

6191
СООБЩЕНИЯ
ОБЪЕДИНЕННОГО
ИНСТИТУТА
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ

Дубна

10 - 6141



З.М. Иванченко

НАКОПЛЕНИЕ И АНАЛИЗ ИНФОРМАЦИИ
С ЦЕЛЮ КОНТРОЛЯ ПОЛУАВТОМАТИЧЕСКОЙ
ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ, РАБОТАЮЩЕЙ
НА ЛИНИИ С БЭСМ-4

ЛАБОРАТОРИЯ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ
И АВТОМАТИЗАЦИИ

1971

З.М. Иванченко

НАКОПЛЕНИЕ И АНАЛИЗ ИНФОРМАЦИИ
С ЦЕЛЬЮ КОНТРОЛЯ ПОЛУАВТОМАТИЧЕСКОЙ
ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ, РАБОТАЮЩЕЙ
НА ЛИНИИ С БЭСМ-4

**Научно-техническая
библиотека
ОИЯИ**

Иванченко З.М.

10-6141

Накопление и анализ информации с целью контроля полуавтоматической измерительной системы, работающей на линии с БЭСМ-4

Рассмотрены вопросы организации анализа информации, поступающей с полуавтоматов, с целью контроля работы оператора и измерительной аппаратуры, вопросы предварительной обработки информации, сортировки накопления.

Сообщения Объединенного института ядерных исследований
Дубна, 1971

ВВЕДЕНИЕ

Использование ЭВМ в реальном масштабе времени в процессе измерения фоновой информации позволяет избавиться от промежуточных носителей информации таких, как, например, перфолента и др. Но основным преимуществом измерительных систем, работающих на линии с ЭВМ, является возможность производить в процессе измерений достаточно сложный экспресс-анализ вводимой в машину информации, что позволяет оперативно обнаруживать и исправлять возникающие ошибки операторов или измерительной аппаратуры. Это приводит к значительному сокращению общего времени измерения (включая и перемеры) и времени, необходимого для полной обработки фоновой информации.

Весной 1970 года в ЛВТА была завершена опытная эксплуатация полуавтоматической измерительно-вычислительной системы, включающей измерительные устройства /2/ типа ПУОС и ЭВМ БЭСМ-4.

При разработке системы использовался опыт, накопленный при создании аналогичной системы /1/ на базе ЭВМ БЭСМ-3М.

Ниже будут рассматриваться вопросы организации анализа поступающей с полуавтоматов информации с целью контроля работы оператора и измерительной системы, вопросы предварительной обработки информации, сортировки и накопления. Для решения указанных задач используется программа "ПАУТИНКА".

I. Основные функции программы

Программа "ПАУТИНКА" рассчитана на одновременное обслуживание группы полуавтоматов, каждый из которых может работать со своей задачей. Задачи могут отличаться друг от друга не только по объему входной информации, но также и по характеру обработки, что позволяет одновременно накапливать информацию для различных физических экспериментов и различных пузырьковых камер.

1. Программа выполняет логические и математические проверки поступающей информации.
2. В случае обнаружения ошибки в измерительной системе (сбой ЭВМ, ошибка измерительной аппаратуры, ошибка оператора) для оператора полуавтомата готовится управляющая информация, содержащая шифр ошибки и номер массива, в котором она была обнаружена.
3. Программа проводит предварительную обработку события, расставляет служебные признаки и метки каждого элемента события (трек, реперы, проекции).
4. После окончания измерения и обработки события программа записывает информацию об измеренном событии на выходную магнитную ленту во входном формате программ пространственной реконструкции или передает на счет по геометрической программе, работающей в этой же системе.
5. В процессе измерения информации на полуавтоматах программа "ПАУТИНКА" накапливает некоторые интегральные характеристики работы системы и распечатывает их на АЦПУ в конце смены.
6. На выходной магнитной ленте хранятся события со всех полуавтоматов в порядке окончания их измерений. Для сортировки этой ленты по номерам физических экспериментов и номерам пленок служит программа сборки. Выходные ленты этой программы содержат измерения для одного эксперимента, события на ленте располагаются в порядке возрастания номеров кадров. Эти ленты являются входными для программ пространственной реконструкции.

Программа написана на автокоде /5 /, головная часть программы хранится постоянно в оперативной памяти и занимает 3500₈ кодов. Блоки контроля и обработки хранятся на магнитном барабане (объем 8К слов) и вызываются по мере необходимости в оперативную память. Вся программа работает с разрешенным прерыванием за исключением одного блока, длительность работы которого ≈ 120 мксек.

Вся программа состоит из ряда блоков, вступающих в работу по мере необходимости, в соответствии с анализом информации. В качестве основных блоков можно выделить следующие: блок управления, интерпретатор команд и исполнительные блоки, блок организации контроля, блок сортировки, блок накопления информации на числовой магнитной ленте, блоки контроля и предварительной обработки информации, блок получения некоторых статистических характеристик. Упрощенная блок-схема программы приведена на рисунке 1.

