

СООБЩЕНИЯ
ОБЪЕДИНЕННОГО
ИНСТИТУТА
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ
ДУБНА

2491/2-75



14/11/75

Ц 845
В-493

10 - 8783

дана
А.Ф.Виноградов, Н.Н.Говорун, Г.Н.Елисеев,
З.М.Иванченко, А.П.Кретов, В.И.Мороз, Н.А.Проценко,
В.Н.Самойлов, В.Д.Степанов,
Г.Н.Чернышева, Н.И.Чулков

СИСТЕМА ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ КАМЕРНЫХ СНИМКОВ
НА БАЗЕ ПОЛУАВТОМАТИЧЕСКИХ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ
ПРИБОРОВ, РАБОТАЮЩИХ НА ЛИНИИ
С ЭВМ БЭСМ-4

1975

А.Ф.Виноградов, Н.Н.Говорун, Г.Н.Елисеев,
З.М.Иванченко, А.П.Кретов, В.И.Мороз, Н.А.Проценко,
В.Н.Самойлов, В.Д.Степанов,
Г.Н.Чернышева, Н.И.Чулков

**СИСТЕМА ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ КАМЕРНЫХ СНИМКОВ
НА БАЗЕ ПОЛУАВТОМАТИЧЕСКИХ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ
ПРИБОРОВ, РАБОТАЮЩИХ НА ЛИНИИ
С ЭВМ БЭСМ-4**

Рассматривается созданная в ОИЯИ система для измерения камерных снимков на базе 15 измерительных полуавтоматов ПУОС и 6 просмотрово-измерительных столов САМЕТ, работающих с ЭВМ БЭСМ-4 в режиме непосредственной двусторонней связи.

БЭСМ-4 дополнена каналом связи, схемой прерывания по внешним и внутренним причинам, оснащена накопителями на магнитной ленте типа ЕС-5012 (от ЭВМ единой серии) и счетчиком реального времени. Оперативная память ЭВМ расширена до 12К.

ЭВМ в режиме мультидоступа осуществляет: управление процессом измерения камерных снимков; прием и сортировку результатов измерений; контроль получаемых данных, работы оператора и измерительной аппаратуры на основе экспресс-анализа поступающей в ЭВМ информации; паспортизацию и накопление результатов измерений камерных снимков.

I. Место полуавтоматов в системе обработки фильмовой информации

При проведении современного физического эксперимента с использованием пузырьковых и искровых камер получают сотни тысяч стереоснимков событий. Для получения результатов экспериментов в ОИЯИ ежегодно производится измерение $\sim 2 \cdot 10^7$ координат точек на снимках событий.

Наряду с развитием автоматических и автоматизированных систем /1/ для измерений в ОИЯИ широко используется система из полуавтоматических приборов, предусматривающих активное участие в процессе измерений человека-оператора. В отличие от систем /1/, предъявляющих очень высокие требования к качеству изображения на фото пленке, системы на базе полуавтоматических измерительных приборов оказываются более пригодными (а зачастую и единственно возможными) для измерения сложных событий на снимках практически любого качества. Группа полуавтоматов соединена с ЭВМ, которая в режиме разделения времени осуществляет прием результатов измерений, а также контроль за функционированием аппаратуры и отдельных структурных компонент ЭВМ. Работа каждого из операторов также непрерывно контролируется и управляется программами с ЭВМ.

Полуавтоматическая измерительная система в ОИЯИ /2/ в последнее время существенно модернизирована. Структура системы изображена на рис.1.

Были модернизированы все основные компоненты системы: измерительная аппаратура, управляющая ЭВМ, математическое обеспечение.

Увеличено количество измерительных приборов. Их число доведено до 21 за счет подключения еще шести просмотрово-измерительных столов САМЕТ.

Увеличены возможности управляющей ЭВМ БЭСМ-4.

Разработано фактически новое математическое обеспечение системы с учетом опыта многолетней эксплуатации прежней системы, а также новых возможностей, представляемых аппаратурой.

