

7

ИНСТИТУТ ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ
СО АН СССР

Б. Н. Шувалов

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ
ПЕРИФЕРИЙНЫХ ЭВМ М-6000
МНОГОМАШИННОГО КОМПЛЕКСА
«РАДИУС»

Препринт №82-11



В работе рассматриваются вопросы разработки программного обеспечения М-6000 в условиях широкого применения их для систем автоматизации физического эксперимента.

1. ВВЕДЕНИЕ

В условиях широкого применения большого количества мини-ЭВМ неизбежно появляются проблемы в их эффективном использовании. Одним из важнейших критериев эффективности при этом является оптимальный выбор аппаратных и программных средств. Способность мини-ЭВМ работать в самых различных конфигурациях, с одной стороны, расширяет область их применений, но, с другой стороны, значительно усложняет задачу создания универсального программного обеспечения. При выборе оптимальной конфигурации немаловажное значение имеют и вопросы использования сложного и дорогого оборудования в неблагоприятных условиях эксплуатации. Одним из методов решения этой проблемы является централизация подобного оборудования в благоприятных для его эксплуатации местах и организация коллективного доступа к нему.

В задачах автоматизации физического эксперимента мини-ЭВМ органически сливается со сложным экспериментальным оборудованием, выступая в качестве одного из его функциональных блоков. Чаще всего для удовлетворения большинства нужд эксперимента достаточно минимального набора вычислительных средств: процессора, оперативной памяти и терминала. Но при этом остаются открытыми вопросы хранения программ и экспериментальных данных и вопрос о подготовке и развитии программного обеспечения эксперимента. Все эти проблемы можно решить организацией многомашинных комплексов, в состав которых включаются или большие вычислительные машины, или мини-ЭВМ с богатым набором периферийного оборудования.

В Институте ядерной физики СО АН СССР на базе ЭВМ М-6000 создан и с 1975 года успешно эксплуатируется многомашинный комплекс РАДИУС [1,2], предназначенный для эффективного использования средств вычислительной техники в задачах автоматизации физического эксперимента. Комплекс имеет радиальную структуру (отсюда произошло название комплекса), центральным звеном которого является банк данных, обслуживаемый мини-ЭВМ М-6000. К центральной ЭВМ подключены периферийные М-6000, расположенные в непосредственной близости от экспериментальных установок, и базовые

ЭВМ Минск-32 и ЕС-1040.

Включение М-6000 в многомашинный комплекс предоставляет ряд возможностей по организации файловых структур данных и использованию технических средств базовых ЭВМ. В условиях многомашинного комплекса есть все предпосылки для создания на малых конфигурациях М-6000 универсального программного обеспечения, которое условно можно разбить на три уровня:

- а) К первому уровню относится минимальный набор программных средств, необходимых для загрузки программ из централизованного банка данных и адаптации стандартного программного обеспечения.
- б) Ко второму уровню относится система поддержки средств программирования: редакторов, трансляторов, загрузчиков.
- в) Назначение третьего уровня обеспечения — предоставление возможностей для работы в режиме реального времени. На базе его построены системы сбора и обработки данных для экспериментов в области физики высоких энергий.

2. УПРАВЛЯЮЩАЯ СИСТЕМА ПЕРВОГО УРОВНЯ

Основным назначением системы первого уровня является обеспечение загрузки систем более высокого уровня, а также загрузки и поддержки исполнения программ, не использующих режим прерываний в операциях ввода-вывода (тесты, генераторы, интерпретаторы, некоторые проблемные системы). В автономных машинах этот уровень обычно отсутствует, а загрузка выполняется с перфоленты или другого подобного носителя. Включение ЭВМ в многомашинный комплекс позволяет организовать хранение программ в централизованном банке данных и загрузку их по директивам оператора. Помимо своей основной функции управляющая система первого уровня обеспечивает следующие средства поддержки исполнения проблемных программ:

- загрузку модулей из банка данных в оперативную память;
- работу с файлами данных;
- обслуживание стандартных операций ввода-вывода;

- обмен данными с базовыми ЭВМ.

