

1815

СООБЩЕНИЯ
ОБЪЕДИНЕННОГО
ИНСТИТУТА
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ

Дубна

Экз. чит. зала

10 - 4879



З.М. Иванченко, Р.В. Малышев, В.Н. Шигаев

ЛАБОРАТОРИЯ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ
И АВТОМАТИЗАЦИИ

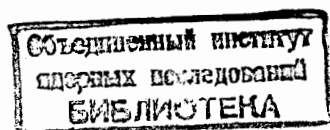
УПРАВЛЕНИЕ И ОРГАНИЗАЦИЯ
ОБРАБОТКИ ДАННЫХ В СИСТЕМЕ
ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ ПОЛУАВТОМАТОВ
НА ЛИНИИ С ЭВМ

1969

10 - 4879

З.М. Иванченко, Р.В. Малышев, В.Н. Шигаев

УПРАВЛЕНИЕ И ОРГАНИЗАЦИЯ
ОБРАБОТКИ ДАННЫХ В СИСТЕМЕ
ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ ПОЛУАВТОМАТОВ
НА ЛИНИИ С ЭВМ



В в е д е н и е

Просмотр и измерение событий на фотоснимках являются наиболее трудоемкими и трудно поддающимися полной автоматизации этапами в системе обработки данных с пузырьковых камер. Средства измерения событий прошли большой путь развития от простых измерительных микроскопов до сложных сканирующих автоматов, работающих на линии с вычислительными машинами.

Наряду с измерительными автоматами типа НРД /1/, для которых характерно отсутствие непосредственного управления процессом измерения со стороны человека, широкое развитие получил ряд измерительных систем, предполагающих активное участие человека-оператора в работе измерительных автоматов (SMP /2/, SR /3/, Polly /4/).

Преимущества, создаваемые возможностью быстрой двусторонней связи между оператором и запрограммированной системой, столь очевидны, что вскоре в различных центрах ядерных исследований к каналам ЭВМ стали подключать также обычные измерительные устройства /5,6,7/, ранее выдававшие информацию на бумажную ленту или перфокарты.

Следуя терминологии, принятой в ОИЯИ, в дальнейшем эти измерительные устройства мы будем называть полуавтоматическими измерительными устройствами или полуавтоматами.

С подсоединением к каналам ЭВМ надежность работы полуавтоматов как измерительных устройств повышается, так как отпадает необходимость иметь перфоратор при каждом из полуавтоматов.

Основным же преимуществом подобных систем является возможность анализа данных в процессе измерений событий. Быстрая связь между ЭВМ и оператором позволяет исправлять допущенные в ходе измерения ошибки и производить повторные измерения событий или их элементов с минимальной потерей времени. Данные, полученные в системе полуавтоматов на линии с ЭВМ, содержат, таким образом, меньше брака, и частота, с которой при последующей обработке возникает необходимость в перемере событий, зависит только от качества программ ЭВМ. В принципе достижимо полное исключение перемеров событий в цикле обработки данных.

Конечной целью развития полуавтоматической системы измерения на линии с ЭВМ является полный анализ событий, производимый сразу же после окончания измерения. Это гарантирует, что фотопленка на столе измерительного устройства будет находиться только один раз /8/.

Во всех центрах, в которых осуществлено подсоединение полуавтоматов к каналам ЭВМ, отмечается увеличение эффективной скорости измерения событий. Объясняется это тем, что в новых условиях значительно сокращаются потери времени на перемер событий и снижается количество плохо измеренных событий, поступающих на дальнейший анализ. Кроме того, ликвидация промежуточного носителя информации в виде перфокарт или перфолент и связанной с ним необходимости контролировать качество работы перфораторов также приводит к общему сокращению времени математической обработки данных с пузырьковых камер.

Система полуавтоматов на линии с ЭВМ является не только измерительной, но и обучающей системой. Режим работы на линии с ЭВМ влияет на самих операторов, работающих на измерительных приборах. Это влияние как фактор повышения производительности труда отмечается многими /9,10/. Обратная связь позволяет значительно эффективнее ликвидировать недоразумения и недопонимание со стороны оператора, а сознание того, что ЭВМ не пропустит грубой ошибки, позволяет оператору повышать скорость работы.

К настоящему времени в различных исследовательских центрах создан ряд измерительных систем подобного рода, начиная с простых однопрограммных систем, обеспечивающих контроль данных в плоскости кадра и двухстороннюю связь в режиме программного прерывания, до слож-

ных мультипрограммных систем, обеспечивающих оперативный обсчет измеренного события по программам геометрической реконструкции и кинематического анализа.

В 1967 г. в ОИЯИ были завершены работы по созданию измерительной системы на базе вычислительной машины БЭСМ-3М и измерительных полуавтоматов типа ПУОС /11/. Ввод информации в БЭСМ-3М осуществлялся в режиме внешнего прерывания программ /12/. Вывод информации из БЭСМ-3М производился на электроуправляемые пишущие машинки (ПМ) типа ЭУМ-46Д также в режиме внешнего прерывания.