2. Полуавтоматические приборы ПУОС и САМЕТ

В полуавтоматических измерительных приборах (полуавтоматах) определение координат по осям X и Y происходит автоматически, а такие операции, как установка нужного кадра, перемещение измерительной марки в область измеряемого объекта, опознавание изображения и точное наведение измерительной марки производится оператором. Массовые измерения выполняются на проекторах ПУОС^{/3/}, в которых для отсчета координат используют дифракционные решетки и реверсивные счетчики. В момент выполнения отсчета показания реверсивных счетчиков заносятся на регистр ПУОСа, откуда они могут быть считаны ЭВМ. Для подачи в ЭВМ команд и управляющей информации используется 36-разрядная клавиатура.

В отличие от ПУОСа просмотрочно-измерительный стол САМЕТ имеет больший измерительный экран, автоматизированные фильмопротяжки и электрический привод перемещения измерительной марки. Для подачи команд в ЭВМ на столе САМЕТ сделаны функциональные клавиши, каждая из которых кодирует определенные сочетания разрядов, соответствующих цифрам команд.

ПУОС и САМЕТ являются прецизионными измерительными приборами с ценой отсчета 2,5 мкм, среднеквадратичной ошибкой при массовых измерениях (5+10) мкм и относительной ошибкой 10^{-4} .

3. Организация связи с ЭВМ

Машина БЭСМ-4 не имела канала связи с внешними объектами, поэтому ЭВМ была оборудована программно-управляемым каналом связи и системой прерывания^{/4/}, которые обеспечивают:

а) обмен данными с внешним объектом (ВО);

б) прерывание выполнения текущей программы с запоминанием состояния ЭВМ.

Такое дооборудование БЭСМ-4 дало возможность использовать ее как управляющую ЭВМ.

Поскольку канал связи рассчитан на подключение к нему только одного внешнего объекта, была разработана и изготовлена стойка связи^{3/}, которая в настоящее время позволяет производить обмен информацией с 21 внешним объектом и каналом связи ЭВМ. В стойке связи проводится последовательный опрос измерительных приборов. Если на каком-либо из приборов имеется информация, то дальнейший опрос прерывается до завершения обмена с ЭВМ.

На стойке связи аппаратно выполнена беспriorитетная дисциплина обслуживания измерительных приборов, при которой выбор прибора для обслуживания из числа ожидающих в очереди осуществляется в циклической последовательности. После обслуживания прибора с номером K анализируется, поступила ли заявка на обслуживание от $(K + 1)$ -го прибора и т.д. Причем от каждого прибора за один цикл на обслуживание выбирается только одна заявка. В случае большой задержки при передаче информации от прибора к стойке связи автоматически блокируется дальнейшая работа данного прибора, что обеспечивает нормальное функционирование всей системы в целом.

В настоящее время значительно повышена скорость обмена информацией через стойку связи в направлении ЭВМ-полуавтомат.

Выходная информация из ЭВМ заносится на специальный регистр стойки связи, откуда она передается на световые табло, установленные около каждого из полуавтоматов. Световое табло снабжено дешифратором номера полуавтомата и 22 позиционными проекторами.

Реально используется 33 комбинации из фраз и цифр.

На полуавтоматах установлены 2 световых индикатора, позволяющих оператору визуально контролировать процесс передачи данных в ЭВМ.

Применение световых табло вместо пишущих машинок^{/5/} обеспечивает тишину в процессе измерений.

4. Развитие ЭВМ для работ с системой измерительных полуавтоматов

На БЭСМ-4 специально для обеспечения ее эффективного функционирования на линии с 2I полуавтоматом был выполнен комплекс инженерных работ.

4.1. Увеличение оперативной памяти до 12К

Длина набора программ, используемых при работе с полуавтоматами в реальном масштабе времени, составляет 20 тыс. слов. Для ее размещения, кроме оперативной памяти, используется магнитный барабан. Для работы этих программ используется автоматическое динамическое перераспределение оперативной памяти в процессе вычислений. Оперативную память нужно было довести, по крайней мере, до 12К, чтобы исключить большие потери времени центрального процессора на перезагрузку программ и сократить количество задержек прерывания, возникающих при обмене с магнитным барабаном.

