

## ОРГАНИЗАЦИЯ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА МИНИ ЭВМ М—6000 ДЛЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ОБРАБОТКИ ФИЛЬМОВОЙ ИНФОРМАЦИИ

В результате экспериментов с трековыми детекторами акты взаимодействия элементарных частиц регистрируются на фотоснимках, которые в последующем обрабатываются [1].

Измерение координат следов частиц на фотоснимках с пузырьковых камер в Ереванском физическом институте осуществляется на полуавтоматических измерительных установках ПУОС-1. Координаты измеренных точек и служебная информация по событию выдавались на перфоленту, которая в дальнейшем обрабатывалась на ЭВМ М-222 или на ЭВМ БЭСМ-6 по специальным программам. Ошибки, допускаемые операторами при измерении или связанные со сбоями измерительной аппаратуры, выявляются после обработки измеренной информации а ЭВМ.

Основными недостатками такой обработки фотоснимков являются:

- нерациональные затраты рабочего времени на разбор, контроль и маркировку перфолент;
- большие потери времени на повторный поиск и установку снимков при перемере;
- неэффективное использование времени больших ЭВМ (одни и те же события считываются несколько раз);
- неудобный промежуточный носитель информации;
- неуверенность работы операторов измерительных установок и т. д.

С целью преодоления этих трудностей была создана автоматизированная система на базе мини ЭВМ М-6000 и измерительных установок (ИУ) ПУОС-1М [2].

Структура системы показана на рис. 1. Кроме стандартных внешних устройств, к программно-управляемому каналу ЭВМ М-6000 [3] подсоединены семь измерительных установок ПУОС-1М.

Система выполняет следующие основные задачи:

- управление процессом измерения фотоснимков на одновременно работающих установках, каждый из которых может работать со своей задачей;
- прием и экспресс-анализ поступающей информации с целью контроля за работой ИУ и оператора;
- сортировка, редактирование и накопление измеренной информации;
- контроль накопленной информации по заданным критериям;
- вывод на табло ИУ управляющих и диагностических сообщений;
- накопление проконтролированной информации на внешний накопитель;
- передачу накопленной информации на ЭВМ М-222 (по каналу связи) или на ЭВМ БЭСМ-6 (магнитная лента) для окончательной математической обработки.



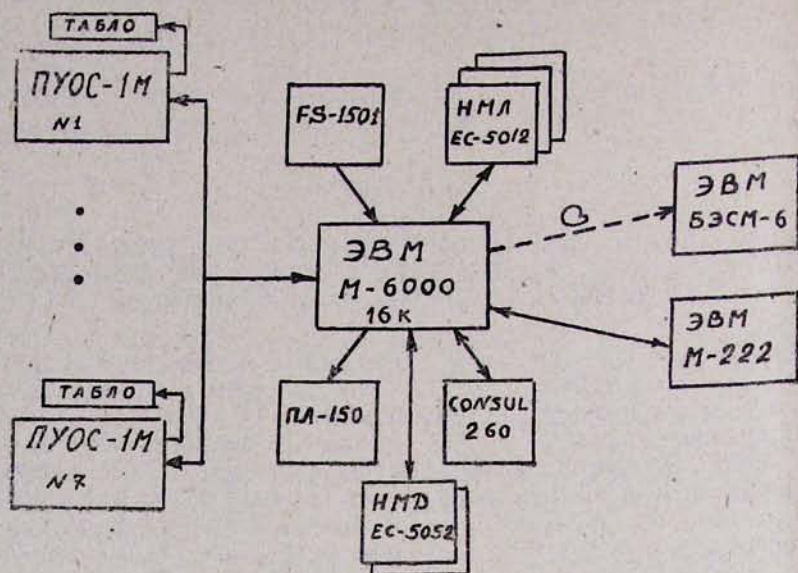


Рис. 1. Организация вычислительного процесса

### Специфика и структура математического обеспечения системы

Построение универсального математического обеспечения (МО) для систем обработки фильмовой информации затруднительно из-за сложности, неоднозначности, а зачастую и противоречивости конкретных требований, предъявляемых к компонентам системы [4].