Система имеет свою подпрограмму "Диспетчер", которая определяет последовательность работы ЭВМ по различным рабочим программам в соответствии с их приоритетом. Отладка программ производилась на системе из пяти полуавтоматов и проверена в работе с двумя программами геометрической реконструкции для пропановой камеры ОИЯИ. Программное обеспечение канала связи с полуавтоматом задает мультипрограммный режим работы БЭСМ-3М, позволяя избыток времени использовать для счета параллельных задач. Ниже подробно излагаются структура и возможности созданной системы программ.

Структура управляющей программы

Управляющая программа системы содержит две части. Первая часть осуществляет прием информации от группы внешних объектов (ВО), предварительную сортировку ее по номерам ВО, контроль последовательности действий оператора, контроль работоспособности канала связи и диспетчеризацию работы ЭВМ.

Структурно эта часть представляет собой набор из 30 отдельных стандартных массивов, написанных в коде ЭВМ, но в условных адресах. Ввод в ЭВМ, объединение этих массивов в единую программу и настройку по параметрам производит специально созданная программа типа загрузчика, которая в дальнейшем в работе не участвует. Первая часть занимает в МОЗУ около 3000 (8) ячеек и разбивается на пять основных функциональных блоков:

- 1) прием информации от ВО в промежуточный буферный массив;
- 2) "Диспетчер";
- 3) выдача информации на пишущие машинки;
- 4) сортировка информации из промежуточного буферного массива;
- 5) дешифратор команд и исполнительные блоки.

Вторая часть управляющей программы осуществляет окончательную сортировку, первичный анализ и накопление принятой информации.

В эту часть входят:

- 1) блок управления;
- 2) интерпретатор команд и исполнительные блоки;
- 3) блоки сортировки и первичной обработки информации;
- 4) блок накопления информации на МЛ;
- 5) набор программ контроля.

Эта часть, за исключением программ контроля, написана на автокоде и переводится в код ЭВМ соответствующим транслятором. В рабочем состоянии она занимает в МОЗУ 2350 (8) ячеек (без программ контроля).

Связь и обмен информацией между частями программы осуществляется через программу "Диспетчер" в соответствии с их приоритетом, а также через так называемую таблицу адресов (ТА).

Управляющая программа является универсальной в том смысле, что допускает одновременную работу с различными ВО, и так как основное назначение программы - прием информации с полуавтоматов типа ПУОС, то в дальнейшем описании используется специфическая для этого рода информации терминология (трек, кадр, событие и т.п.).

Упрощенная блок-схема управляющей программы приведена на рис.1.

1.1. Форматы информации при обмене с ВО

Информация, которой обмениваются ЭВМ и ВО представляет собой 45-разрядные двоичные или двоично-десятичные коды, содержащие номера ВО.

Используются коды трех типов, которые различаются соответствующими признаками.