При подключении к БЭСМ-4 третьего куба памяти были расширены регистры приращения адреса и номера МОЗУ, с возможностью изменения их содержимого программным путем, добавлена схема управления третьим кубом.

Ячейки прерывания расположены в первом кубе. В остальном все три куба памяти в БЭСМ-4 равноправны.

4.2. Прерывание по внутренним причинам

При обработке результатов измерений в случае нарушения правильной работы какого-либо полуавтомата могут возникать аварийные остановы (АВОСТы) ЭВМ, устранение которых дежурным персоналом занимает много времени и приводит к простоям всей измерительной системы. Исключить АВОСТы этого типа можно за счет дальнейшего увеличения и усложнения программ, контролирующих вводимую информацию. В условиях недостатка оперативной памяти более выгодным оказалось в случае АВОСТА прерывать работу ЭВМ и передавать управление программе, которая исключает некачественную информацию и дает указания оператору повторить измерения и т.д.

Аналогично этому, во всех других случаях, вызывающих остановы машины, происходит прерывание, автоматически анализируются причины и выстраивается направление дальнейшей работы программы.

Останов всей системы измерений мог происходить при обращении программы к какому-либо устройству выдачи информации, если оно было занято, т.к. при этом блокировался ввод информации с полуавтоматов. Это нарушало ритм работы операторов, что приводило к ошибкам, требующим перемеров. Расширение системы прерывания позволило освободиться системе от этих недостатков. В настоящее время в машине обеспечена возможность программного анализа занятости устройств вывода информации (АЦПУ, цифровая печать, перфоратор), что позволяет организовать работу этих устройств параллельно с работой центрального процессора и создать защиту буферной памяти, чтобы программа более высокого приоритета не уничтожила информацию программы более низкого приоритета.

Исключение простоев системы из-за остановов в ЭВМ сделало работу операторов более ритмичной и повысило производительность их труда.

Технически система прерывания (см.рис.5) по различным причинам запускается при наличии "1" на триггере запроса прерывания БЭСМ-4 и разрешения прерывания, устанавливаемого программой. Таким образом, если имеется причина прерывания и разрешение происходит прерывание программы, а остановка машины не бывает.

Выполнение прерывания заключается в запоминании счетчика команд, индексного и некоторых других регистров в оперативной памяти ЭВМ, считывания содержимого регистров запросов прерывания и формирования адреса перехода к соответствующей программе обработки прерывания.

4.3. Счетчик реального времени.

Время реализации отдельных программ в управляющей ЭВМ - важнейший параметр. Без его учета и контроля весьма трудно организовать оптимальное функционирование системы. В настоящем варианте системы учет реального масштаба времени обеспечивается созданием в БЭСМ-4 счетчиком реального времени, показания которого учитываются при вычислениях, при выработке некоторых управляющих кодов. Кроме непосредственного участия в алгоритмах управления счетчик реального времени используется для регламентирования последовательности обновления программы и включения тестов. Для сокращения затрат ресурсов центрального процессора, связанных с программным наблюдением за счетчиком времени, можно использовать периодические прерывания программы. В качестве источника сигналов о необходимости таких прерываний используется появление единицы в определенных разрядах счетчика.

Электронная схема управления счетчиком позволяет программным путем считывать и изменять его показания, осуществлять прерывание ЭВМ по заданному временному интервалу.

4.4. Использование накопителей на магнитной ленте типа ЕС-5012

Принимаемая со всех полуавтоматов информация после обработки накапливается на магнитной ленте. Использование накопителей на магнитной ленте (НМЛ) БЭСМ-4 требует предварительной разметки лент для отбраковки ее дефектных участков и разбиения на зоны. События записываются с контролем на магнитную ленту по одному в зону. Контроль осуществляется посредством фиктивного чтения и последующего сравнения контрольных сумм, накопленных при записи и контрольном чтении.

Обмен информацией между ЭВМ и НМЛ ведется массивами одинаковой длины (2000(8) кодов), рассчитанной на максимально допустимое событие. Как показал анализ (рис.4), средний объем информации на одно событие составляет около 200-250 машинных слов. Около 5% событий имеет длину более 500 слов. Отсюда видно, что магнитная лента НМЛ БЭСМ-4 используется неэффективно.