Основные требования к МО описываемой системы следующие:

- система должна допускать возможности расширения измерительной системы, путем подсоединения новых установок (могут быть другого типа), а также измерение и обработка информации с фотоснимков различных экспериментов;

- в случае ошибки в программных или аппаратных средствах система должна обнаружить ошибку и либо попытаться исправить положение, либо, по крайней мере, постараться свести к минимуму ущерб, нанесенный этой ошибкой пользователям;

- управляющие программы должны управлять ресурсами системы так, чтобы свести к минимуму время простоя, т. е. добиться оптимальной загрузки ресурсов системы;

- система должна быть защищена от несанкционированных обращений, от воздействия ошибок других пользовательских программ и т. д.

- система должна быть гибкой, удобной и несложной для пользования.

В основу разработки МО положен модульный принцип, обеспечивающий его модернизацию и дополнения. МО системы можно разделить на следующие два основных компонента (рис. 2).

1. Математическое обеспечение вычислительного процесса ЭВМ и процесса управления, которое состоит из специализированной операционной системы и системы контроля.



2. Система подготовки программ, которая организована на базе стандартного МО ЭВМ М-6000, предназначенного для работы с Основной управляющей системой [5].

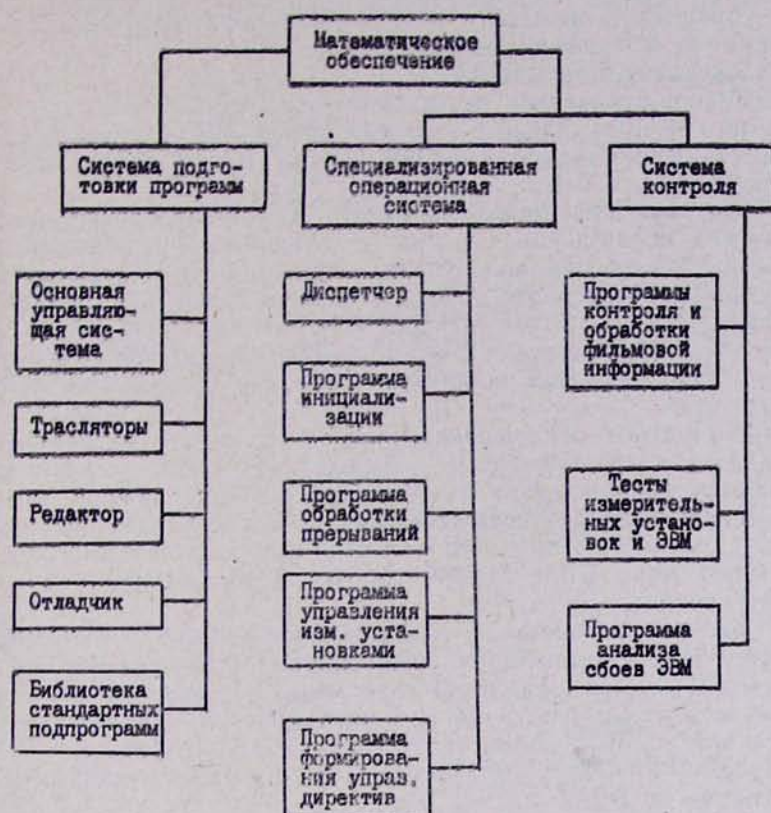


Рис. 2. Организация вычислительного процесса

### Специализированная операционная система

На каждой из независимо работающих установок могут обрабатываться фотоснимки, относящиеся к различным физическим экспериментам, алгоритмы обработки которых значительно отличаются друг от друга. Это определяет необходимость организации многопрограммной работы управляющей ЭВМ.

Заявки в систему поступают в случайные моменты времени от ИУ или же формируются в процессе обслуживания других заявок. Они инициируют выполнение различных задач (прием, контроль, редактирование, вывод информации, управление и т. д.) при этом могут возникнуть ситуации, когда в системе отсутствуют заявки, так и периоды перегрузки (существует очередь заявок на обслуживание). Эти заявки неравноценны с точки зрения времени ожидания обслуживания. Обслуживание некоторых заявок могут быть несколько задержаны без особых влияний на процесс измерения (например, контроль трека, крестов), другие заявки необходимо обслуживать немедленно (прием информации, вывод сообщений и т. д.).

Естественно возникли задачи оптимального планирования заявок,



построение обслуживающих программ и организации вычислительного процесса в целом.