Использование несложного в реализации метода разбиения программ на несколько перекрывающихся сегментов позволяет строить многофункциональные модульные системы. Надо заметить, что за счет этого область оперативной памяти, занимаемая системой первого уровня, не превысила 1К слов.

Управляющая система состоит из резидентной части, постоянно находящейся в оперативной памяти, и нескольких модулей, хранящихся в банке данных и загружаемых при необходимости. В резидентную часть входит монитор и программа обеспечения связи с центральной ЭВМ. Модули делятся на две группы, загружаемые в различные области перекрытия. К одной группе относятся программы управления вводом-выводом, к другой — процессоры директив и программных запросов. Обслуживание операций ввода-вывода совместимо со стандартным обеспечением.

На базе управляющей системы первого уровня разработано программное обеспечение детекторов рентгеновского излучения [3], нашедших широкое применение в области рентгеноструктурного анализа.

2.1. Двухкоординатный детектор ДЕД-2

Двухкоординатный детектор рентгеновского излучения создан на основе многопроволочной пропорциональной камеры и предназначен для использования в дифракционных структурных исследованиях и медицине. ЭВМ М-6000 является одним из функциональных блоков детектора и выполняет следующие задачи:

- а) Предоставляет свою оперативную память для записи в режиме прямого доступа зарегистрированных камерой квантов рентгеновского излучения. Одна ячейка памяти соответствует одному каналу детектора (общее число каналов двухкоординатного детектора ДЕД-2 равно 128×128).
- б) Управляет режимами работы детектора, определяет экспозицию съемки по времени или статистике набранной информации, следит за переполнением каналов.
- в) Выполняет предварительную обработку информации и выводит ее на различные устройства визуализации (осцил-

логографы, графические и алфавитно-цифровые дисплеи, печатающие устройства). Информация может быть записана в банк экспериментальных данных для последующей полной обработки.

Основным требованием, предъявляемым к этой системе, является обеспечение богатого набора возможностей визуализации информации в режиме диалогового взаимодействия человека с машиной. Использование средств сегментирования, предоставляемых системным обеспечением, позволило получить практически неограниченное число возможностей. Структура системы легко расширяема и состоит из диспетчера, постоянно находящегося в оперативной памяти, и модулей, хранящихся в банке данных и вызываемых по директивам оператора.

2.2. Однокоординатный детектор рентгеновского излучения

Однокоординатный детектор рентгеновского излучения предназначен для снятия рентгенограмм динамических процессов, например при изучении двигательных сокращений живой мышцы [4]. И в этом детекторе оперативная память М-6000 используется для записи зарегистрированных квантов. Процесс измерения разбивается на несколько интервалов времени (кадров). Максимальное число кадров ограничивается объемом оперативной памяти ЭВМ, поэтому к программному обеспечению предъявлялись жесткие требования в ее оптимальном использовании.

Перед съемкой экспериментатор в диалоговом режиме вводит «сценарий фильма», а всем процессом съемки управляет ЭВМ, которая выполняет такие операции, как выбор определенного образца, открывание затвора рентгеновского пучка, стимулирование мышцы, разбиение времени измерения на кадры заданной длительности, измерение силового напряжения мышцы во время каждого кадра, определение интервала отдыха мышцы и числа повторных стимуляций для получения необходимой статистической точности. Для контроля за качеством снимаемой информации она выводится на графический и алфавитно-цифровой дисплей. В экспериментах по изучению процесса сокращения живой мышцы лягушки программное обеспечение системы позволяет параллельно снимать два фильма с двух

образцов, используя для свопинга данных интервалы отдыха мышцы. Отснятый фильм затем может быть напечатан в виде гистограмм или числовых таблиц, или записан в банк данных для последующей обработки на базовых ЭВМ.

3. ПРОГРАММИРОВАНИЕ НА ПЕРИФЕРИЙНОЙ М-6000

Назначением управляющей системы второго уровня является поддержка средств расширения или изменения программного обеспечения проблемно-ориентированных систем. Для этих целей необходима многофункциональная операционная система. В стандартном программном обеспечении М-6000 широко используется дисковая операционная система (ДОС) [5], обслуживающая процесс подготовки программ (редактирование, трансляцию и загрузку) в пакетном или диалоговом режиме.