Частота обращений к НМЛ - более двух раз в минуту. Поскольку на БЭСМ-4 нет автономного канала записи на НМЛ (канала прямого доступа), то каждое обращение к НМЛ влечет за собой запрещение прерывания приблизительно на 2 секунды (рис.3), нарушение ритма измерений и возможную потерю информации.

Для повышения производительности системы к ЭВМ были подсоединены НМЛ ЕС-5012. При этом реализованы два формата записи/воспроизведения информации.

Первый модифицированный формат записи/воспроизведения^{/6/} использует существующее программное обеспечение БЭСМ-4, при котором запись информационного байта занимает одну поперечную строку на ленте. Таким образом, 45-разрядное слово БЭСМ-4 занимает 6 строк.

Второй формат записи/воспроизведения реализует формат, принятый в ЕС ЭВМ^{/7/}. При этом не требуется предварительная разметка ленты и контрольное считывание информации после записи. Кроме того, информация, записанная на магнитную ленту в этом формате, может быть перенесена на большую ЭВМ для дальнейшей обработки.

НМЛ ЕС-5012 надежно работают при плотности записи 32 имп/мм.

Проведенные оценки показали (рис.2), что эффективная скорость записи массивов с длиной более 600 слов в модифицированном формате в ~2 раза , а в формате ЕС ЭВМ в ~5 раз больше соответствующей характеристики НМЛ БЭСМ-4.

Повышение скорости записи увеличивает долю времени центрального процессора, отводимого для анализа поступающей информации, и значительно сокращает время блокировки прерывания (рис.3).

Переход к накоплению информации на НМЛ ЕС-5012 дал возможность значительно сократить количество магнитных лет, время ЭВМ, требуемое для сортировки накопленной информации, и повысить надежность считывания информации с МЛ. Из-за плохого качества МЛ БЭСМ-4 и из-за отсутствия взаимозаменяемости НМЛ БЭСМ-4 терялось около 13% информации. При работе с НМЛ ЕС-5012 потери информации не превышают 0,1%.

5. Организация математического обеспечения системы

Общее математическое обеспечение системы (рис. 6) для измерения камерных снимков на базе полуавтоматических приборов, работающих на линии с ЭВМ БЭСМ-4, состоит из следующих 2-х основных компонентов:

1. Средства автоматизации программирования.
2. Математическое обеспечение вычислительного процесса ЭВМ и процесса управления, включающее операционную систему и систему контроля.

5.1. Средства автоматизации программирования

В качестве языка программирования при создании и отладке математического обеспечения системы управления полуавтоматами использовался машинный язык в его символическом выражении (автокод I:I). Система автоматизации программирования включает транслятор с этого языка и набор вспомогательных системных программ, носящих название "Ассемблер"/8/. "Ассемблер" хранится на магнитной ленте. Управление работой системы производится с помощью служебных управляющих карт. "Ассемблер" имеет следующие возможности: ввод программы, написанной на автокоде; печать на АЦПУ и перфорация произвольного блока программы; запись программы на магнитную ленту; редактирование и трансляция. При трансляции программы возможна выдача на АЦПУ таблицы распределения памяти и получение на ТБПМ и на перфокартах программы во внутреннем коде. Транслированная программа записывается на магнитную ленту специальной служебной программой.

Система "Ассемблер" используется только на стадии подготовки математического обеспечения.

Вторым важным компонентом системы автоматизации программирования является интерпретирующая система, включающая библиотеку стандартных программ, набор сервисных программ (ПРЕЛИС и др.) и программу-интерпретатор ИС-2И, организующую динамическую загрузку и перезагрузку стандартных программ в процессе работ. В качестве программы-интерпретатора используется ИС-2¹⁹/, дополненная блоком запоминания стандартных программ.