2. Динамика работы программы

Входная информация для программы "ПАУТИНКА" готовится программой приема ¹⁷¹ и должна быть записана в определенном формате. По мере окончания измерения каждого трека (реперов) программа приема записывает на специальный буфер (ЛБ) принимаемую со всех полуавтоматов информацию в виде массивов следующей структуры: заголовок к массиву и координатные коды полуавтомата. Заголовок массива содержит информацию о длине принятого массива, номере его и номере полуавтомата. Параллельно с накоплением измеренной информации на буфере формируется таблица адресов, содержащая адреса массивов в буфере. Кроме адресных строк в таблицу адресов записываются приказы от оператора полуавтомата (подробнее об этих приказах см. парагр. 5.1). В первой строке программа приема записывает количество сформированных в таблице адресов строк, а во второй строке программа "ПАУТИНКА" отмечает количество проанализированных строк из таблицы адресов.

Работа программы "ПАУТИНКА" начинается с выборки и анализа строки таблицы адресов. Если это строка-приказ, вызывается блок интерпретатор приказов. Приказ расшифровывается и управление передается соответствующему исполнительному блоку.

Как только выбирается адресная строка из таблицы адресов, соответствующая ей информация считывается с входного буферного массива, определяется тип информации (служебная информация, реперы, трек) и присваивается ей соответствующий идентификатор. По номеру задачи в оперативную память машины вызывается таблица параметров для этой задачи. С использованием идентификатора массива по таблице параметров задачи формируется программа обработки этого массива, состоящая из набора стандартных блоков, и происходит передача управления на эту программу. О качестве измерения каждого элемента события оператор полуавтомата информируется посредством светового табло.^{12/}

Хорошо измеренные элементы события накапливаются на буфере, отведенном на МБ для каждого полуавтомата. Блок сортировки осуществляет контроль за накоплением. Как только процесс измерения события оканчивается, оно считывается с буфера, контролируется, расставляются служебные признаки и метки отдельных элементов события, определяемые номером задачи. Хорошо измеренное событие записывается на магнитную ленту или передается для обсчета по геометрическим программам.

После выполнения очередного приказа оператора или по окончании обработки информации блоками контроля и накопления ее на буфере управление всегда передается на блок выборки и анализа очередной строки таблицы адресов.

Если все строки таблицы адресов проанализированы, блок управления в зависимости от режима работы программы либо готовит информацию для обсчета по геометрической программе, либо, запоминая состояние программы, передаст управление одному из блоков диспетчера^{11/}, что означает "делать программе нечего".

3. Контроль измерительной системы

3.1. Организация контроля

Порядок обработки данных, структура программ и используемые алгоритмы определяются изучаемым физическим процессом и объемом поступающей информации. Программа не накладывает ограничений на типы событий, физические эксперименты и пузырьковые камеры. Единственное ограничение - длина события не более 2730₈ кодов - связано с недостатком памяти машины. Но события большей длины можно измерять по частям (по проекциям), вводя признаки продолжения. Программа рассчитана на одновременное обслуживание нескольких различных задач. Для организации контроля информации в программе формируются следующие информационные массивы:

- а) каталог задач,
- б) таблицы параметров задач,
- в) каталог программ контроля.

Каталог задач и таблицы параметров задач хранятся на системной магнитной ленте. Для редактирования каталога задач и записи параметров на ленту имеется специальная программа РЕКЗ. Таблица параметров задачи - это набор констант, служебных признаков, необходимых для контроля и предварительной обработки события, перечень номеров программ контроля для каждого элемента события. Для подключения новой задачи необходимо составить в требуемом формате таблицу параметров и, пользуясь программой РЕКЗ, расширить имеющийся уже каталог задач. Каталог программ контроля содержит информацию о логическом номере (названии) программы контроля и адресе ее местоположения. На МБ хранятся программы контроля и обработки, частота обращения к которым - I раз на проекцию или событие. Для каждого элемента события контроль и обработка допускается по четырем программам. Информация, забракованная по одному из критериев, по остальным критериям не проверяется и не накапливается. Программа работает с модифицированной системой ИС-2, хранящейся на системной ленте. Для большинства программ, которые входят в библиотеку системы, используется метод статической загрузки программ, что значительно сокращает время обработки, так как в процессе загрузки программы происходит только считывание и передача управления на начало программы. Библиотека программ конт-

роля хранится на системной ленте и записывается на МБ в начале работы системы. Для формирования ее и редактирования имеется специальная программа "ПРЕЛИС". Программа "РЕКЗ" и "ПРЕЛИС" представляют собой удобный аппарат для редактирования информационных массивов и библиотеки программы контроля, который позволяет расширять систему, изменять отдельные функциональные блоки, не изменяя при этом основных структурных компонент программы.

