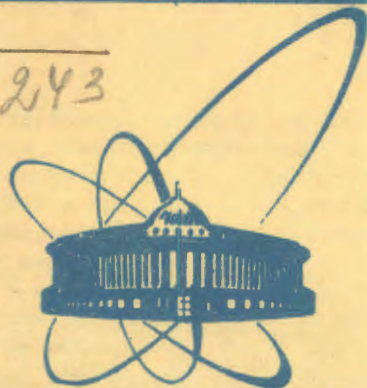


Б-243



сообщения
объединенного
института
ядерных
исследований
дубна

4681/2-81

14/11-81

P10-81-373

М.К.Баранчук, Л.М.Крюкова, Э.Д.Лапчик,
Б.П.Наумов, Г.П.Стук, Л.В.Тутьшкина,
В.Н.Шкунденков

АЛГОРИТМЫ УПРАВЛЕНИЯ
СКАНИРУЮЩИМ АВТОМАТОМ АЭЛТ-2/160

Часть 2

1981

Настоящее сообщение является продолжением работы^{1/}, в которой описан аппаратный состав автомата, приведены команды управления и связи и алгоритмы обмена между управляющей ЭВМ БЭСМ-4 и следующими устройствами: функциональной клавиатурой, видеосилителем, дисплеем-монитором, дисплеем-лупой с магнитным барабаном.

В предлагаемой работе описывается порядок управления процессом сканирования на автомате АЭЛТ-2/160, приводятся алгоритмы обмена между управляющей ЭВМ БЭСМ-4 и устройством управления лентопротяжным механизмом, показывается назначение транспаранта и организация работы с дисплеем ВТ-340, входящим в состав АЭЛТ-2/160.

§1. УСТРОЙСТВО УПРАВЛЕНИЯ ЛЕНТОПРЯЖНЫМ МЕХАНИЗМОМ

На автомате АЭЛТ-2/160 одновременно могут обрабатываться два 35-миллиметровых фильма. Программное управление передвижением фильмов осуществляется с помощью ЭВМ БЭСМ-4 через устройство управления лентопротяжным механизмом.

Конструкция автомата дает возможность производить замену лентопротяжных механизмов /ЛПМ/, что необходимо при смене форматов обрабатываемых фильмов.

Имеется два режима управления ЛПМ: автономное и программное.

Автономное управление ЛПМ

Автономное управление протяжкой фильмов введено для того, чтобы время, затрачиваемое на протяжку, использовать для загрузки ЭВМ другой /фоновой/ задачей.

Переход к автономному управлению протяжкой происходит при включенном световом выводе и зажатой 12 клавише функциональной клавиатуры. Выбор фильма осуществляется с помощью 11-й и 13-й клавиш функциональной клавиатуры:

11-я клавиша - первый /нижний/ фильм;

13-я клавиша - второй /верхний/ фильм.

Фильм приводится в движение поворотом управляющего штурвала в ту или другую сторону от средней точки. Направление вращения штурвала определяет направление движения фильма. Скорость движения фильма пропорциональна углу поворота штурвала. Приводиться в движение оба фильма могут одновременно,

но из-за разницы в регулировке механизма, из-за различного количества пленки на кассетах скорости движения фильмов будут разными. Для выравнивания скоростей движения фильмов в правой части пульта управления имеется ручка дополнительной регулировки скорости движения первого фильма /регулировка действует только при движении фильма вперед/.

Программное управление лентопротяжным механизмом

Для программного управления лентопротяжным механизмом используется 36-разрядный регистр ЛПМ. Номера разрядов регистра ЛПМ совпадают с номерами разрядов машинного слова. С помощью этого же регистра происходит управление световым выводом и механизмом фиксации фильмов /прижимным стеклом/. Для управления протяжкой двух 35-миллиметровых фильмов служат первые 16 разрядов регистра. Остальные разряды могут быть использованы для управления протяжкой фильмов другого формата.

Устройство управления ЛПМ допускает двусторонний обмен информацией с ЭВМ, поэтому работа с ним должна происходить циклами "выдача-прием" по одному управляющему слову. С помощью приема кода с регистра ЛПМ проверяется правильность занесения управляющего слова на регистр.