Супервизор ДОС, являющийся резидентом системы, позволяет организовать однозадачную работу с программами, постоянно хранящимися во внешней памяти и загружаемыми по директивам оператора. Система обеспечивает программирование на различных языках (мнемокод, язык системного программирования (ЯСП) [6], ФОРТРАН) и за счет использования областей перекрытия программ сохраняет работоспособность даже на самых малых конфигурациях ЭВМ.

Для машин, не имеющих внешней памяти, эта система, естественно, не подходит. Частично проблема подготовки решена в многотерминальной интерактивной системе МИСС [7], позволяющей отредактировать программы на исходном языке. Для решения всей задачи подготовки программ на периферийных ЭВМ М-6000 предложен простой, но эффективный способ адаптации ДОС к централизованному банку данных. Внешняя память в ДОС логически делится на три зоны:

- системную, в которой находится все программное обеспечение ДОС;
- область пользователя, содержащую файлы с программами пользователя;
- и рабочую, используемую как системными программами, так и программами пользователя для временного хранения данных.

Во время работы ДОС в системную область диска не производится никакой записи, поэтому ее можно выделить в файл, доступный для чтения всем пользователям централизованного банка данных. Под рабочую область ДОС и область пользователя отводится один файл для каждого пользователя в его личной библиотеке. Адаптацией системы на конкретную конфигурацию машины занимается специальный начальный загрузчик системы, хранящийся в библиотеке программ периферийной ЭВМ.

Такая организация системы наиболее эффективно использует средства многомашинного комплекса. Для расширения и поддержки программного обеспечения проблемно-ориентированных систем были разработаны следующие программные средства:

- удобный многофункциональный текстовый редактор, использующий технические возможности алфавитно-цифровых дисплеев;
- системный загрузчик, позволяющий сделать генерацию любой проблемно-ориентированной системы;
- средства доступа к личным архивам, хранящимся на магнитных лентах и в централизованном банке данных.

Хотя основным назначением ДОС является поддержка инструментальных средств программирования, но она может применяться и для проблемных задач, в основном вычислительного характера. Более удобной и экономичной средой для задач реального времени является системное обеспечение третьего уровня. При этом редактирование, трансляция и сборка готовой для загрузки системы выполняется в ДОС, затем сборка переписывается в библиотеку пользователя централизованного банка данных, откуда загружается в память машины управляющей системой первого уровня.

4. ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЭКСПЕРИМЕНТА

Эксперименты в области физики высоких энергий характеризуются большими по интенсивности и объему потоками информации, для полной обработки которой необходимы и большие вычислительные мощности. На долю мини-ЭВМ, являющейся практически одним из функциональных блоков экспери-

ментальной установки, приходится лишь частичная обработка. Основными ее функциями являются управление и контроль за ходом эксперимента, организация буферированного чтения данных, предварительная обработка и запись на внешний носитель для последующей полной обработки.

При разработке программного обеспечения мини-ЭВМ для систем сбора данных надо четко определить область его применения. Для задач наладки оборудования, некритичных ко времени обслуживания, обычно используются небольшие системы, чаще всего рассчитанные на одного пользователя и состоящие из интерпретатора и программ управления вводом-выводом без использования системы прерываний. В нашем Институте для подобных задач широко используется интерпретатор ВАМВІ [13], работающий в окружении системы первого уровня. Для реального эксперимента, а также для комплексной наладки оборудования в условиях, приближенных к реальным, необходимы более быстрые операционные системы с некоторыми функциями мультипрограммирования.

Создание унифицированных систем сбора и обработки данных, легко настраиваемых на любой эксперимент, является довольно трудоемкой задачей и в мировой практике встречается редко [14]. Чаще всего при создании новой системы ограничиваются лишь использованием стандартных подпрограмм, разработанных для уже работающих систем. В качестве одного из методов решения этой задачи предлагается стандартизовать функциональные возможности систем сбора для определенного типа экспериментов (в данном случае для экспериментов в области физики высоких энергий) и реализовать их в виде модульных и параметризуемых структур с достаточной степенью свободы в выборе средств, необходимых для решения конкретной задачи [8].