3.2. Блоки контроля и первичной обработки

3.2.1. Контроль служебной информации

Измерению события предшествует передача в ЭВМ служебной информации к событию. В массиве служебной информации содержится порядковый номер события, логический номер события (номер опыта + номер кадра + номер фотопленки), номер эксперимента, характеристики топологии события и т.д. Длина массива и величины элементов массива служебной информации должны удовлетворять соотношениям:

$$N_{min} \leq N \leq N_{max}$$

$$n_{i min} \leq n_i \leq n_{i max} \quad (i = 1, 2, 3)$$

При невыполнении одного из этих условий массив служебной информации вычеркивается и выдается диагностика оператору измерительного прибора.

3.2.2. Контроль правильности измерения реперных крестов

Координаты реперных крестов, измеренные на полуавтомате, специальным блоком декодировки преобразуются в нормализованные двоичные числа и умножаются на цену деления полуавтомата. Для контроля правильности измерения реперов используются эталонные кресты в оптической системе координат. По стандартной программе вычисляются методом наименьших квадратов параметры преобразований координат треков (параллельный перенос, поворот) из координат измерительного прибора в систему координат кадра, а также коэффициенты усадки пленки в двух взаимноперпендикулярных направлениях. В результате работы программа выдает величины:

$$\Phi_{min}, s_x, s_y, s'_x, s'_y, \varphi, \lambda_x, \lambda_y,$$

$$\left. \begin{aligned} t_x &= s_x - s'_x \\ t_y &= s_y - s'_y \end{aligned} \right\} \begin{array}{l} \text{компоненты вектора параллельного} \\ \text{переноса.} \end{array}$$

φ - угол поворота

λ_x, λ_y - компоненты вектора, выражающего величину деформации пленки.

$$\Phi = \sum_{i=1}^N P_i \left\{ \left[\lambda_x (x_i - s_x) - (x'_i + t_x - s_x) \cos \varphi + (y'_i + t_y - s_y) \sin \varphi \right]^2 + \left[\lambda_y (y_i - s_y) - (x'_i + t_x - s_x) \sin \varphi - (y'_i + t_y - s_y) \cos \varphi \right]^2 \right\},$$

где

P_i - веса,

(x', y') - система координат прибора,

(x, y) - система координат кадра,

N - количество реперных крестов.

К измерениям реперных крестов предъявляются требования:

а) количество измеренных реперных крестов должно быть ≥ 3 .

б) номер проекции (номер реперов) должен лежать в допустимых пределах для каждой задачи.

в) количество измеренных реперных крестов должно совпадать с количеством эталонных крестов для требуемой проекции.

г) качество измерения реперных крестов оценивается по соотношению

$$\frac{1}{2N-5} \Phi_{min} < \epsilon_{кр}.$$

д) анализируются знаки коэффициентов усадки пленки. Отрицательное значение произведения $\lambda_x \cdot \lambda_y$ является результатом ошибки, допущенной при измерении реперов или несоответствия порядка эталонных и измеренных реперных крестов.

3.2.3. Контроль качества измерения отдельного трека

а) Треки, для которых измерено меньше 5 точек, не контролируются.

Не контролируются также короткие треки, у которых длина

$$l = \sqrt{(x_i - x_n)^2 + (y_i - y_n)^2} \leq l_{к.тр.}, \quad \text{где}$$

(x_i, y_i) - первая точка трека,

(x_n, y_n) - последняя точка трека,

$l_{к.тр.}$ - константа-оценка длины короткого трека.

б) Исключаются совпадающие координатные пары. Если выброшенных пар координат оказывается более чем одна, трек бракуется.

в) Для длинного трека проверяется критерий гладкости. Координаты трека переводятся в нормализованные двоичные числа и умножаются

на цену деления полуавтомата. Далее происходит переход из системы координат измерительного прибора в систему координат, началом которой является центр тяжести точек трека, а ось OX выбирается таким образом, чтобы сумма квадратов точек трека до нее была наименьшей. Используется стандартная программа^{3/} выброса точек по кривой 4-го порядка. Вначале выбрасываются наиболее удаленные точки. Такими считаются точки (x_i, y_i) , для которых

$$\sigma = \frac{n(x_i^2 + y_i^2)}{10[\sum_{k=1}^n (x_k^2 + y_k^2) - (x_i^2 + y_i^2)]} \gg 1, \quad \text{где}$$

n - число точек трека.

После исключения всех удаленных точек методом наименьших квадратов вычисляются коэффициенты кривой четвертого порядка:

$$f(x) = ax^4 + bx^3 + cx^2 + dx + e,$$

аппроксимирующей трек.

Оценивается величина

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (y_i - f(x_i))^2}{n-5}}$$

При $|\sigma| > |\varepsilon|$ гладк. | происходит выброс точки (x, y) , для которой $|y_i - f(x_i)| = \max |y_i - f(x_i)|$.