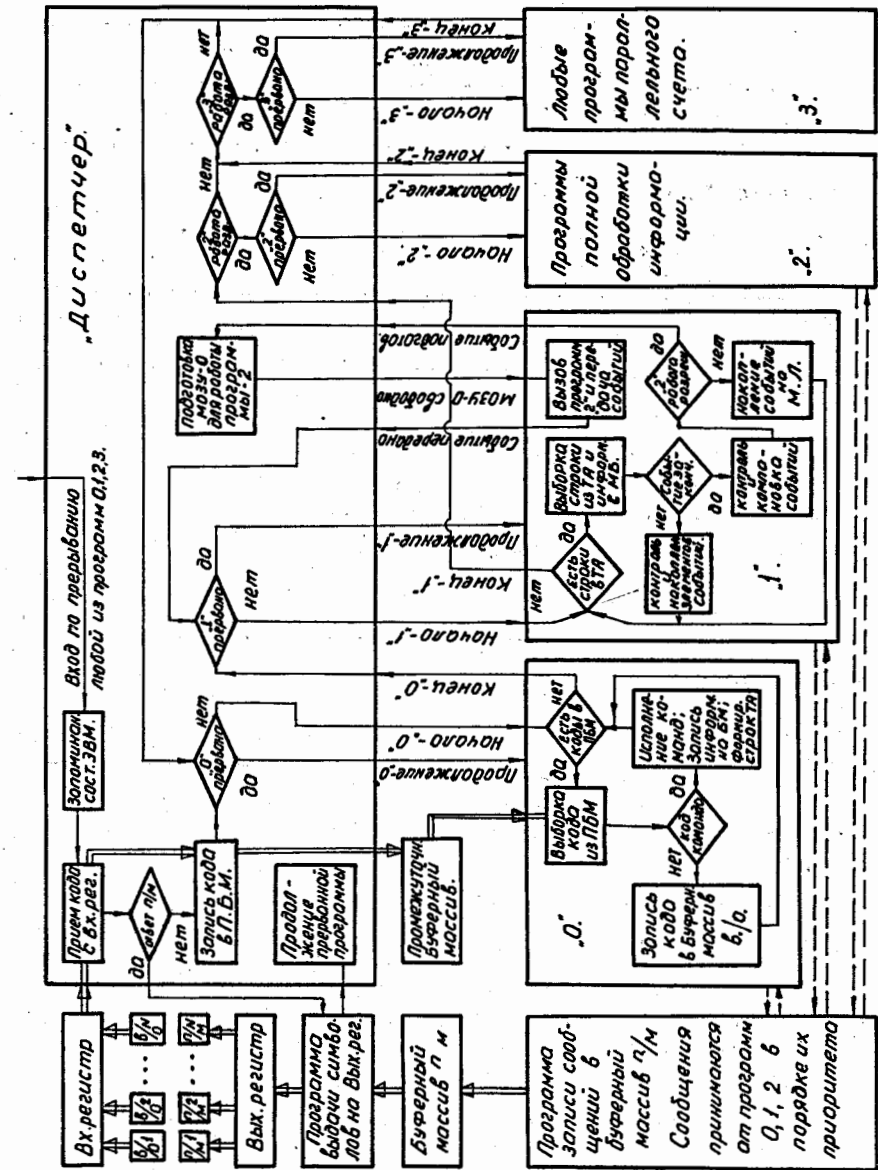


Рис.1. Упрощенная блок-схема программы.

1. Коды информации.

а) Служебный код

45	44	40	37	36						
0	№ ВО		0	служебная информация						

б) Координатный код полуавтомата

45	44	40	37	36	21	20	17	16		
0	№ ВО		0	у - координата	0	х - коорд.				

2. Управляющие коды (команды).

45	44	40	37	36	25	24	7	6	5	4	1
0	№ ВО		1	дополнит. информ.	модификатор	номер команды					

3. Коды обратной связи.

а) Код-ответ ПМ

45	44	40	37	36						1
1	№ ПМ		0							

б) Код-символ для ПМ

45	44	40	37	36	8	7	6			1
1	№ П/М		0	1	S (символ)					

1.2. Управляющие коды

Последовательность работы блоков программы определяется работой операторов на ВО. Кроме основной для данного ВО информации оператор посылает управляющие коды (команды). Чтобы отличить команды от прочих кодов, первые снабжаются специальным признаком (единицей в 37-ом разряде), между собой команды различаются своими номерами и модификаторами. Помимо собственного номера команды могут нести дополнительную информацию (номер массива, номер программы и т.п.). Для работы с полуавтоматами в настоящее время используется 14 команд. Основные сведения о них сведены в таблицу 1.

На каждую команду программа дает соответствующий ответ через ПМ. Ответы либо подтверждают прохождение данной команды, либо сообщают о допущенной оператором ошибке.

1.3. Блок приема информации от ВО

Оператор на ВО, нажимая кнопку "отсчет", заносит код на регистр ВО. Одновременно от ВО в ЭВМ поступает сигнал прерывания. Сигналом прерывания сопровождается и код-ответ ПМ.

По сигналу прерывания программа в ЭВМ выходит на блок приема очередного кода.

Если принятый код оказался ответом ПМ, то происходит немедленное обращение к блоку выдачи очередного символа на выходной регистр ЭВМ.

Если принятый код не содержит признака кода ПМ, то работа блока завершается записью кода в промежуточный буферный массив (ПБМ). На время выполнения описанных операций прерывание маскируется.

1.4. "Диспетчер"

В отсутствие сигнала прерывания от ВО порядок работы программ в 1-ом и 2-ом МОЗУ ЭВМ задается программой "Диспетчер".

С этой целью все программы разделены на четыре группы в порядке их приоритета. По окончании работы программ каждой группы управ-

Таблица 1

Номер команды	Код команды (разряды, содержащие I)	Модификаторы (5p)- ξ_1 (6p)- ξ_2	Разряды номеров (36+25)	Название команды	Сообщения, выдаваемые на ПМ в случае нормального выполнения команды	Сообщения, выдаваемые на ПМ при ошибках оператора	Основные функции программы - 0 при выполнении команды	Примечания
I	2	3	4	5	6	7	8	9
K-0	37			Конец массива (трека, служебной информации)	Трек - к i Служебная информация	Точек нет Чисел нет	i=0, k := k+I Запись массива в буфер и формирование строки в ТА $\eta=0$	i-счетчик кол-ва точек в массиве; k - порядковый номер массива η - см. ниже
K-I	37, I			Конец кадра	Кадр - n	Нет конца трека Кадр не измерялся	k=0, n := n+I	n - порядковый номер кадра (стереопроекции)
K-2	37, 2			Конец события	Событие	Нет конца трека. Нет конца кадра	k=I, n:=I Формирование команды K-2 в ТА.	
K-3	37, 2I	$\xi_1=0$ $\xi_2=0$ $\xi_1=I$ $\xi_2=I$		Начало события	+++		i:=0, k:=I-1 n:=1, $\eta:=1$ $\eta:=I$ $\eta:=0$	$\eta=I$ режим печати всей последующей информации
K-4	37, 3			Зачеркивание текущ. массива	Трек зачеркнут. Служ.информ. зачеркнута		i:=0, $\eta:=0$	
				Зачеркивание трека с номером k.	Трек k - зачеркнут.		Формирование команды K-4 в ТА	
K-5	37, 3, I			Зачеркивание текущего кадра	Кадр - n зачеркнут		i:=0, k:=0, $\eta:=0$	
				Зачеркивание кадра с номером N	Кадр - n зачеркнут		Формирование команды K-5 в ТА	
K-6	37, 3, 2			Зачеркивание события	Событие зачеркнуто		Формирование K-6 в ТА	Зачеркивается только текущее событие
K-7	37, 3, 2, I			Начало работы	Программа - M0000 ξ_1 ?.		Если m=0, то снимается блокировка приема кодов от данного ВО. В ТА заносится строка K-7.	M - номер программ по которым ведется анализ и обработка информации от данного ВО; ξ - задает режим печати фраз "трек-K i" При $\xi=I$ печатается число точек " i ", а при $\xi=0$ i не печатается