4.1. Организация супервизора реального времени

Выбор оптимальной *операционной обстановки* [9] является одной из глобальных проблем построения систем сбора данных. Для решения задач, ставящихся перед мини-ЭВМ, обслуживающей эксперименты по физике высоких энергий, необходимо, чтобы операционная система имела элементы мультипрограм-

мирования, малое время реакции на прерывания, ограниченные требования к машинным ресурсам.

В качестве основы используется простая, но достаточно быстрая основная управляющая система (ОУС) М-6000 [10], позволяющая организовать однозадачный обмен с устройствами в режиме прерываний. Для обслуживания событий, выставляемых различными процессами (сбор данных, прием директивы оператора и т.п.) и обеспечения фоновой работы с медленными операциями ввода-вывода (прием ответа от оператора, вывод на графический дисплей и т.п.) разработан супервизор реального времени. Мультипрограммирование в данном случае реализовано на уровне операций ввода-вывода, т.е. переключение на другую задачу выполняется только при обращении текущей задачи к устройству. Прерывание задачи в любой другой момент накладывает жесткие ограничения на использование общих подпрограмм — все подпрограммы должны быть реентерабельными (позволяющими повторное вхождение). Библиотека стандартных подпрограмм М-6000 нереентерабельная, а дублирование их влечет за собой большие расходы оперативной памяти.

Супервизор работает с несколькими таблицами, создаваемыми во время сборки системы, в которых описываются конфигурация оборудования и логическая организация устройств, возможные события и фоновые задачи, текущее распределение оперативной памяти. Таблицы могут быть составлены на мнемокоде или ЯСП в виде отдельных программных модулей или в командном файле системного перемещающего загрузчика. В таблице событий указывается точка начального входа в программу и для каждого события указывается адрес флажка и соответствующий модуль обработки. В таблице фоновых задач для каждой задачи указывается только точка входа. В процессе исполнения задачи в таблице хранится слово состояния и точка приостановки при блокировках задачи по причине занятости устройства или ожидании завершения операции ввода-вывода. В таблице распределения памяти для каждого выделяемого блока памяти формируется дескриптор, в котором указывается физический адрес и длина блока в словах. Для выделения и освобождения памяти имеются две подпрограммы супервизора. Так как при освобождении память уплотняется и

при этом может измениться физический адрес блока, то поэтому при выделении памяти задаче передается адрес дескриптора, который остается неизменным. В исходном состоянии таблица распределения памяти пуста.

Основным управляющим модулем супервизора является монитор, работающий в цикле. По флажкам событий, выставляемым различными процессами, монитор запускает соответствующие модули обработки. При появлении какого-либо события соответствующий процесс наращивает флажок на единицу, а по возврату из модуля обработки монитор уменьшает значение флажка. Если таблица событий пуста, то запускается первая задача из списка фоновых задач, готовых к исполнению. Приоритет событиям и фоновым задачам задается порядком расположения в соответствующих таблицах. Высший приоритет при этом всегда отдается программе сбора информации. При одновременном появлении двух или более готовых процессов обслуживается процесс, стоящий в таблице первым. После обслуживания текущего процесса просмотр всегда выполняется с начала, при этом первой просматривается таблица событий. Система, в принципе, может обслуживать любое разумное число процессов, ограничиваемое лишь объемом оперативной памяти.

Для пробуждения задачи необходимо обратиться к супервизору запросом с указанием номера задачи и резервируемого устройства. В любом случае задача будет запущена не раньше завершения работы модуля, обратившегося с запросом. После запуска задача приостанавливается только в момент обращения ее к резервируемому устройству. В функции супервизора запросов входит также обслуживание запросов на обмен со всеми внешними устройствами в формате, принятом в дисковой операционной системе, организация службы времени и динамическое распределение оперативной памяти.