ИС-2 при недостатке свободного места освобождает рабочее поле от ранее введенных программ и на освободившееся место записывает новые программы. Перераспределение памяти в процессе работы приводит к тому, что для ряда стандартных программ, находящихся на рабочем поле, необходимо организовывать программную защиту. В некоторых типах интерпретирующих программ, существующих в настоящее время, эта защита выражается в запрете стирания. Такой метод защиты уменьшает рабочее поле, и поэтому более целесообразным оказалось дополнить ИС-2 блоком запоминания стандартных программ, работа которых не закончена к моменту стирания. В системе ИС-2И модули библиотеки, имеющие номера в заданном диапазоне^{ж)}, при недостатке свободного места на рабочем поле переписываются из оперативной памяти на магнитные барабаны. Эта возможность используется, например, при работе с программами, накапливающими результаты обработки в течение всего времени работы полуавтоматов, когда объем памяти для накопления таких массивов информации превышает размеры рабочего поля.

ж) В нашем случае номера от 250 до 277. ПТХ расширено до 300.

Модули библиотеки, с точки зрения их использования во время счета, можно разделить на 3 типа:

– обычные стандартные программы /IО/;

– запоминаемые стандартные программы, которые переписываются во вторичную память в тех ситуациях, когда обычные СП стираются на рабочем поле в оперативной памяти. В основном это массивы данных, используемые для управления работой полуавтоматов, для накопления результатов работы системы;

– программные модули, для которых используется метод статической загрузки программы, что значительно сокращает время обработки, так как в процессе загрузки программы происходит только считывание и передача управления на начало программы. Эти модули вызываются в оперативную память /II/, минуя программу ИС-2И.

Модули библиотеки пишутся на автокоде, транслируются, автономно отлаживаются, а затем при помощи специальной программы редактирования ПРЕЛИС включаются в библиотеку. ПРЕЛИС ведает также изменением каталога библиотечных модулей, размещением их на магнитных барабанах, корректирует программу ИС-2.

5.2. Математическое обеспечение вычислительного процесса ЭВМ и процесса управления

Работа измерительных полуавтоматов на линии с ЭВМ организована с помощью комплекса программ под общим названием ПАУТИНКА.

Операционная система математического обеспечения координирует одновременную работу группы измерительных приборов, состоящей из 6 просмотрово-измерительных столов САМЕТ и 15 полуавтоматов ПУОС в режиме измерения снимков для различных физических экспериментов.

Основные функции ее сводятся к следующим:

а) Управление процессом измерения फिल्मовой информации в соответствии с последовательностью этапов, требуемых каждым конкретным экспериментом, и информацией, полученной при просмотре пленок. Для каждого конкретного эксперимента можно задать свою последовательность этапов измерения.

б) Оперативный прием информации.

в) Формирование события, расстановка служебных признаков и меток каждого элемента события и накопление информации на магнитной ленте во входном формате программ дальнейшей обработки.

г) Формирование и печать протокола работы системы.

Система контроля осуществляет:

а) Выполнение логических и математических проверок поступающей информации.

б) Контроль за работой ЭВМ и измерительной аппаратуры.

На каждом из измерительных приборов, работающих одновременно и независимо друг от друга, получаются данные, относящиеся к различным физическим экспериментам. Алгоритмы обработки данных отличаются (иногда значительно) при переходе от эксперимента к эксперименту. С этой точки зрения полуавтоматы можно рассматривать как независимые терминальные устройства, иницирующие в ЭВМ решение различных задач. Это определяет необходимость организации мультипрограммной работы управляющей ЭВМ.

Мультипрограммный характер решения нескольких задач в режиме реального времени обеспечивается в рассматриваемой системе работой центрального диспетчера и модульной структурой всей системы в целом.

Каждый программный модуль обеспечивает решение одной или нескольких тесно связанных функциональных задач и обладает логической законченностью с точки зрения использования отдельных компонентов ЭВМ, регистров, рабочих ячеек памяти, а также входных данных для своей работы и буферной памяти для размещения результирующей информации.

Взаимодействие между отдельными программными модулями осуществляется автоматически:

1. Путем непосредственной передачи управления.
2. Через специальные диспетчерские подпрограммы.
3. Путем записи информации, определяющей вызов тех или иных подпрограмм, в буферную память.