Занесение кодов на регистр ЛПМ - парафазное /во избежание обнуления регистра перед приемом нового кода/. В таблице приведены значения каждого из 16 разрядов регистра ЛПМ.

Таблица

1-й разряд	-	пуск моторов 1 фильма вперед медленно
2-й разряд	-	пуск моторов 1 фильма вперед быстро
3-й разряд	-	пуск моторов 1 фильма назад медленно
4-й разряд	-	пуск моторов 1 фильма назад быстро
5-й разряд	-	пуск моторов 2 фильма вперед медленно
6-й разряд	-	пуск моторов 2 фильма вперед быстро
7-й разряд	-	пуск моторов 2 фильма назад медленно
8-й разряд	-	пуск моторов 2 фильма назад быстро
9-й разряд	-	ручная протяжка 1 фильма вперед
10-й разряд	-	ручная протяжка 1 фильма назад
11-й разряд	-	ручная протяжка 2 фильма вперед
12-й разряд	-	ручная протяжка 2 фильма назад
13-й разряд	-	прижать стекло
14-й разряд	-	включить световой вывод
15-й разряд	-	растормозить моторы 1 фильма
16-й разряд	-	растормозить моторы 2 фильма

Первым считается фильм, проекция которого на просмотрном столе - нижняя. Направление движения вперед - движение слева направо.

Конкретное значение скоростей "быстрой" и "медленной" зависит от регулировки механизмов лентопротяжки.

Ручная протяжка означает, что ось кассет фильмов соединяется с осью штурвала, находящегося сбоку от оператора, при повороте штурвала один из фильмов перемещается в ту или другую сторону в зависимости от значений 9-, 10-, 11-, 12-го разрядов регистра ЛПМ.

Исходное состояние регистра ЛПМ - нули во всех разрядах. Это значит: моторы стоят и заторможены, световой вывод отключен, фильмы не фиксированы /стекло не прижато/, ручная протяжка отключена.

Для исключения аварийных ситуаций в работе моторов ЛПМ после выдачи на регистр ЛПМ управляющего слова необходимо произвести программный контроль, то есть принять в ЭВМ с регистра ЛПМ управляющее слово и сравнить его с выданным.

При работе с лентопротяжным механизмом необходимо учитывать следующие ограничения:

- перед любым движением фильмов следует отжать стекло, т.е. выдать команду с обнулением 13-го разряда с последующей задержкой не менее 0,2 с на срабатывание автоматики;

- команде "пуск моторов" в любом направлении и с любой скоростью должна предшествовать команда "растормозить моторы" выбранного фильма с последующей задержкой не менее 0,2 с на срабатывание автоматики;

- после выдачи команды включения и выключения светового вывода также необходимо организовать задержку ~1,5 с на срабатывание. После выполнения этих команд необходимо восстановить состояние блока управления отклонением светового пятна, которое может измениться от наводок при включении моторов поворота стекла светового вывода. Исходное состояние регистров отклонения луча - единица в старших разрядах X и Y и нули в остальных, т.е. луч находится в центре экрана ЭЛТ ("parking");

- при переходе к ручной протяжке /управляющие разряды 9-, 10-, 11-, 12-й/ единица может заноситься только в один из этих разрядов, соответственно в других в это время должны быть нули;
- пуск моторов одного и того же фильма в разных направлениях недопустим;

- пуск моторов при включенной ручной протяжке недопустим;
- пуск моторов "медленно" и "быстро" в одном направлении одновременно приведет к сложению скоростей - это недопустимо;

- перед началом сканирования фильмов следует остановить моторы, затормозить их, выключить световой вывод и прижать стекло /зафиксировать фильмы/; все эти команды объединяются

в одно управляющее слово, которое выдается с контролем в регистр ЛПМ с последующей задержкой и обращением к программе "PARK";

Так как занесение кода на регистр ЛПМ парафазное, то при выполнении каждой новой команды необходимо заносить и те разряды, значение которых надо сохранить.

Рассмотрим такой пример:

Первое управляющее слово в кодах ЭВМ БЭСМ-4

000 0000 0016 0000

- "1" в 15-м и 16-м разрядах - моторы 1-го и 2-го фильмов растормозить;

- "0" в 13-м разряде - стекло отжать;

- "1" в 14-м разряде - оптический вывод включить.