4.2. Информационная база эксперимента

Другой, не менее важной проблемой является оптимальная организация данных в оперативной памяти, удовлетворяющая требованиям программ обработки. Эксперименты в области физики высоких энергий характеризуются большим количеством параметров с плавающими пределами и сильными корреляция-

ми, контроль за которыми осуществляется, в основном, самим физиком. Большое значение при этом приобретает язык общения человека с машиной. В частности, для экспериментатора представляется удобным иметь возможность оперативного создания вторичных параметров, являющихся выражениями первичных, полученных с аппаратуры или программами предварительной обработки. Параметры могут быть нескольких типов (логические, целые, вещественные) и нескольких классов (простые, массивы, функции). В выражениях допустимы арифметические и логические операции и функции, список которых задается пользователем.

Каждый параметр, используемый программами обработки, должен быть описан в соответствующем дескрипторе, в котором указывается имя параметра, тип, класс и источник информации. Для всех классов параметров, кроме параметра-массива, отводится место в дескрипторе под текущее значение, что позволяет организовать прием информации с установки через одну систему буферов. Все первичные параметры разбиваются на несколько групп в соответствии с массивами, организованными в программе сбора данных. С целью оптимизации структуры место под вторичные параметры отводится заранее.

Таким образом, структура данных сводится к организации двух списков: списка групп, каждый элемент которого содержит указатель на первый дескриптор группы, и списка всех параметров, используемых в программах обработки. Список групп должен быть построен строго по возрастанию, при этом относительный адрес элемента списка равняется номеру группы. Параметры в списке располагаются по группам, причем параметры одной группы заносятся в порядке их появления. Для более быстрого поиска по имени дескрипторы всех классов и типов параметров имеют одинаковый размер.

Заполнение текущего значения параметров выполняется по группам в порядке, заданном пользователем. По номеру группы вычисляется адрес первого параметра, затем по классу параметра, адресу источника и субадресу отыскивается или вычисляется текущее значение и записывается в дескриптор. Для уменьшения времени вычисления значений вторичных параметров выражения для них предварительно переводятся в обратную польскую запись. При получении текущего значения поиск

параметра выполняется по номеру группы и имени или по абсолютному адресу дескриптора.

4.3. Обеспечение диалога с оператором

Система обеспечивает как пассивную форму диалога — в формате «вопрос-ответ», так и активную — в виде директив. Первая форма диалога реализуется в виде фоновой задачи, вторая — как событие. Любой диалог при этом выполняется не в ущерб основной функции системы сбора данных.

Для обслуживания директивной формы диалога разработан интерпретатор с удобными средствами для расширения или изменения набора директив. Все директивы описываются пользователем в соответствующей таблице, которая может быть составлена на мнемокоде или ЯСП. В дескрипторе указывается имя директивы, модуль реализации, местоположение модуля (на диске или в оперативной памяти) и, по желанию, краткое описание. Модули реализации директив могут находиться или в оперативной памяти, или в банке данных и загружаться при исполнении в одну область памяти.

Директива состоит из управляющего знака, трехсимвольного имени и позиционных параметров, отделенных от имени запятой или одним или несколькими пробелами. Параметры отделяются друг от друга только запятыми, а пробелы при этом игнорируются. Параметры могут быть обязательными и необязательными. Последние можно опускать при вводе директивы, при этом модули реализации директив присваивают им некоторые стандартные значения. В качестве параметров можно использовать числа и символьные строки. Числа могут быть восьмеричными и десятичными, целыми и вещественными, положительными и отрицательными. Символьные строки могут содержать любые символы, кроме запятой и пробела.

Директивы имеют две формы — исполнительную и информационную, — которые различаются по управляющему знаку. Информационная форма используется для высвечивания краткого описания. Вводить директивы можно или с пульта оператора или из пакета, хранящегося в банке данных. Пакет может содержать любое количество директив, заготовленных заранее в любой системе подготовки. Директивы, полученные из пакета,

предварительно выводятся на пульт оператора. При вводе директив с пульта оператора можно использовать удобные редактирующие функции, позволяющие исправить неверно набранную директиву без ее повторного ввода. Если указанная директива отсутствует в таблице или на диске, то на пульт выводится соответствующее диагностическое сообщение.