Разрешен выброс не более 2-х точек. Если "плохих" точек оказывается больше, трек бракуется. Накапливаются только хорошо измеренные точки.

г) Проверяется качество измерения первой точки трека. Если первая точка трека (вершина) при сглаживании выбрасывается, трек бракуется.

д) Трек, имеющий точку излома, для контроля разбивается на 2 сегмента, каждый из которых проверяется приведенным выше способом. После проверки каждого сегмента на гладкость, оба сегмента сшиваются, точка излома сохраняется на нужном месте.

3.2.4. Контроль особого трека

Для некоторых задач характерные точки события (вершина, излом, остановка и т.д.) измеряются в конце каждой проекции. Измеряются они в определенном формате и являются для программы особым треком. Оператор, работающий за полуавтоматом, измеряя этот трек, должен присвоить ему специальный признак. Осуществляется логический контроль за форматом этого трека. Контролируется последовательность слов и длина каждого слова в этом треке.

3.2.5. Контроль измерения события

В конце измерения каждого события делается ряд проверок:

- а) выполнены ли измерения реперов для каждой проекции;
- б) нет ли одинаковых номеров треков в событии;
- в) есть ли измерения характерных точек, когда этого требует задача;
- г) проверяется, измерен ли каждый трек не менее, чем на двух проекциях.

3.2.6. Программный контроль работы ЭВМ

В программе предусмотрен также контроль некоторых узлов ЭВМ. В ряде случаев предусмотрены меры по уменьшению влияния случайных сбоев. При этом используются логические возможности, заложенные в серийных вычислительных машинах, а также результаты разработок, осуществленных инженерами ЛВТА. В основном это относится к организации обмена между накопителями.

3.2.7. Служебные признаки в событии

Когда измеренное событие удовлетворяет всем критериям, оно подвергается обработке по программе, осуществляющей нумерацию треков и проекций (если этого требует задача), расстановку служебных признаков (концы треков, проекций и т.д.). Эти признаки могут быть различными для различных задач. Для некоторых задач (например, когда дальнейшая обработка проводится по программе 1-3) производится упорядочивание треков. Треки и проекции располагаются в порядке возрастания номеров. Собранные и укомплектованные служебными признаками событие дополняется комментариями. Это 10 слов, содержащие информацию о качестве и количестве обнаруженных в процессе измерения ошибок, а также номера отдельных элементов события, которые по приказу оператора полуавтомата не контролировались.

3.2.8. Вычисление коэффициентов перехода в оптическую систему координат

Имеется программа, которая контролирует правильность измерения реперных крестов и вычисляет коэффициенты преобразования из системы измерительного полуавтомата в оптическую систему координат. Эти коэффициенты накапливаются вместе с измерениями события и используются

ся программой "ГЕОМ-7"^{1/6*} для дальнейшей обработки события.

4. Накопление информации

4.1. Режим работы

Программа имеет два основных режима работы.

Режим 1, когда обработка по программам геометрической реконструкции разделена во времени с процессом измерения и накопления информации. События, удовлетворяющие всем критериям, накапливаются на числовой магнитной ленте (МЛ).

Режим 2, когда процесс обработки по геометрическим программам не разделен во времени с процессом измерения и накопления. Результаты работы геометрической программы накапливаются на магнитной ленте. Измерения событий, обработанных по геометрической программе, на МЛ не накапливаются. Если процесс измерения опережает процесс последующей обработки, часть событий, которые не успевают обрабатываться по геометрическим программам, накапливаются на МЛ. Имеется "разравнивающий" буфер (массив ячеек на МБ), на котором запоминается событие, если оно сразу же не может быть обработано по геометрическим программам. Длина этого буфера - 1 событие. Если буфер занят, событие записывается на МЛ. Режим работы для каждой задачи указывает оператор полуавтомата.

4.2. Формат информации на выходной числовой магнитной ленте (МЛ)

Принимаемая со всех полуавтоматов информация накапливается на числовой магнитной ленте. Для организации накопления на КЗУ должна быть указана необходимая информация о ленте. События накапливаются по одному в зоне в порядке окончания измерения каждого события.

Параллельно с накоплением информации на МЛ происходит формирование каталога событий, записанных на этой ленте. Каталог накапливается строка за строкой на МБ и в конце работы системы или в случае заполнения всей магнитной ленты записывается в зону I и печатается на ЦПМ. Первая строка паспорта содержит номер первой свободной зоны на ленте. Если в процессе накопления встречается дефектный участок МЛ, соответствующие зоны обходятся и отмечаются в каталоге. Обмен ведется с контролем массивами одинаковой длины. В процессе накопления при соответствующем наборе ключей КЗУ на ЦПМ может печататься полный каталог событий записанных на магнитной ленте. Каждому событию в каталоге соответствует две строки, содержащие информацию о

номере полуавтомата, дате измерения, номере задачи, номере зоны МЛІ и логическом номере события. Для сортировки информации, накопленной на числовой магнитной ленте, имеется специальная программа сборки, которая с нескольких числовых лент отбирает события, относящиеся к одной пленке и одной задаче и накапливает отобранные события на МЛ БЭСМ-4 или МЛ СДС в порядке возрастания номеров событий. Эти ленты могут быть входными для программ геометрической реконструкции.