Значительный объем памяти ЭВМ занимают буферные участки для хранения входной и выходной информации, различных таблиц, параметров обрабатываемых экспериментов. Это привело к необходимости специального построения алгоритмов, позволяющих осуществлять поиск, упорядочение информации. Объем буферных участков существенно зависит от алгоритмов включения различных подпрограмм, от потока информации и ряда других параметров.

Входные данные поступают независимо от функционирующей в данный момент части программы в случайные моменты времени.

Естественно возникла задача оптимального построения программ, выбора оптимальной дисциплины их включения, оптимального распределения памяти. На выбор критерия оптимальности могут оказывать влияние различные факторы. Рассмотрим, например, задержку во времени выполнения отдельных частей алгоритма управления. Своевременное выполнение отдельных частей алгоритма имеет различное значение для функционирования системы управления или информационно-поисковой системы. Для описываемой системы наиболее важно выполнение без зна-

чительных задержек и потерь ввода информации, различных алгоритмов контроля и выдачи управляющих кодов. Формирование события и расстановка служебных меток или более глубокий анализ полученной информации, связанные с информационным поиском, могут быть несколько задержаны без какого-либо существенного влияния на ход измерения.

Так как все алгоритмы контроля, управления и информационного поиска выполняются ЭВМ последовательно во времени, необходимо в зависимости от складывающихся в процессе управления или информационного поиска ситуаций изменять ход их следования и частоту выполнения. Для практического осуществления этих требований алгоритм делится на части, каждой из которых присваивается свой приоритет. Очередность выполнения программ каждого приоритета и последовательность их работы определяются центральным диспетчером операционной системы.

Каждую программу, реализующую алгоритмы данного приоритета, можно разделить на три части: ведущую подпрограмму (она постоянно находится в оперативной памяти ЭВМ), набор стандартных подпрограмм и массивы информации. Последние две части программы могут храниться во вторичной памяти (МБ) и вызываются ведущей подпрограммой по мере необходимости в оперативную память.

Управление работой ведущих подпрограмм операционная система осуществляет путем анализа прерываний и списков работ для программ каждого приоритета. Функциональное назначение программ различных приоритетов следующее:

Первый приоритет - выполнение инструкций дежурного персонала ЭВМ. Таковыми могут быть требования закончить работу системы, запретить или разрешить прерывание определённому измерительному устройству, выдать на печать таблицы распределения памяти, включить часы, подсчитывающие свободное время центрального процессора, и другие.

Второй приоритет - анализ и накопление поступающей информации, управление работой измерительных приборов, выполнение инструкций операторов измерительных устройств, которые изменяют заданный порядок измерения, контроль за работой измерительной системы.

Третий приоритет - контроль принятой информации (например, пространственная реконструкция событий).

Четвертый приоритет - редактирование каталога экспериментов с пульта ЭВМ, таблиц параметров и др.

Высшим приоритетом обладают так называемые программы обработки прерываний, которые могут прерывать программы всех перечисленных выше приоритетов. Они включаются в работу специальной схемой прерывания. По окончании выполнения этих программ управление передается в центральный диспетчер, который выбирает новое направление работы системы.

В рассматриваемой системе имеются две программы обработки прерывания. Первая используется при выполнении процедур обмена ЭВМ с полуавтоматами. Вторая прерывающая программа включается в работу, когда возникает ситуация в ЭВМ, приводящая в обычном режиме к АВОСТУ. Это прерывание используется для сокращения программных проверок, связанных с возможностью арифметического переполнения, деления на нуль и для других остановов ЭВМ.

Во всех этих случаях требуется быстрая реакция программы на возникшую ситуацию с тем, чтобы не допустить искажений, задержек или потерь информации.

Для выполнения прерываний в аппаратуре ЭВМ имеется регистр запросов (рис.5), на который поступают сигналы о необходимости прерывания от различных устройств ЭВМ и внешних приборов. В процессе ра-

боты машины схемным путем ведется непрерывный поиск сигналов на этом регистре с учетом приоритетов, установленных для отдельных видов сигналов. Распределение приоритетов показано на функциональной схеме системы прерывания (рис.5).