Если же в таблице имеется дескриптор введенной директивы, то интерпретатор обращается к соответствующему модулю реализации. При этом, если модуль является резидентом диска, а область исполнения занята другим модулем, то он предварительно загружается в оперативную память. Модулю реализации директивы передается массив с символьной строкой, содержащей параметры, разделенные запятыми. Каждый модуль может по-своему интерпретировать передаваемую символьную строку или использовать стандартную подпрограмму интерпретатора для получения параметров, разделенных запятыми. В коде возврата модуль может сообщить об обнаруженных ошибках, и интерпретатор напечатает соответствующее диагностическое сообщение.

4.4. Подсистема сбора данных

С целью сглаживания статистики появления информации прием ее должен быть организован с предварительной буферизацией. Число и размеры буферов зависят от размера событий и интенсивности потока информации. Под событием здесь понимается зарегистрированный детектором момент взаимодействия ускоренных элементарных частиц. Стандартизация в области изготовления аппаратуры (переход на стандарт КАМАК) позволяет использовать в различных экспериментах универсальные программные средства, обеспечивающие взаимодействие с аппаратурой. Для экспериментов по физике высоких энергий разработана подсистема, обеспечивающая буферизованный ввод информации с многокрейтовых систем.

Разработанная подсистема сбора данных, представляющая собой настраиваемый драйвер крейта с набором управляющих подпрограмм, обеспечивает логическую адресацию физических крейтов, обработку активных запросов и управление ими, выдачу команд и обмен данными. Реакции на активные запросы за-

даются в виде списка обращений к произвольным подпрограммам, в том числе и к стандартным подпрограммам взаимодействия с аппаратурой. Ввод информации выполняется через последовательность буферов, объединенных в цепочку. Заполненный буфер является событием для супервизора реального времени. При этом программе обработки передается адрес первого заполненного буфера. Размещение данных по буферам является собственностью программ пользователя и может быть организовано для конкретного эксперимента наиболее оптимально. Для настройки подсистемы сбора данных необходимо во время сборки указать только число крейтов, размеры и количество буферов, а также списки реакций на активные запросы.

4.5. Стандартные программы обработки

Большинство программ обработки данных зависят от конкретного эксперимента, и задача по их созданию возлагается на самого экспериментатора. Для некоторых задач, например для построения гистограмм, может использоваться стандартная программа. Гистограммная программа представляет собой пакет подпрограмм, которые можно включать в систему во время ее сборки. Она позволяет строить одновременно несколько гистограмм в зависимости от размера свободной области памяти, распределяемой супервизором реального времени. Условия на заполнение гистограмм задаются таблицей условий и логическим выражением. Набранные гистограммы и полученные статистические характеристики могут быть выведены на печать или графический дисплей. Программа позволяет оперативно вводить новые гистограммы, удалять или редактировать уже введенные, менять таблицу условий и т.п.

Для отбора событий, включаемых в гистограмму, составляется таблица условий, которая разбита на три равнозначные группы, содержащие граничные условия для нескольких параметров. В задании на конкретную гистограмму указывается класс отбора событий по таблице условий. Класс задается двоичным кодом в восьмеричной системе, каждый разряд которого соответствует одной группе условий. Единичное значение разряда означает, что все параметры одной группы должны попадать в заданные границы, нулевое — хотя бы один параметр

группы должен выходить за границы. Внутри одной восьмеричной цифры действует знак конъюнкции, между цифрами — знак дизъюнкции. Условие для отбора событий может быть также задано логическим выражением. В выражении могут присутствовать логические параметры, отдельные условия из таблицы условий, логические операции и скобки.

4.6. Практическая ценность

На базе этого обеспечения построены системы сбора и предварительной обработки данных для трех различных экспериментальных установок, используемых в Институте ядерной физики СО АН СССР для изучения свойств элементарных частиц [11,12].