Второе управляющее слово /через 0,2 с/

000 0000 0016 0021

- "1" в 1-м и 5-м разрядах - перемещение 1-го и 2-го фильмов вперед медленно;

- "1" в 15-м и 16-м разрядах - моторы 1-го и 2-го фильмов растормозить;

- "0" в 13-м разряде - стекло отжать;

- "1" в 14-м разряде - оптический вывод включить.

Как видим, эти два управляющих слова отличаются только движением фильмов, все остальные действия повторяются. Если эти действия не повторять, то может возникнуть аварийная ситуация.

Обращение к ЛПМ в командах ЭВМ БЭСМ-4 выглядит следующим образом:

050	0000	0000	0014	выборка ЛПМ
000	0000	0000	0000	
P50	0005	0000	Ayc	выдача управляющего слова
P70	Ayc	Ac6	0000	на регистр ЛПМ
P50	0001	0000	SW	прием кода с регистра ЛПМ
P50	SW	Ac6	0000	

После этого выданное слово и принятое сравниваются. Если все правильно, продолжается выполнение программы. В противном случае этот цикл повторяется.

В программе управления ЛПМ, используемой на АЭЛТ-2/160 при обработке снимков с МИС, управление движением фильмов производится с пульта функциональной клавиатуры. В сбойных ситуациях диагностика выдается на экран дисплея ВТ-340.

§2. ОРГАНИЗАЦИЯ СКАНИРОВАНИЯ

Рабочее поле сканирующего автомата АЭЛТ-2/160 ограничено кругом диаметром 160 мм.

Сканирование может происходить одной строкой произвольной длины или группой строк /мини-растром/ в двух ортогональных направлениях в любом месте рабочего поля. Размеры строки и мини-растра ограничены величиной рабочего поля и дискретностью отсчетов автомата.

При создании подпрограмм сканирования необходимо учитывать следующие особенности отклоняющей системы автомата:

- гистерезис отклоняющих катушек;

- инерционность отклонения;

- нагрев отклоняющих катушек протекающими токами.

Структуру алгоритма управления сканированием и его особенности рассмотрим на примере построения программы сканирования п-строчным мини-растром. Блок-схема этой программы представлена на рис.1.

Исходное состояние регистров отклонения - единица в старших разрядах регистра X и регистра Y и нули в остальных ("parking"). Это обеспечивает малые токи в катушках отклонения и простоту визуального контроля по индикаторам на передней панели блока отклонения. Установка луча в исходное состояние осуществляется подпрограммой "PARK".

Устранение влияния гистерезиса отклоняющих катушек осуществляется стандартными подпрограммами перемагничивания "DEMag"; "EXTING" и др. Оптимальным вариантом перемагничивания признан вариант с перемещением луча по диагонали экрана. Такой способ обеспечивает повторяемость результатов сканирования эталонной решетки с точностью 0,2 единицы отсчета автомата /0,4 мкм/ по всему рабочему полю решетки при произвольной траектории обхода ее узлов.

Перемещение луча из одной точки экрана в другую необходимо производить небольшими шагами. Это позволяет избежать больших скачков токов в отклоняющих катушках. Величина шага подбирается экспериментальным путем при исследовании точности измерений.

Вывод луча в начало мини-растра или начало строки осуществляется определенной последовательностью команд, приведенной на рис.2.

Код начальной координаты сканирования занимает 33 разряда. 1÷16-й разряды - координаты Y, 17÷32-й разряды - координаты X. 45-й разряд определяет направление сканирования: "0" - сканирование вдоль оси X, "1" - вдоль оси Y. 33÷44-й разряды не влияют на положение луча. С регистров отклонения код в ЭВМ не передается, поэтому для надежности выдачу кода рекомендуется повторить 2-3 раза. Вследствие инерционности отклоняющей