I	2	3	4	5	6	7	8	9
		M=0		Установка режима печати	Программа - M0000 $\xi_1, 7.$		Устанавливает $\xi := \xi_1$	Если m = 0, то K-7 при M=0 не выполняется. (m - старое M)
K-8	37,4	K≠0		Присвоение массиву номера K	TTT-K		i:=0, k:=K	
K-9	37,4,I	N		Присвоение кадру номера N	KKK-N		i:=0, k:=0 n:=N	
K-10	37,4,2				Ошибка			Код не используется
K-11	37,4,2,I				Ошибка			Код не используется
K-12	37,4,3			Зачеркивание последней точки	-	Точек нет Чисел нет		
K-13	37,4,3,I			Контроль работ ПМ	= или x			Если ni =, ni x не печатаются, то ПМ не исправна.
K-14	37,4,3,2			Конец работ	Конец работы		Блокируется прием кодов от данного ВО.	Если блокируется прием кодов от последнего из работавших ВО, то заносится K-14 в ТА.

I	2	3	4	5	6	7	8	9
K-15	37,4,3,2,I	$\xi_1=0$ $\xi_2=0$					Программа на K-15 не реагирует	Используются только при проверке системы
		$\xi_1=I$ $\xi_2=0$		Печать РП			На печать при ЭМ выдается содержимое рабочего поля данного ВО.	
		$\xi_1=0$ $\xi_2=I$		Печать ТА			На печать при ЭМ выдается ТА	
		$\xi_1=I$ $\xi_2=I$		Печать РП и ТА			На печать при ЭМ выдается РП и ТА.	

ление передается "Диспетчеру", который затем передает управление программам группы с более низким приоритетом.

После обработки прерывания блоки приема и выдачи информации также передают управление "Диспетчеру", который восстанавливает работу прерванной программы только после выполнения всех работ программами с более высоким приоритетом.

а) Наиболее высокий приоритет - 0 имеют программы, производящие сортировку по номерам ВО информации, накопленной в промежуточном буферном массиве.

Они осуществляют оперативный контроль за действиями оператора на ВО и формируют сообщения о прохождении команд оператора для выдачи их на ПМ.

б) Приоритетом 1 пользуются программы, осуществляющие накопление и оперативный контроль самой принятой информации (вторая часть управляющей программы).

в) Приоритет 2 имеют программы, требующие сравнительно много машинного времени (десятки секунд).

К таковым относятся, например, геометрические программы обработки фильмовой информации. Эти программы предварительно записываются на магнитные барабаны. Вызов нужной программы 2-го приоритета с МБ, подготовку ее к работе и передачу ей управления осуществляет "Диспетчер" по требованию программы приоритета 1. Информацию о необходимой программе "Диспетчер" получает из каталога этих программ. Параметром в каталоге служит номер. Разрешение на работу, временную остановку работы или аннулирование начавшей работу программы 2 "Диспетчер" осуществляет в соответствии с признаками, набираемыми на клавишном запоминающем устройстве (КЗУ) ЭВМ.

г) Низшим приоритетом - 3 пользуются программы параллельного счета, использующие свободное время машины. Ввод такой программы осуществляется с перфокарт по признаку на КЗУ ЭВМ. Через то же КЗУ временно приостанавливается работа программы 3 или аннулируется уже начавшая работу программа.

45	37	36	25	24	13	12	11	10	9	4	3	2	1
623		A_1		A_2	a_{II}	b_{II}	P_{II}				a_{III}	P_{III}	b_{III}

623 - ключ (указывает, что информация КЗУ-4 не случайная), A_1 - адрес последнего слова программы 3 (или адрес останова); A_2 - адрес первой из двух смежных свободных ячеек в программе 3; a_{II} (a_{III}) - признак аннулирования программы 2 (3); P_{II} (P_{III}) - разрешение работы программы 2 (3); b_{II} (b_{III}) - разрешение начала работы программы 2 (ввода программы -3). (Программа реагирует только на изменение положения клавиши b_{III}).

1.5. Блок сортировки информации по ВО и исполнительные блоки команд

Очередной код извлекается из ПБМ и проверяется на наличие в нем признака команды. Если данный код не команда, то он записывается в буферный массив (БМ) Р-го ВО в соответствии с содержащимся в коде номером. При этом счетчик слов Р-го БМ увеличивается на единицу. В случае переполнения Р-го БМ прием числовых кодов от Р-го ВО блокируется и оператору выдается сообщение "Очень много точек".

Если код является командой, то он поступает на "Дешифратор", который передает управление одному из исполнительных блоков. Каждому управляющему коду соответствует свой исполнительный блок.