В ЭВМ имеется также специальный защитный регистр, позволяющий программно запрещать или разрешать прерывание для отдельных видов сигналов. Для формирования переходов к программам обработки прерываний используется специальная таблица прерываний, которая хранится в оперативной памяти и содержит команды запоминания состояния ЭВМ в момент прерывания и безусловных переходов к этим программам.

В ПАУТИНКУ входит специальная программа, которая осуществляет наблюдение за показаниями счетчика реального времени и в определенные моменты производит запись заявок на выполнение периодических подпрограмм.

Обращение к счетчику реального времени осуществляется при приеме данных и при выдаче сообщений на измерительные приборы. Такого рода обращения используются для исследования характеристик входных/выходных информационных потоков.

Одним из методов повышения эффективности использования ресурсов ЭВМ в рассматриваемой системе является применение диалогового режима. Общение с ЭВМ строится в основном по принципу: запрос или указание от ЭВМ — действие оператора в соответствии с этим запросом — подтверждение от ЭВМ правильности (неправильности) действий оператора — следующий запрос. Обычно ЭВМ управляет процессом измерения и контролирует правильность работы операторов. Но в системе предусмотрен ряд приказов, используя которые оператор может изменить последовательность измерения.

По завершении работы системы на АЦПУ печатается протокол, ко-

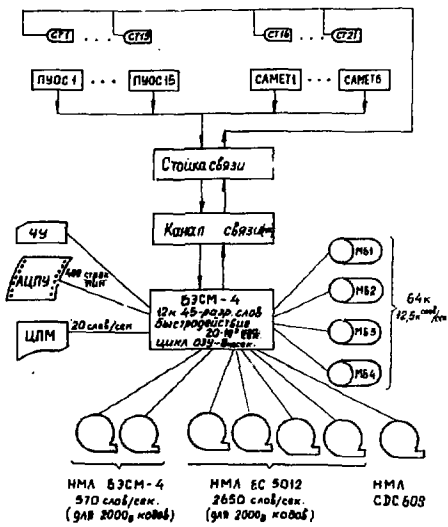


Рис.1. Структура системы.

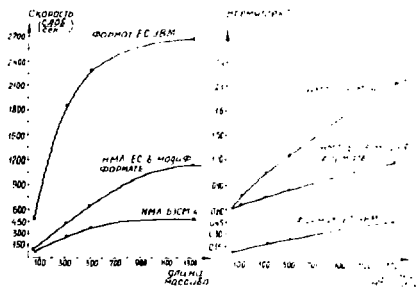


Рис.2. Зависимость скорости записи НМА от длины массива

Рис.3. Зависимость времени запрета прерывания от длины массива

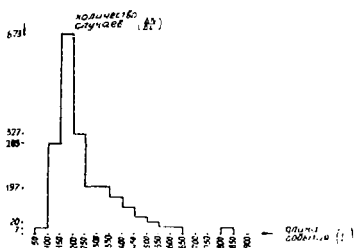


Рис.4. Распределение длин событий.

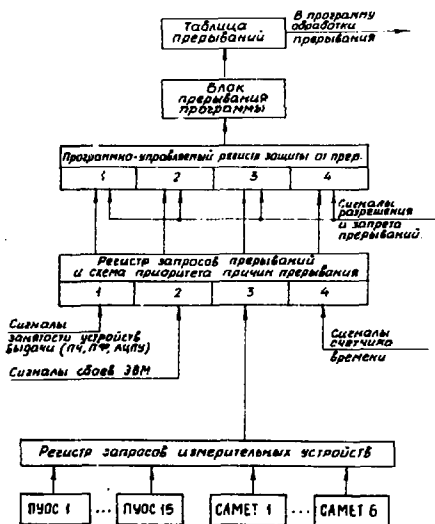


Рис.5. Функциональная схема системы прерывания программы.