Движение информации в системе, организация работы системы показаны на рисунке 2.

5. Общение с оператором, работающим за пультом полуавтомата

5.1. Команды от оператора и блоки, исполняющие их.

Список приказов, которые оператор может послать программе, приведен в таблице 3. Для каждого из приказов имеется свой исполнительный блок. Ниже мы кратко рассмотрим функции этих блоков.

Начиная работу, оператор полуавтомата посылает команду "начало работы". По этой команде происходит включение полуавтомата в систему. Блок *ВЕРИРА* (исполнительный блок, соответствующий этому приказу) отводит буфер для накопления некоторых интегральных характеристик работы этого полуавтомата.

Следующая команда, которую должен послать оператор, — "номер задачи". В информационной части этой команды оператор сообщает номер физического эксперимента, для которого будет измеряться информация на этом полуавтомате и режим работы для этой задачи. Этот приказ блоком *EXPNB* выполняется. Если заявка на номер задачи поступила впервые, то по номеру задачи из каталога задач выбирается адрес таблицы параметров задачи на системной ленте. Параметры считываются с ленты и записываются на МБ. Предусмотрен режим ввода параметров задачи с перфокарт.

Для каждого нового полуавтомата отводится буфер на магнитном барабане для накопления информации. Размер буфера зависит от физического эксперимента, для которого будет измеряться информация. Если на полуавтомате меняется задача, память на общем буфере перераспределяется. Длина общего буфера для накопления информации со всех полуавтоматов 4096 x 3 кодов. Завершается работа блока формированием строк в информационных массивах, обеспечивающих быстрый поиск адреса буфера для накопления и таблицы параметров задачи,

контрольных слов (K_{Σ} и длина накопленного события) для каждого полуавтомата. В процессе работы информация, относящаяся к различным элементам события, может быть отредактирована по инициативе оператора полуавтомата. Для этого используются, в частности, следующие команды зачеркивания информации.

ERTRK - зачеркивание трека. В информационной части команды оператор указывает номер трека. Зачеркивать можно любой трек ранее измеренной или текущей проекции измеряемого события. В накопленном массиве информации отыскивается и стирается нужный подмассив, соответствующий указанному треку, затем происходит перемещение оставшихся подмассивов. Работа блока оканчивается после вычисления контрольной суммы и длины результирующего массива.

ERVIEW - зачеркивание проекции. Блок зачеркивания проекции работает аналогично предыдущему блоку. Зачеркивается текущая или любая измеренная ранее проекция.

EREVN - зачеркивание события. Разрешается зачеркивать только текущее событие. Корректируются контрольные слова массива информации полуавтомата, с которого получена эта команда, очищается буфер для накопления комментариев к событию.

Процесс измерения события оператор оканчивает, посылая команду "конец события".

ENDEVN - блок, реализующий эту команду. Событие считывается с соответствующего буфера, организуется контроль, обработка и запись хорошо измеренного события на магнитную ленту. Буфер готовится для приема нового события.

В конце смены оператор посылает команду "конец работы" с указанием своего шифра в информационной части команды. Исполняет эту команду блок *ENDWPA*. По номеру полуавтомата с соответствующего буфера считываются зарегистрированные ошибки оператора или измерительной аппаратуры и распечатываются на широкоформатном печатающем устройстве.

Когда окончат работу все полуавтоматы или будет включен соответствующий ключ КЗУ, работает блок *ENDW*, который записывает каталог событий на числовую ленту и распечатывает его. На ЦПМ печатается фраза "СВЯЗЬ ОКОНЧЕНА".

При одновременной работе программ пространственной реконструкции с программами приема и контроля информации имеется возможность проводить полный контроль (на плоскости и в пространстве) за качеством измерения события.

Подпрограмма *MSTGM* накапливает информацию об ошибках, обнаруженных на уровне программ пространственной реконструкции.

5.2. Сообщения оператору полуавтомата

Используя имеющийся набор подпрограмм, "ПАУТИНКА" может оперативно обнаружить и информировать оператора о допущенной им ошибке или сбое аппаратуры. Бывают ситуации, когда оператор не может работать из-за недостатка буфера для накопления (работает много полуавтоматов) или программа не знакома с заявляемым оператором номером физического эксперимента. В этом случае на световом табло высвечивается фраза "СТОП i ", где i - логический номер предупреждения.

Список ошибок, обнаруживаемых программами в измерительной системе, и список предупреждений оператору приведен в таблице I.