Исполнительные блоки осуществляют все возложенные на них функции только в том случае, если соответствующая команда не нарушает принятой для данного ВО последовательности работы оператора.

В противном случае формируется сообщение об ошибке, допущенной оператором.

В функции исполнительных блоков входят: изменение счетчиков принятых кодов, массивов или групп массивов, запись принятых массивов в буфер, формирование строк ТА, формирование сообщений для оператора и т.д.

Например, когда поступает команда "Конец массива", соответствующий исполнительный блок записывает весь массив в буфер на МБ или в МОЗУ.

При этом в ТА заводится строка с информацией о местонахождении и длине массива, в счетчик кодов заносится нуль, счетчик массивов увеличивается на единицу, а на Р-ю ПМ выдается сообщение о приеме массива.

Другие команды конца, зачеркивания или присвоения номеров изменяют соответствующие счетчики. Некоторые команды заносятся в ТА для исполнения их программой приоритета - 1.

Команда "Конец работы" блокирует прием всех кодов, отличных от команды "Начало работы" для данного ВО.

Если все ВО окажутся заблокированными, то команда "Конец работы" посылается в ТА.

1.6 Реализация обратной связи

Обратная связь ЭВМ с ВО осуществляется посредством выдачи информации на ПМ типа ЭУМ-46Д блоком печати.

Любая из находящихся в 1-ом или 2-ом МОЗУ программ может обратиться к программе печати с просьбой забрать у нее сообщение для выдачи его на Р-ю ПМ.

Программа печати запоминает сообщение в своем буферном массиве, после чего оригинал его можно затереть. Если в данный момент программа печати не может разместить в своем буфере предлагаемую информацию, происходит возврат на повторение обращения. В этот момент возможно прерывание программы от ВО и переход к программам с более высоким приоритетом, которые тоже могут обратиться к программе печати. Таким образом, устанавливается очередь обращений к программе печати в порядке приоритета.

В одном обращении программа допускает запись в буфер сразу трех фраз. Вместо одной из фраз может быть заказ на распечатку содержимого мантиссы какого-либо десятичного числа или заказ на печать содержимого 12 двоичных разрядов с предварительным переводом их в десятичную систему.

Для формирования сообщений программа приема информации пользуется постоянным словарем, который вызывается во 2-е МОЗУ с МБ. При этом в зависимости от номера задачи вызывается соответствующий словарь.

Программы контроля информации содержат в себе необходимые сообщения.

Пишущие машинки ЭУМ-46Д затрачивают на печать одного символа не менее 150 мсек, сохраняя его все время на своем регистре.

Чтобы избежать потерь этого времени для ЭВМ, выдача информации на ПМ организована посимвольно в режиме внешнего прерывания программ /11/.

Записав в своем буфере сообщение, программа печати запрашивает нужную ПМ о ее готовности принять символ. По мере готовности ПМ посылает в ЭВМ ответ, прерывая программу. Программа в свою очередь посылает на выходной регистр очередной символ из буфера. Если посылаемый символ не последний в буфере, то он снабжается признаком запроса готовности ПМ. Как символ, так и ответы ПМ снабжаются номерами ВО. Таким образом осуществляется одновременная выдача информации на все работающие ПМ без потерь времени ЭВМ на ожидание их готовности.

1.7. Последовательность работы оператора на полуавтомате

Перед началом измерений оператор посылает команду "Начало работы", в которой содержится номер задачи. Этой командой он настраивает ЭВМ на работу с данным полуавтоматом по определенным программам.

До первого выполнения этой команды ЭВМ не реагирует ни на какие другие коды от данного полуавтомата.

Перед измерением каждого события оператор посылает команду "Начало события" и выполняет последовательность операций, аналогичную пробивке на перфоленту, но отделяя треки, кадры и события соответствующими командами конца.

Если оператор допустил ошибку или ему требуется изменить последовательность работы, он пользуется соответствующим набором команд (см. таблицу 1).

Нумерация треков и кодов осуществляется программой в ЭВМ в порядке их измерения. Изменить последовательную нумерацию оператор может, пользуясь командами присвоения номеров.

1.8. Контроль работоспособности канала связи

Блоки приема и выдачи информации выполняют частичный контроль работоспособности канала связи. ЭВМ останавливается с индикацией на ее пульте причины останова в двух случаях:

- если имеется сигнал прерывания, а на входном регистре отсутствует код;
- если с выходного регистра вычислительной машины ВО не принимает кода.

2.1. Назначение и структура ТА

Последовательность работы блоков второй части управляющей программы определяется таблицей адресов (ТА), формируемой первой частью программы.

Помимо адресных строк ТА содержит строки-команды, исполнение которых возможно лишь во второй части управляющей программы.

Адресные строки ТА несут информацию об адресе массива в МОЗУ или на МБ и его длине.