Операционная система осуществляет:

- пуск измерительной системы;
- управление процессом измерения и обработки информации независимо от специфики эксперимента;
- обработку прерываний;
- сбор и накопление результатов измерений;
- организацию диалога с операторами ИУ и оператором ЭВМ;
- организацию обслуживания заявок, имеющих разные приоритетные уровни.

*Управление процессом измерений.* Для каждого физического эксперимента диспетчером системы формируется индивидуальная модель обработки с помощью управляющих таблиц. Управляющая таблица задает последовательность этапов измерения и обработки информации. Имея соответствующие таблицы и набор необходимых функциональных программ контроля информации, можно организовать процесс одновременной обработки снимков с различных экспериментов.

*Приоритетное обслуживание заявок.* В задачу диспетчера системы входит также обеспечение выполнения заданной приоритетной дисциплины обслуживания заявок. Организация сложной дисциплины обслуживания заявок нецелесообразно, так как данная система не является универсальной системой общего пользования основное назначение мини ЭВМ М-6000 состоит в обслуживании измерительных установок).

Основным критерием на выбор дисциплины обслуживания заявок считается минимизация времени задержки обслуживания важных заявок. Организовано планирование заявок с преимуществом, заявки в зависимости от важности, имеют пять уровней приоритетности и по дисциплине обслуживания, разделены на две группы.

Нулевой приоритетный уровень принадлежит заявкам на прием информации в ЭВМ.

Первый приоритетный уровень принадлежит заявкам, требующим вывода информации (запись информации на внешний накопитель, вывод информации на табло ИУ, на пульт оператора ЭВМ и др.).

Второй уровень приоритетности принадлежит заявкам с малым временем обслуживания (экспресс—анализ поступающей информации).

Третий уровень приоритетности принадлежит заявкам с большим временем обслуживания (контроль крестов, контроль трека, который может занимать несколько секунд, контроль события и т. д.).

Четвертый уровень приоритетности принадлежит заявкам, требующим выполнения тестовых и фоновых программ. В настоящее время в качестве фоновых программ используются программы выдачи на пульт оператора ЭВМ различных справок. Фоновыми программами могут быть программы окончательной обработки измеренной информации.

Наиболее эффективным способом уменьшения времени ожидания в очереди важных заявок является использование прерываний.

Заявки с первой группы (нулевой и первый приоритет) обслуживаются по принципу абсолютного приоритета, который допускает прерывание обслуживания заявки низшего приоритета при поступлении заявки с более высоким приоритетом. Обслуживание равноприоритетных заявок производится в порядке их поступления.



Обслуживание заявок второй группы осуществляется по правилу наивысший приоритет первым без вытеснения [6]. После обслуживания текущей заявки из очереди выбирается очередная заявка с наивысшим приоритетом. Процедура обслуживания заявки из очереди показана на рис. 3.