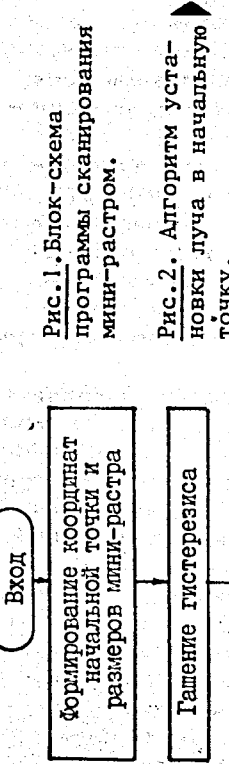
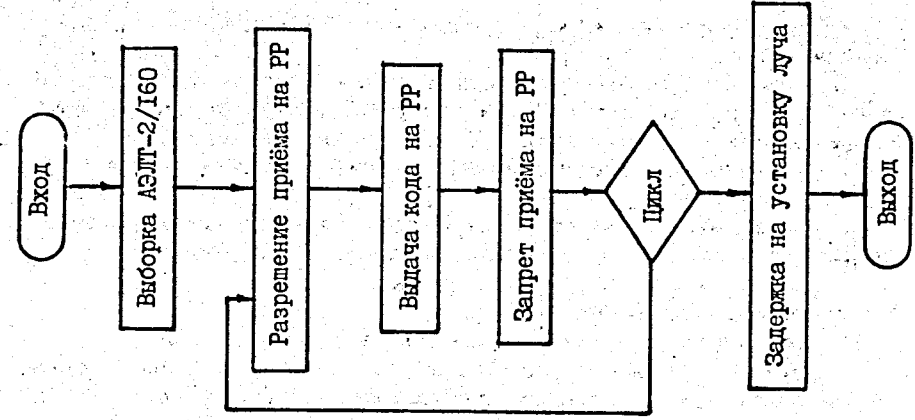


Рис. 1. Блок-схема программы сканирования мини-растром.

Рис. 2. Алгоритм установки луча в начальную точку.



системы луч установится в заданной точке спустя некоторое время. Величина этой задержки зависит от удаления точки начала сканирования от центра рабочего поля и может быть рассчитана по графику^{2/}.

Необходимо иметь в виду, что программа, реализующая задержку, не должна содержать команды "запрет приема на PP" и "Разрешение приема на PP".

Движение луча по строке в заданном направлении /сканирование/ происходит при выполнении следующих команд:

```

P50   0001   пс   Ак
P70   Ан     Апу  Апс,
  
```

где n_c - инверсный код длины строки /фактически - время сканирования строкой/.

Длина строки /без учета расположения соответствующих кодов в машинном слове/ вычисляется по формуле

$$L_c = |16n_c|$$

в единицах отсчета автомата. При расчете n_c по заданной L_c следует иметь в виду, что младшие 4 разряда будут потеряны при делении на 16. Следовательно, полученная величина n_c обеспечивает заданную длину строки с ошибкой до 15 единиц отсчета автомата, т.е. 30-35 мкм. С другой стороны, инерционность отклонения приводит к необходимости начинать строку за 50-60 единиц отсчета автомата до намеченной точки. Это необходимо для того, чтобы успели закончиться переходные процессы. Если при сканировании на пути луча встретятся любые объекты, сигналы от которых превышают установленный уровень дискриминации, то их координаты запишутся в памяти ЭВМ. Причем в разрядах 1-16-м - координата Y, в разрядах 17-32-м - координата X, в разрядах 33-44-м - код ширины сигнала в единицах отсчета автомата, в 45-м разряде - код направления сканирования.

Таким образом, автомат может зарегистрировать объекты, ширина сигнала от которых не превышает 2047 единиц отсчета /2,3-2,5 мм по фильму/.

При сканировании нормальным считается завершение выполнения команд по окончании строки, то есть уход по Апу исполнительной команды. При этом в разрядах второго адреса ячейки памяти запишется адрес первой свободной ячейки буфера сканирования. Это позволяет исключить команды переадресации при переходе к следующей строке /для получения массива данных сканирования/.

Рекомендуется организовывать сканирование небольшими мини-растрами, поскольку увеличение времени сканирования приводит к растущему нагреву отклоняющих катушек. Ошибка измерения при этом может достигать 5 мкм при сканировании около 1 с^{2/}.

Именно растущая ошибка, обусловленная нагревом отклоняющих катушек, заставляет сканировать небольшой группой коротких

строк или даже одной строкой, а в интервале времени между ними возвращать луч в "PARK" и обрабатывать принятую информацию. Такая процедура позволяет избежать непроизводительных затрат времени на ожидания естественного остывания катушек отклонения.