ЛИТЕРАТУРА

1. В.А.Гусев, Н.Ф.Денисов, Э.Л.Неханевич, В.М.Попов, А.В.Романов, В.А.Сидоров, Б.Л.Сысолетин, Б.Н.Шувалов. Система ЭВМ для автоматизации экспериментов. Труды Всесоюзного семинара «Обработка физической информации», г.Ереван, 1975.
2. В.А.Сидоров, Б.Л.Сысолетин, Б.Н.Шувалов. Программное обеспечение системы РАДИУС, «Управляющие системы и машины», 1978, №1.
3. С.Е.Бару, Г.И.Провиз, Г.А.Савинов, В.А.Сидоров, Г.И.Фельдман, А.Г.Хабахпашев, Б.Н.Шувалов. Детекторы рентгеновского излучения для рентгеноструктурных исследований, «Кристаллография», 1980, том 25, вып.2.
4. А.А.Вазина, Л.А.Железная, А.М.Матюшин, Н.Г.Мевх, А.А.Рашин, В.Б.Савельев, П.М.Сергиенко, Б.Я.Сонькин, Л.К.Сребницкая, Г.Н.Кулипанов, Г.А.Савинов, В.А.Сидоров, А.Н.Скринский, А.Г.Хабахпашев, В.Б.Хлестов, И.Г.Фельдман, Б.Н.Шувалов. Рентгенографическое исследование динамики одиночного мышечного сокращения с высоким временным разрешением, «Биофизика», 1979, том 24, вып.3.
5. Дисковая операционная система. Программное обеспечение М-6000, г.Северодонецк.
6. П.М.Песляк, Э.А.Талныкин. Язык системного программирования для мини-ЭВМ, «Автоматика», 1974, №4.
7. А.Г.Зорколыцев, Б.Н.Шувалов. Многотерминальная интерактивная система для ЭВМ М-6000. Препринт 81-24 ИЯФ СО АН СССР, г.Новосибирск, 1981.
8. Б.Н.Шувалов. Построение систем реального времени для сбора и обработки данных в экспериментах по физике высоких энергий. Тезисы I Всесоюзного семинара по автоматизации научных исследований в ядерной физике и смежных областях, г.Душанбе, 1980.
9. Л.Б.Эфрос. Концептуальный анализ программных систем. «Управляющие системы и машины», 1979, №2.
10. Основная управляющая система. Программное обеспечение М-6000, г.Северодонецк.
11. В.М.Аульченко, С.Е.Бару, В.Н.Гетманов, Ю.В.Коршунов,

- Л.М.Курдадзе, Г.Г.Мелехов, Г.А.Савинов, В.А.Сидоров, Б.Л.Сысолетин, А.Г.Хабахпашев, Б.Н.Шувалов, В.И.Фоминых, Б.А.Шварц, А.Г.Чилингаров. Система сбора данных детектора ОЛЯ для экспериментов на электрон-позитронном накопителе ВЭПП-2М. Труды Всесоюзного семинара «Обработка физической информации», г.Ереван, 1975.
12. С.Е.Бару, А.А.Белавин, А.Д.Букин, А.И.Воробьев, В.Р.Грошев, Н.С.Дворников, Г.М.Колачев, Ю.В.Коршунов, Г.Д.Минаков, А.П.Онучин, Е.Л.Панина, Г.И.Провиз, И.Я.Протопопов, Г.А.Савинов, В.А.Сидоров, А.Н.Скринский, В.И.Тельнов, Ю.А.Тихонов, А.И.Шушаро. Магнитный детектор МД-1. Препринт 77-75 ИЯФ СО АН СССР, г.Новосибирск, 1977.
13. S.Cittolin. BAMBI, CERN, Geneva, 1977.
14. D.M.Sendall. Minicomputer software for high-energy physics experiments. Proceedings of the CERN school of computing, CERN, Geneva, 1978.

Шувалов Борис Николаевич

**ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПЕРИФЕРИЙНЫХ ЭВМ М-6000
МНОГОМАШИННОГО КОМПЛЕКСА «РАДИУС»**

Ответственный за выпуск — С.Г.Попов

Работа поступила 27 января 1982г.
Подписано в печать 3.02.1982г. МН 03067
Формат бумаги 60×90. Объем 1.1 печ.л., 0.9 уч.-изд.л.
Тираж 290 экз. Бесплатно. Заказ №11.

Набрано в автоматизированной системе на базе фотонаборного автомата ФА1000 и ЭВМ «Электроника» и отпечатано на ротапринте Института ядерной физики СО АН СССР, Новосибирск, 630090, пр. академика Лаврентьева, 11.