6. Диалог с оператором ЭВМ

В программе предусмотрены сбои в работе системы, не устранимые в автоматическом режиме. Об этих сбоях и о ситуациях, когда необходимо вмешательство оператора (например, окончилась магнитная лента для накопления, не отыскивается нужна программа контроля и др.) для дальнейшей работы системы, программа информирует оператора посредством некоторых программных остановов или распечатывая соответствующие указания на ЦПМ. Используя клавиши КЗУ, оператор может продолжить работу системы, отключить от системы некоторые блоки или включить дополнительно, если этого требуют обстоятельства. Клавиши и возможные остановки описаны в руководстве для работы с системой.

Заключение

В феврале-марте 1970 года совместно с группами Е.С.Кузнецовой и Р.М.Лебедева проводилась опытная эксплуатация измерительно-вычислительного комплекса "Полуавтоматы на линии с БЭСМ-4". Измерялись 4-лучевые π -р взаимодействия на фотографиях с метровой водородной камеры при импульсе 5 Гэв/с. Измеренные события (≈ 2500 треков) были пропущены через всю цепочку программ обработки *PRIT - THRESH - GRIND - AUTOGRIND*. Число событий, в которых были обнаружены ошибки, составляет $\approx 7\%$. Это ошибки на отдельных треках типа 4005, 4008, 100, 1100. Производительность одного полуавтомата при работе оператора 2,5 часа составляла 70-75 треков.

С сентября 1970 года система находится в производственной эксплуатации. Программа используется для обработки результатов обмера фотографий со всех действующих в ОИЯИ пузырьковых камер. Подключено около 20 задач, отличающихся объемом измеряемой информации, различными константами, алгоритмами контроля. Проводится полный контроль на плоскости, что приводит к сокращению времени обработки каждого элемента события и сокращению всего цикла обработки фильмовой информации. Движение информации в системе изображено на рис. 2. На рис.3 графически показана доля свободного времени центрального процессора при работе 8-12 полуавтоматов. При этом информация хотя бы с одного полуавтомата обрабатывалась по программе пространственной реконструкции с выходом на отдельную магнитную ленту.

Производительность одного полуавтомата повысилась в 1,5-2 раза. При этом значительно сократилась доля перемеров. На таблице 2 приведен перечень ошибок, обнаруженных программами контроля. При работе с бумажной перфолентой эти события были бы возвращены на перемер по указанным причинам.

Необходимо отметить также, что использование системы позволяет сокращать сроки определения различных параметров, таких, например, как положение центра группирования и меру разброса при измерении

реперных точек, меру разброса при измерении треков и т.д.

Эксплуатация системы показала, что при хорошо налаженной работе вычислительной машины система может работать без оператора ЭВМ в течение ≈ 6 -ти часов.

Дальнейшее развитие системы предполагается проводить по пути расширения набора блоков контроля с целью сокращения количества отказов в программах дальнейшей обработки. Для этого имеется резерв таких ресурсов ЭВМ, как время центрального процессора (рис.3) и вторичная память.

В заключение автор выражает благодарность Н.Н.Говоруну за постоянный интерес к работе, Р.М.Лебедеву за полезные обсуждения, Е.С.Кузнецовой и всей ее группе за помощь в процессе отладки системы.

ЛИТЕРАТУРА

1. З.М.Иванченко и др. ОИЯИ, IO-4879, Дубна, 1970.
2. В.В.Ермолаев и др. ОИЯИ, IO-5973, Дубна, 1971.
3. Л.И.Лепилова, В.Фришева. ОИЯИ, БI-IO-3533, Дубна, 1967.
4. В.А.Загинайко, В.Н.Шигаев. ОИЯИ, 2527, Дубна, 1965.
5. В.А.Загинайко, И.Н.Силин. ОИЯИ, БI-II-45I4, Дубна, 1968.
6. Н.Ф.Маркова и др. ОИЯИ, БI-IO-5642, Дубна, 1971.
7. Р.В.Малышев. ОИЯИ, БI-IO-6I35, Дубна, 1971.

Таблица I. Список ошибок, обнаруживаемых программами контроля.

Номер ошибки	Причина ошибки	Требуемое действие оператора
1	Ошибка в номере проекции	Сообщить новую информацию к проекции
3	Измерено неправильное количество реперов.	Перемерить реперы.
4	Ошибка в измерении реперов (неточно измерены).	Перемерить реперы.
5	Коэффициенты усадки пленки разных знаков (грубая ошибка в измерении; несоответствие порядка эталонных и измеренных реперов).	Перемерить реперы.
6	Недопустимый разброс точек на треке	Перемерить трек
7	При сглаживании трека выброшена его первая точка	Перемерить трек
8	В процессе сглаживания трека выброшено больше 2-х точек	Перемерить трек
9	Осталось меньше 2-х проекций трека; повторяются номера треков; нет реперов	Перемерить событие
10	Нет параметров для указанного номера задачи	Повторить операцию, указанную на табло
11	Длина измеренного события больше допустимой	Перемерить событие
12	Ошибка в формате служебной информации к событиям	Повторить служебную информацию.
14	Обнаружено больше 2-х тождественных пар координат	Перемерить трек
15	Сбой ЭВМ при обмене с внешними накопителями	Перемерить трек, событие
17	Ошибка в формате измерения характерных точек	Перемерить характерные точки