Форма мини-растра может быть произвольной, поскольку параметры каждой строки рассчитываются независимо. Это дает возможность организовать сканирование со слежением по треку, даже сильно искривленному.

§3. ТРАНСПАРАНТ

Транспарант предназначен для предупреждения операторов об аварийной ситуации в процессе обработки или о ситуации, при которой требуется повышенное внимание. Транспарант разделен на 8 независимо высвечиваемых сегментов, в которые вставляются светофильтры и надписи.

Регистр транспаранта состоит из 8 разрядов, которые занимают с 39-го по 45-й разряд слова ЭВМ БЭСМ-4. При занесении единицы в один из этих разрядов зажигается лампочка в соответствующем сегменте, которая высвечивает вставленную в него надпись.

Транспарант имеет двустороннюю связь с ЭВМ, которая используется для контроля выданного слова. Занесение кода на регистр транспаранта происходит парафазно.

Команда выборки транспаранта в кодах ЭВМ БЭСМ-4:

050	0000	0000	0016
000	0000	0000	0000

Команды приема кода с регистра и выдачи кода на регистр транспаранта - общие для всех внешних объектов.

§4. ДИСПЛЕЙ ВТ-340 В СОСТАВЕ АЭЛТ-2/160

Дисплей ВТ-340 является частью оборудования АЭЛТ-2/160, одним из средств диалога оператора с ЭВМ. ВТ-340 предназначен для вывода алфавитно-цифровой информации в процессе прохождения тестовых и калибровочных программ, а также программ обработки फिल्मовой информации. На экран дисплея выдаются все необходимые указания оператору, следящему за ходом обработки, диагностика состояния аппаратуры. При создании программ для работы с ВТ-340 были выбраны макрокоманды, используемые для вывода информации на АЦПУ в автокоде БМ-4/220^{3/}, входящем в состав ОСПО^{4/} /"Текст", "Форм", "Конст"/. С помощью этих команд формируются текстовая и числовая информация, определяемая стандартным описанием Автокода. Работа с дисплеем ВТ-340 осуществляется в режиме он-лайн.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Рассмотренные алгоритмы и примеры построения программ управления системой АЭЛТ-2/160 позволяют эффективно использовать возможности системы, заложенные в ее конструкции.

Развитые средства диалога предоставляют оператору возможность контролировать качество обработки फिल्मовой информации и при необходимости вмешиваться в процесс обработки практически на любом его этапе.

Следует отметить, что рассмотренные выше алгоритмы и программы неоднократно были проверены в тестовых и рабочих программах, так что любое отклонение от них может привести к неконтролируемым погрешностям измерений^{5,6,7/}.

ЛИТЕРАТУРА

1. Баранчук М.К. и др. ОИЯИ, Р10-81-83, Дубна, 1981.
2. Gouache J.C. a) CERN, DD 74-15/D.Ph. 11/Inst. 74-5, May 1974; b) Oxford Conference of Computer Scanning, 2-5 April, 1974, England.
3. Баяковский Ю.М., Михайлова Т.Н. Автокод для ЭВМ типа М-20. ИПМ АН СССР, 1974.
4. Баяковский Ю.М., Михайлова Т.Н. Операционная система ОС-4-220, ИПМ АН СССР, 1970.
5. Байла И. и др. ОИЯИ, Р10-12980, Дубна, 1980.
6. Байла И. и др. Математическое обеспечение системы обработки фотоснимков с магнитного искрового спектрометра на сканирующем автомате АЭЛТ-2/160. Тезисы докладов Всесоюзной конференции "Автоматизация научных исследований на основе применения ЭВМ". Новосибирск, 11-13 июня, 1979 г.
7. Байла И. и др. Система обработки снимков с установки МИС на сканирующем автомате АЭЛТ-2/160. а/ Тезисы докладов VI Всесоюзной конференции по планированию и автоматизации эксперимента в научных исследованиях. Москва, 1980, с.75; б/ ОИЯИ, Р10-80-430, Дубна, 1980.

Рукопись поступила в издательский отдел
3 июня 1981 года.