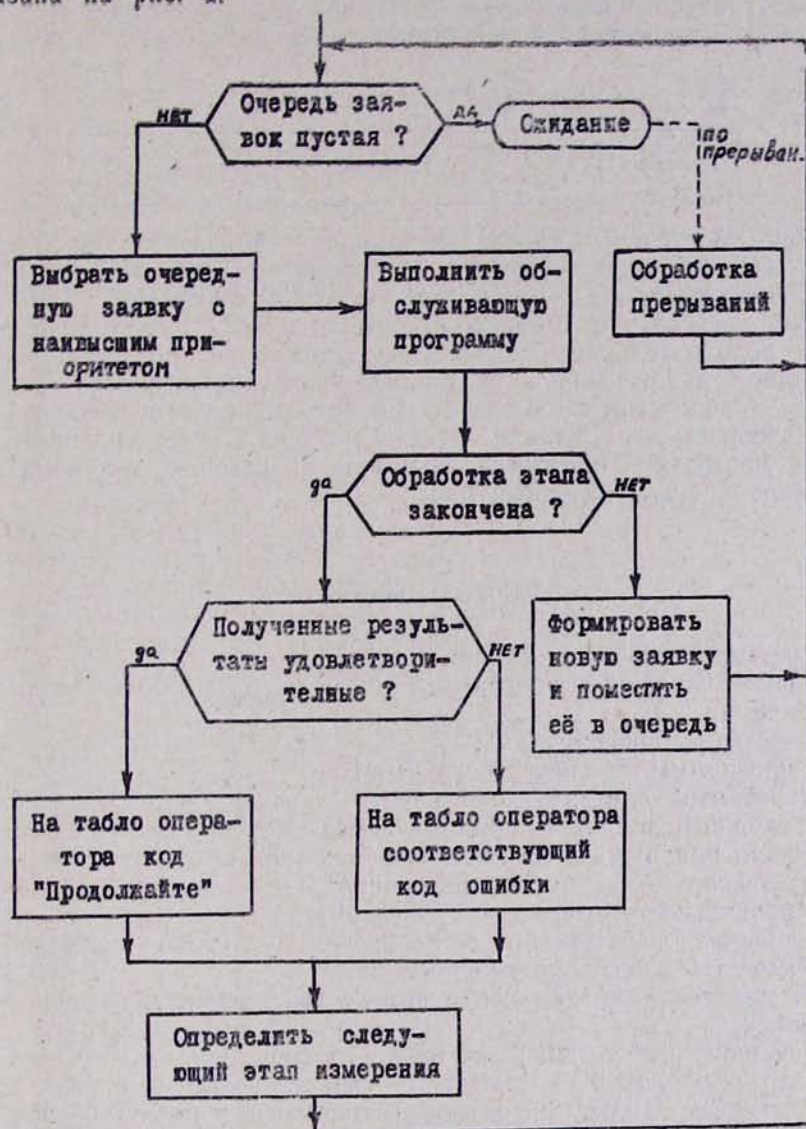


Рис. 3.

Многopриоритетность позволяет осуществлять более гибкое перераспределение ресурсов системы между заявками и получать минимальное возможное время ожидания обслуживания важных заявок. тем самым повышается общая производительность, пропускная способность и эффективность системы.

Программа управления измерительными установками (в дальнейшем драйвер) обеспечивает прием информации в ЭВМ от группы од-



новременно работающих ИУ в режиме внешнего прерывания по сигналам «Запрос» от установок и вывод соответствующих диагностических и управляющих сообщений на табло оператора ИУ. В обоих случаях требуется быстрая реакция программы на возникшую ситуацию с тем, чтобы не допустить потерь информации.

Поступающая информация от ИУ является либо командой оператора, либо измеренной информацией. Она имеет следующую структуру

|          |             |            |   |
|----------|-------------|------------|---|
| 48       | 41 40       | 37 36      | 1 |
| номер ИУ | код команды | информация |   |

При поступлении очередной порции измеренной информации (поле «код команды» — пусто), групповой драйвер ИУ запоминает содержимое разрядов 1—36 в соответствующем буфере.

При поступлении команды оператора, в поле информации содержится дополнительная информация, управление получает модуль диспетчера, работающий с таблицами. Формируется заявка с определенным приоритетом и помещается в очередь, если поступающая команда допустима на данном этапе измерения. Далее управление получает программа обработки прерываний, которая восстанавливает состояние прерванной программы.

### Система контроля

Система контроля включает в себя:

—функциональные программы контроля и обработки फिल्मовой информации;

—тестовые программы;

—программы анализа сбоя ЭВМ.

Программы контроля производят в процессе измерения достаточно сложный анализ вводимой в ЭВМ информации, что позволяет оперативно обнаружить возникающие ошибки измерения. Для каждого физического эксперимента проверяют:

—правильность очередности информации;

—задание оператором всей необходимой служебной информации;

—качество измерения реперных крестов;

—качество измерения координат следов элементарных частиц на фотоснимке;

—полнота информации для каждого события.

Если результаты измерений не удовлетворяют заданным критериям качества, то система выдает диагностические и управляющие сообщения оператору ИУ, предписывающие ему, какие действия необходимо предпринять (перемерить кресты, повторить служебную информацию, повторно измерить координаты трека и т. д.).

Обрабатывающие программы обеспечивают отредактирование измеренной информации (аннулировать часть измеренной информации или дополнить ее), запоминание проконтролированной информации на внешний носитель (магнитная лента) для передачи ее на большие ЭВМ для окончательной обработки.