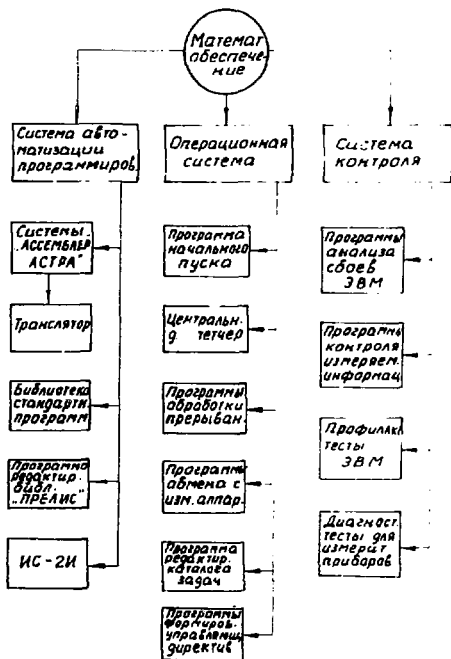


Рис.6. Структура общего математического обеспечения системы

торый содержит результаты анализа работы измерительных приборов, операторов и всей системы в целом.

Авторы выражают благодарность Чканниковой А.Н., Шадавын Ж., Гончаровой Л., Благодировой О.В. за большую помощь при отладке системы, а также Кузнецовой Е.С. и всем сотрудникам ее группы за большой интерес к работе.

ЛИТЕРАТУРА

1. В.Я.Алмазов и др. "Установка для скоростной автоматической обработки снимков с трековых камер на базе механического сканирующего устройства типа "бегущий луч". ОИЯИ, IO-4513, Дубна, 1969.
В.М.Котов и др. "Спиральный измеритель. Общее описание и результаты определения точностных характеристик". ОИЯИ, IO-7939, Дубна, 1974.
2. В.В.Ермолаев, З.М.Иванченко и др. "Обработка фотографий с помощью полуавтоматической измерительной системы на линии с БЭСМ-4". Труды международного симпозиума по вопросам автоматизации обработки данных с пузырьковых и искровых камер. ДЮ-6142, Дубна, 1971.
3. В.В.Ермолаев и др. "Аппаратурная часть системы обработки камерных фотографий с использованием установок ПУОС на линии с БЭСМ-4". ОИЯИ, IO-5973, Дубна, 1971.
4. Е.Д.Городничев и др. "Аппаратура и команды обмена информацией для работы БЭСМ-4 в режиме "on-line". ОИЯИ, IO-4870, Дубна, 1969.

- Е.Д.Городничев и др. "Реализация прерывания программ в БЭСМ-4 ОИЯИ для использования вычислительной машины в электронных экспериментах и системах обработки данных". ОИЯИ, IO-4753, Дубна, 1969.
- Е.Д.Городничев и др. "Программно-управляемый канал ввода-вывода для ЭВМ в измерительном центре". ОИЯИ, I3-5053, Дубна, 1970.
5. З.М.Иванченко и др. "Управление и организация обработки данных в системе измерительных полуавтоматов на линии с ЭВМ". ОИЯИ, IO-4879, Дубна, 1969.
6. В.А.Владимиров и др. "Использование накопителей на магнитной ленте типа ЕС-5012, в модифицированном формате записи ЭВМ БЭСМ-4". ОИЯИ, II-7797, Дубна, 1974.
7. А.Ф.Виноградов и др. "Стандартные накопители на магнитной ленте на ЭВМ БЭСМ-4 в формате записи/воспроизведения ЕС ЭВМ". ОИЯИ, II-8129, Дубна, 1974.
8. В.А.Загинайко, И.Н.Силин. Автокод "Ассемблер". ОИЯИ, Б-II-4514, Дубна, 1968.
9. В.Ф.Ляшенко. "Программирование для цифровых вычислительных машин М-20, БЭСМ-3М, БЭСМ-4, М-220, Москва, 1967.
- IO. Библиотека стандартных программ. Под редакцией М.Р.Шура-Бура, Центральное бюро технической информации. Москва, 1961.
- II. З.М.Иванченко. "Накопление и анализ информации с целью контроля полуавтоматической измерительной системы, работающей на линии с БЭСМ-4". ОИЯИ, IO-6141, Дубна, 1971.

Рукопись поступила в издательский отдел
10 апреля 1975 г.