Предупреждения оператору ("СТОП I")

	Причина	Действие оператора за полуавтоматом	Действие оператора на ЭВМ
1	Нет таблицы параметров задачи: а) не считывается с МЛ; б) сбой при записи на МБ.	На всех полуавтоматах начать работу с команды включения.	Попытаться обновить программу с другого участка МЛ
	в) Неправильная КЭ при вводе параметров с ЧУ.	Повторить команду начала работы.	Получить новую КЭ
	г) Не включен ключ разрешения ввода параметров с ЧУ.	Сообщить об этом оператору на ЭВМ. Повторить команду К7.	Включить ключ К1.
3	На рабочем поле МБ нет места для накопления информации с этого полуавтомата.	Работа полуавтомата невозможна без отключения других полуавтоматов.	

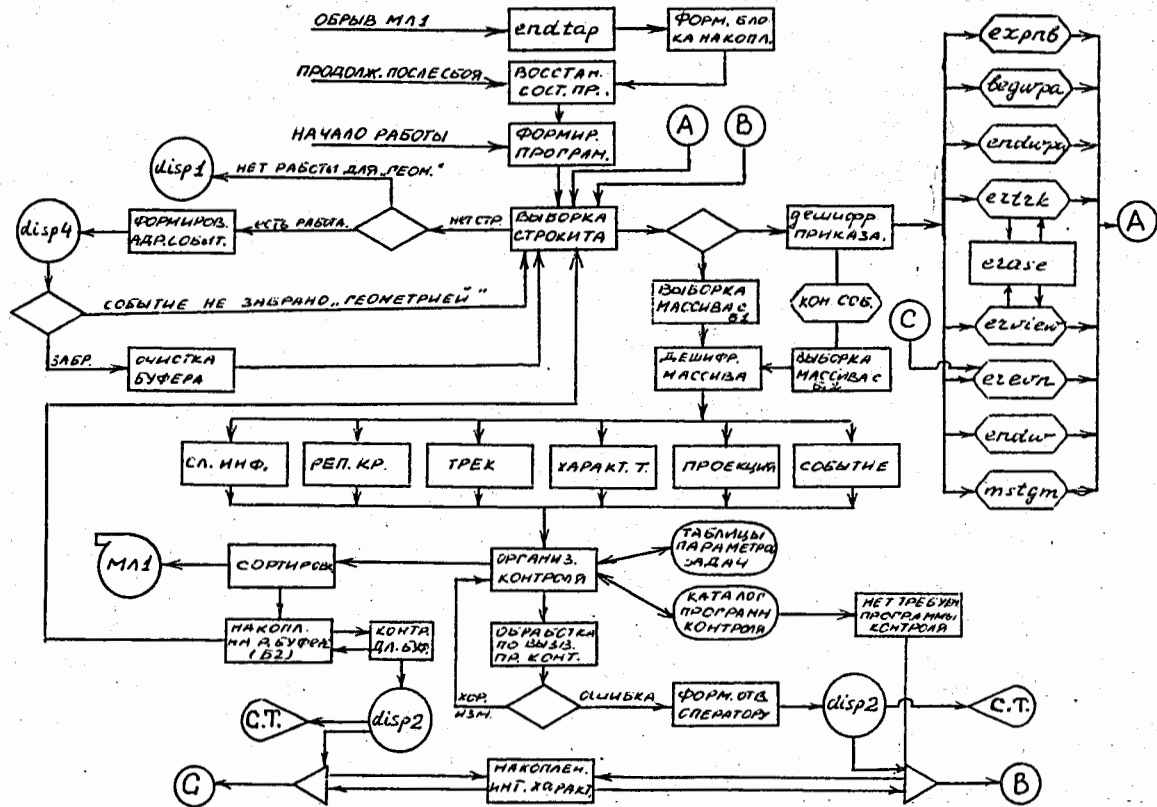


Рис. 1. Упрощенная блок-схема программы.

