. О. И. Елизаров, А. Матеева, И. М. Саламатин. Сообщение ОИИИ, P10-10479, Дубна, 1977.
6. A.A.Bogdzal, J.Brankowski, K.Dady, O.I.Elizarov, G.P.Zhukov, M.Z.Ishmukhametov, A.Mateyeva, I.M.Salamatin, V.G.Tishin, V.D.Shibayev. Proc. of the 2nd Int. Symp. on SAMAC in Computer Applications (Brussels, Oct. 14 - 16, 1975), IV. 2 - 12. 285.

Литература

- Л1. В. Д. Ананьев, Д. И. Блохинцев, П. В. Букаев и др. Сообщение ОИИИ, I3-4392, Дубна, 1969.
- Л2. З. Длюгты, Й. Криштяк, Ц. Пантелеев. ОИИИ, P3-9613, Дубна, 1976.
- Л3. В. Д. Ананьев, Д. И. Блохинцев, Б. Н. Бунин и др. ОИИИ, I3-4395, Дубна, 1969.

- Л4. М.Р.Шура-Бура. Интерпретирующая система ИС-2 для М-20.
М., ВЦ АН СССР, 1965.
- Л5. К.Дади, Л.Дади, А.Матеева, Ю.Намсрай, И.М.Саламатин.
Сообщение ОИЯИ, РГО-10161, Дубна, 1976.
- Л6. К.Дади, Л.Дади, Г.П.Жуков, А.Матеева, И.М.Саламатин,
М.А.Фурман. Труды УШ Международного симпозиума по ядерной
электронике. ОИЯИ, Д13-9287, Дубна, 1975, 313.
- Л7. А.А.Богдзель, Е.Браньковски, К.Дади, Э.Длоуги, О.И.Елизаров,
Г.П.Жуков, М.З.Ишмухаметов, А.Матеева, Ц.Пантелеев,
И.М.Саламатин, В.Г.Тишин, В.Д.Шибяев. Труды УШ Международного
симпозиума по ядерной электронике. ОИЯИ, Д13-9287, Дубна,
1975, 365.
- Л8. Л.Дади, А.Матеева, Ю.Намсрай, И.М.Саламатин. I Всесоюзное
совещание по автоматизации научных исследований в ядерной
физике. Киев, 1976, 155.

Рукопись поступила в издательский отдел
21 июля 1977 года.