Формат адресных строк в ТА:

- если массив записан на МБ

45	37	36	25	24	13	12	1
000	10 + N МБ		А МБ		n - 1		

- если массив хранится в МОЗУ

45	37	36	25	24	13	12	1
000	0000	А МОЗУ*		n - 1			

Массив, записанный на МБ или хранящийся в МОЗУ, имеет перед информацией строку - шапку. Структура массива:

45	44	40	37	36	25	24	13	12	1
0	№ВО		№ трека		№ кадра				
n строк информации									

Формат строк-команд в ТА:

45	44	40	37	36	25	24	13	12	1	
0	№ ВО		1	N	0000	0007	Начало работы задачи N			
0	"-"		1	N	0000	0003	Начало события задачи N			
0	"-"		1	0000	0000	0002	Конец события			
0	"-"		1	k	n	0004	Зачеркивание трека - k			
0	"-"		1	0000	n	0005	Зачеркивание кадра - n			
0	"-"		1	0000	0000	0006	Зачеркивание события			
0	"-"		1	0000	0000	0018	Конец работы			

Первые две строки в ТА - счетчики. В первой строке указывается полное количество занесенных в ТА строк, а во второй - количество строк ТА, уже просмотренных программой первичного контроля измерений.

2.2. Блок управления

Блок управления организует работу нужной подпрограммы, объединяет все блоки в единую программу.

Блок управления просматривает последовательность всех строк ТА и в соответствии с типом выбранной строки передает управление соответствующим блокам.

2.3. Интерпретатор

Если из ТА выбирается строка-команда, то управление передается блоку-интерпретатору. Интерпретатор расшифровывает данную команду и вызывает для ее выполнения соответствующую подпрограмму.

2.4. Подпрограммы - исполнители команд

В соответствии с числом команд имеется семь исполнительных подпрограмм.

"Начало работы" устанавливает соответствие между номером ВО и номером задачи. Номер задачи посылается оператором единственный раз в начале работы. На рабочем поле этой задачи (на МБ) отводится массив ячеек для накопления информации, равный максимальной длине события. В таблицу TABLE 2 заносится строка:

45	44	40	39	37	36	25	24	13	12	1
π_1	№ ВО	0		$N_{\text{МБ}}$		$A_{\text{МБ}}$		$A_{\text{к}\Sigma}$		

где $\pi_1 = 0$ означает режим накопления на МЛ после первичного анализа, а $\pi_1 = 1$ - необходимость дальнейшей обработки по геометрическим программам; $N_{\text{МБ}}$ и $A_{\text{МБ}}$ составляют адрес отведенного для задачи массива рабочих ячеек. $A_{\text{к}\Sigma}$ - адрес контрольной суммы записанного массива. В $A_{\text{к}\Sigma+1}$ содержится $(n-1)$ -длина записанного массива. Эта же подпрограмма заводит в таблице соответствия номера ВО номеру задачи TABLE 3 строку:

45	44	40	37	36	25	24	13	12	1
0	№ВО	1		№ задачи	0000			0007	

Если на каком-либо ВО происходит смена номера задачи, изменяется строка в TABLE 3, а в TABLE 2 изменяется адрес $A_{\text{МБ}}$ рабочего массива в том случае, если для новой задачи максимальная длина события больше, чем для предыдущей задачи.

"Начало события" - обращение к ней происходит из подпрограммы "Начало работы", если номер задачи старый. Подпрограмма обнуляет счетчики $A_{\text{к}\Sigma}$ и $A_{\text{к}\Sigma+1}$ и присваивает признак π_1 соответствующей строке TABLE 2, анализируя разряд разрешения работы геометрическим программам на КЗУ-4.

Подпрограмма "Зачеркивание трека" считывает всю информацию к данному событию с МБ, находит нужный трек и выбрасывает его, подтягивая на его место всю последующую информацию. После этого вся информация вновь записывается на МБ и формируются счетчики $A_{\text{к}\Sigma}$ и $A_{\text{к}\Sigma+1}$.

Подпрограмма "Зачеркивание кадра" работает аналогично "Зачеркиванию трека".

Подпрограмма "Зачеркивание события" обнуляет счетчики $A_{\text{к}\Sigma}$ и $A_{\text{к}\Sigma+1}$ и печатает фразу "Событие зачеркнуто".

"Конец события". При первом обращении к этой подпрограмме происходит формирование команд обмена с МЛ по информации, заданной на КЗУ-2. При повторном обращении формирование обходится, пока подпрограмма "Накопления на МЛ" не обнаружит, что МЛ вся заполнена. Накопленное событие считывается с рабочего поля. Специальная подпрограмма EVENT записывает это событие в порядке, необходимом для обработки по дальнейшим программам, расставляет необходимые признаки концов кадра, события (вообще говоря, различных для разных задач). Затем происходит обращение к блоку управления, который в зависимости от заданного режима принимает решение записать событие на МЛ или передать его программам дальнейшей обработки.

Подпрограмма "Конец работы" записывает паспорт на МЛ, печатает его, а также выдает на печатающее устройство ЭВМ фразу "Связь окончена".

2.5. Блоки сортировки и первичной обработки информации

Если очередная выбранная из ТА строка оказалась адресной строкой, то соответствующая ей информация считывается с МБ или из МОЗУ в специально отведенный массив TABLE.