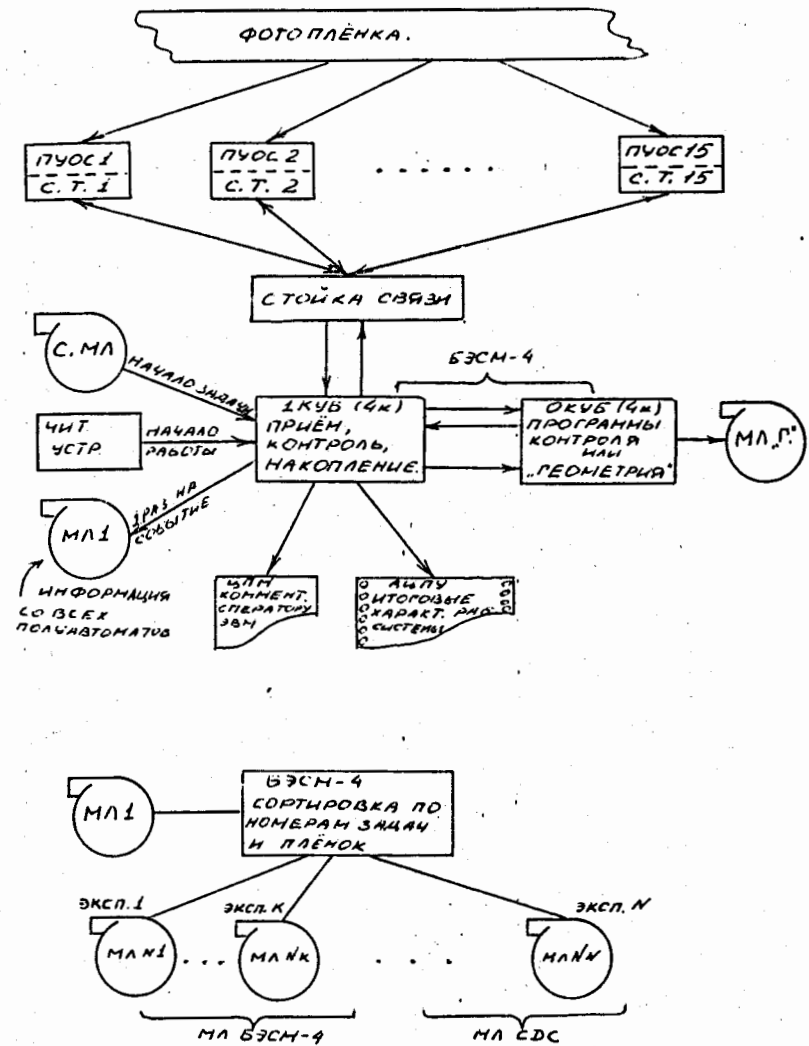


Рис. 2. Движение информации в системе.

Камера	Число событий	Число треков	Перемеры реперов	Перемеры треков	Перемеры сл. инф.	Перемеры событий	Перемеры характ. точек	Сбои ЭВМ при обмене с ВЗУ
I-метр. водород.	992	423I	179	18	56	32	60	5
I-метр. пропан.	487	3065	186	204	1	42	-	7
2-метр. пропан.	445	186I	112	414	61	16	-	18

Таблица 2. Таблица ошибок, обнаруженных программами контроля.

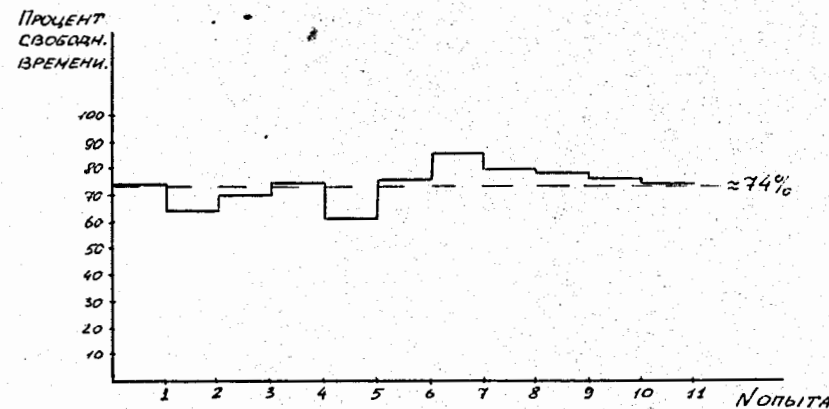


Рис. 3. Доля свободного времени центрального процессора.

Таблица 3. Информация от оператора полуавтомата

1. Координаты точки трека

45	43	40	39	21	20	17	16	1
	Номер ПУОСа		<i>y</i> -координата					<i>x</i> -координата

2. Команды оператора

45	43	40	37	36	25	24	13	12	1	Примечание
	№ п/а		I	№ эксп.	-			0007		Начало нового эксперимента
	№ п/а		I	-	-			0012		Включение п/а в систему
	№ п/а		I	шифр опер.	-			0011		Конец работы п/а
			I	-	-			0031		Конец работы системы
	№ п/а		I	I	K			0004		Зачеркнуть трек I проекции K
	№ п/а		I	-	K			0005		Зачеркнуть проекцию K
	№ п/а		I	-	-			0006		Зачеркнуть текущее событие
	№ п/а		I	-	-			0002		Конец измерения события