С целью ускорения времени выполнения программ и уменьшения объема оперативной памяти, занимаемой ими, программы написаны на языке МНМОКОД ЭВМ М-6000 [7].



Каждый программный модуль обеспечивает решение одной или нескольких тесно связанных задач, обладает логической законченностью с точки зрения использования отдельных компонентов ЭВМ и имеет стандартные входы и выходы.

Тестовые программы предназначены для контроля работы измерительной аппаратуры и локализации неисправностей. Они проверяют связь ИУ с ЭВМ, исправность табло оператора, правильность ввода в ЭВМ информации.

В системе контроля есть программные модули, позволяющие в режиме наладки аппаратуры (или при обнаруженной ошибке) создать специальные режимы работы системы для тестирования узлов системы с помощью аппаратных измерительных средств.

Об ошибках и сбоях, которые не устраняются автоматически, или же когда необходимо вмешательство оператора ЭВМ для нормального функционирования системы (например, окончилась магнитная лента для накопления информации и др.), информируется оператор посредством некоторых сообщений на пульт оператора ЭВМ.

### З а к л ю ч е н и е

Описываемая система обеспечивает обработку фильмовой информации одновременно со следующими пузырьковых камер ОИЯИ:

- 1 метровой пропан-фреоновой камеры;
- 2 метровой пропановой камеры;
- 2 метровой жидководородной камеры «Людмила».

Диалоговая связь между ИУ и организация процесса предварительной обработки измеренной информации, повышают эффективность окончательной обработки фильмовой информации на большой ЭВМ примерно в 1,5—2 раза.

Значительно повысилась и производительность одной установки.

Ведутся работы по расширению системы контроля, с целью сокращения количества отказов в программах окончательной обработки и области применения системы.

### Վ. Հ. ԿԱԿՈՅԱՆ

М—6000 էշՄ-ի ՀԱՇՎՈՂԱԿԱՆ ՊՐՈՑԵՍԻ ԿԱԶՄԱԿԵՐՊՈՒՄԸ ՖԻԼՄԱՅԻՆ ԻՆՖՈՐՄԱՅԻՆՈՅԻ ՄՇԱԿՄԱՆ ԱՎՏՈՄԱՏԱՑՎԱԾ ՀԱՄԱԿԱՐԳՈՒՄ

### Ա մ փ ո փ ու մ

Հոդվածում քննարկվում է ֆիլմային ինֆորմացիայի մշակման ավտոմատացված համակարգի կառուցվածքը, որը ապահովում է ինֆորմացիայի նախնական մշակումը: Լուսանկարի մշակումն իրացնելիս օգտագործվում են կիսավտոմատ ПУОС—1М սարքերը, որոնց ղեկավարումը կատարում է М—6000 մինի-էշՄ-ն:

Դիտարկվում են այդ համակարգում հաշվողական պրոցեսի կազմակերպման հարցերը: Նկարագրված է համակարգի ծրագրային ապահովման հիմնական մասերի նկարագրությունը:

## ЛИТЕРАТУРА

- 1 Суп К. Пузырьковая камера. Измерение и обработка данных: Пер. с англ./Под ред. А. М. Монсеева.—М., Наука, 1970.
- 2 Авакян А. В., Вартанян Г. С., Григорян В. А., Какоян В. Г. Организация обслуживания группы измерительных установок для обработки фильмовой информации с пузырьковой камеры, работающих на линии с УВК М—6000. IV Конференция молодых ученых ЕрФИ (Нор-Амберд, сентябрь 1979). Тезисы докладов, ЕрФИ, Ереван, 1979, с. 98.
- 3 Григорян В. А. Канал связи измерительных терминалов с управляющей ЭВМ М-6000 в автоматизированной системе обработки фильмовой информации. В настоящем сборнике.
- 4 Трахтенгерц Э. А. Программное обеспечение автоматизированных систем управления. М., Статистика, 1974.
- 5 СПО—6000А Основная управляющая система. Краткое описание и руководство по пользованию, 3.110.000.ОП, Северодонецк, 1972.
- 6 Цикратзис Д., Бернстайн Ф. Операционные системы. М., Мир, 1977.
- 7 СПО—6000А Мнемокод. Руководство по программированию, 3.131.000.ОП, Северодонецк, 1972.