По строке-шапке определяется тип массива (служебный, реперные кресты, трек) и в зависимости от типа ему присваивается соответствующий идентификатор. По этому идентификатору и номеру задачи из каталога программ контроля извлекается адрес требуемой программы, согласно которому соответствующая программа вызывается и выполняется. О результатах работы программа контролирует оператора посредством ПМ. Каталог программ контроля может содержать несколько программ с одним идентификатором. Обращение к этим программам происходит в порядке их следования по каталогу. Информация, забракованная программой по одному из критериев, по другим критериям не проверяется и на рабочем поле не накапливается.

Блок сортировки накапливает хорошо измеренные треки на рабочем поле, отведенном на МБ для каждой задачи, и осуществляет контроль за накоплением.

2.6. Блок накопления на МЛ

Программа имеет два режима работы, которые задаются на КЗУ-4. А. В первом режиме после предварительного анализа хорошо измеренное событие передается блоку накопления на МЛ. Записью события на МЛ функции программы исчерпываются.

Режим работы с МЛ задается на КЗУ-2, по которому программа настраивается один раз.

Перестройка режима происходит лишь в том случае, если МЛ будет заполнена. В этом случае на печатающее устройство ЭВМ выдается

сообщение "Сменить МЛ". Сменив ленту, оператор набирает новую информацию о ней на КЗУ-2. Программа, обнаружив изменение информации, продолжает работу уже с новой МЛ.

Вид строки КЗУ-2 с информацией о МЛ:

45	43	42	41	40	37	36	25	25	13	12	1
0	K	i	№ блока МЛ		N МЛ (в дв. дес. сист.)		№ зоны (посл.)		0000		

где $i = 0$, работа с новой лентой; $i = 1$, работа с лентой, на которой уже заполнена часть зон и требуется продолжать запись. Разряд K - индикатор изменения информации. Программа реагирует на изменение значения K как сигнал готовности МЛ к работе.

Параллельно с накоплением информации на МЛ на МБ происходит формирование паспорта к МЛ.

Каждая строка паспорта соответствует одному событию и несет информацию о номере ВО, номере задачи и номере зоны на МЛ, в которой хранится данное событие.

Первая строка паспорта содержит номер первой свободной зоны на МЛ, кроме того сама эта зона метится специальным признаком. Блок накопления контролирует качество МЛ. Плохие зоны обходятся и метятся специальным признаком. После записи события на МЛ через соответствующую ПМ выдается сообщение оператору "Событие на МЛ NK", где N - номер МЛ, а K - номер зоны на МЛ.

Б. Во втором режиме событие сохраняется в МОЗУ, на МБ или МЛ в ожидании своей очереди на полную обработку по геометрическим программам. Взаимодействие с геометрическими программами осуществляется через программу "Диспетчер", которой сообщается адрес очередного накопленного события. Событие передается в другое МОЗУ (если оно не занято), а обработка по геометрическим программам производится в моменты времени, свободные от приема и первичного анализа новой информации. Об окончании обработки и готовности принять новое событие "Диспетчер" извещает специальным флагом.

2.7. Организация первичного контроля информации

Критерии, по которым осуществляется контроль принятой информации, определяются поставленной задачей. Программа рассчитана на одновременное обслуживание нескольких задач, количество которых ограничено только вычислительной мощностью ЭВМ.

Для описания задачи требуется задание таблицы параметров, специального каталога программ контроля и набора самих программ контроля.

Таблицы могут располагаться на любом свободном месте в МОЗУ, а программы контроля - в МОЗУ или на МБ. Все номера обслуживаемых задач записываются в специальную таблицу TABLE 4, строка которой имеет вид:

45	37	36	25	24	13	12	1
0	Максим. длина события		Адрес табл. параметров		№ задачи		

Признаком конца таблицы служит нулевая строка.

Таблица параметров в первой строке содержит A_2 - адрес каталога программ контроля, во второй строке указывается признак конца кадра или нуль, если таковой в задаче не используется, в последующих строках могут размещаться любые используемые в программах контроля константы. (Одна программа контроля может использоваться в различных задачах с различными наборами констант).

Каталог программ контроля содержит строки двух типов, в зависимости от того, хранится ли программа а) в МОЗУ или б) на МБ

а)	45	43	42	37	36	25	24	13	12	1
	0	0		$A_{1\text{МОЗУ}}$	$A_{2\text{МОЗУ}}$					Идентификатор информации
б)	0	$10 + N_{\text{МБ}}$		$A_{\text{МБ}}$		$n - 1$				Идентификатор информации

- где $A_{1\text{МОЗУ}}$, $A_{2\text{МОЗУ}}$ и $A_{\text{МБ}}$ - адреса программ контроля.

2.8. Требования, предъявляемые к написанию программ контроля

Информация к программам контроля записывается в массив TABLE. Первая строка программы предназначена для команды возврата.

Программа сама должна сообщить оператору ВО о качестве информации путем обращения к подпрограмме печати. При выходе из программы контроля в младший разряд яч. 0001 необходимо записать 1, если информация удовлетворяет критериям контроля и 0 - если не удовлетворяет. Перед входом в программу контроля в ячейку 0001 блоком организации первичной обработки заносится адрес TABLE. Если программа предназначена для хранения на МБ, она должна быть написана с адреса 2000.

2.9. Параметры, зависящие от ВО

Для описания ВО (полуавтоматов) необходимо в блоке DIVXY задать три таблицы:

TBNUMB - таблица номеров полуавтоматов (N);

MUX - таблица μ_x ;

MUY - таблица μ_y ;

где μ_x и μ_y - коэффициенты преобразования координат (x, y). Соответствующие N, μ_x , μ_y имеют в своих таблицах одинаковые порядковые номера.

2.10. Об имеющихся программах контроля

Отладка и опытная эксплуатация системы производилась как в режиме накопления событий на МЛ, так и в режиме полной обработки по двум программам геометрической реконструкции для пропановой камеры.

Имеющиеся программы первичного анализа позволили осуществить следующие проверки:

1. Контроль качества измерения реперных крестов путем:

а) вычисления расстояния между крестами и сравнения его с допустимыми;

б) сравнения измеренных крестов с эталонными. На ПМ выдавалась инструкция "Перемерить кресты" с указанием причины: "Число крестов

больше заданного", "Не хватает крестов", "Кресты выходят из заданной области", "Не совпадает ориентация крестов", "Недостаточно точно измерены".

2. Контроль гладкости трека на плоскости методом наименьших квадратов, качество измерения первой точки трека, достаточно ли точек на треке.

На ПМ может выдаваться инструкция "Перемерить трек" с указанием причин:

"Выброшена первая точка", "Большой разброс точек", "Недостаточно точек".

3. Контроль непротиворечивости измерения события на различных кадрах стереопары.

Служебная информация контролируется самим оператором по мере распечатки ее на ПМ.

Специальным блоком накапливаются сведения об ошибках оператора и после рабочей смены на печатающее устройство ЭВМ выдается таблица, содержащая информацию о качестве его работы.

Возможности и перспективы системы

Отладка управляющей программы и ее опытная эксплуатация проводились в системе из пяти полуавтоматов типа ПУОС, подключенных к вычислительной машине БЭСМ-3М.

Управляющая программа размещалась в дополнительном МОЗУ (4К), использовала память на магнитных барабанах емкостью 17К и одну магнитную ленту. Кроме того, геометрические программы занимали основное МОЗУ (4К.), память на МБ емкостью 16К, а также одну МЛ. Программа параллельного счета после ввода хранилась на МБ, а для работы вызывалось в основное МОЗУ, когда оно свободно от геометрических программ.

Обмен информацией между двумя частями управляющей программы производился только через МБ (при пяти полуавтоматах в этом не было необходимости).

В период опытной эксплуатации в качестве задачи параллельного счета использовалась программа "часы", подсчитывавшая свободное время ЭВМ. В результате эксперимента получены следующие цифры:

а) В режиме накопления фильтрованной информации на МЛ пять полуавтоматов потребляли 22% общего машинного времени.

б) В режиме полной обработки по двум программам геометрической реконструкции для пропановой камеры с записью результатов на МЛ пять полуавтоматов потребляют 50% общего времени ЭВМ.

Следует заметить, что с увеличением числа полуавтоматов эти цифры растут не пропорционально, а несколько быстрее.

Количество полуавтоматов, насыщающих систему как со стороны скорости ЭВМ, так и со стороны емкости ее оперативной памяти, приблизительно одинаково.

В дальнейшем предполагается эксплуатация этой управляющей программы в системе из группы полуавтоматов с вычислительной машиной БЭСМ-4.

Благодаря наличию полного комплекта магнитных барабанов (общая емкость 64 К) и более развитой системы прерывания характеристики программы будут несколько улучшены.

В режиме накопления информации на МЛ к БЭСМ-4 можно подключить не менее 20 ПУОСов, а в режиме полной обработки (по прежним геометрическим программам) около 10.

Кроме указанных полуавтоматов или вместо части их возможно подключение просмотровых столов, работающих в системе НРД, которые требуют незначительного времени и памяти ЭВМ.

Л и т е р а т у р а

1. P.V.C.Hough and B.W.Powell. *Nuovo Cimento, Serie X*, 18, 1184-1191, August 1960.
2. *Rev. of Scientific Instr.*, 35, 1134, 1964.
3. L.W.Alvarez. *Proc. on Instr. for H.E.Phys., Stanford*, 1966.

4. D.Hodges. Proc. Conf. On Programming for F.S.D., Munich, 1967.
5. R.L.McIlwain. IEEE Trans., vol. NS-12, No. 4, August 1965.
6. В.Н. Шигаев, А. А. Шуравин. Труды IV Симпозиума по радиоэлектронике, Прага, 1966.
7. Л.П. Кишиневская и др. Изв. АН Арм. ССР, Физика, 1, 1966.
8. P.G.Davey et al. Proc.Int.Conf. on Instr. for H.E.Phys., Stanford, 1966.
9. H.R.Brugger et al. Proc. Int.Conf. on H.E.Phys., Dubna, 1964.
10. H.C.Albrecht et al. UCRL-18528, 1968.
11. В.И. Бондаренко и др. Препринт ОИЯИ 10-3426, Дубна, 1967.
12. Е.Д. Городничев и др. Труды IV Симпозиума по радиоэлектронике, Прага, 1966.

Рукопись поступила в издательский отдел

31 декабря 1968 года.