

ОБЪЕДИНЕННЫЙ  
ИНСТИТУТ  
ЯДЕРНЫХ  
ИССЛЕДОВАНИЙ  
ДУБНА



Г-928

18/41-74

10-8074

4518/2-74

В.М.Грязнов, Й.Томик

**ПРОГРАММНО-УПРАВЛЯЕМЫЙ МОДУС-П**

**1974**

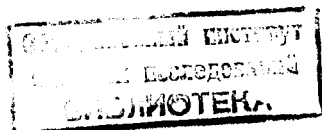
**ЛАБОРАТОРИЯ НЕЙТРОННОЙ ФИЗИКИ**

10-8074

**В.М.Грязнов, Й.Томик**

**ПРОГРАММНО-УПРАВЛЯЕМЫЙ МОДУС-П**

*Направлено в ПТЭ*



В данной работе рассматривается программно-управляемое устройство оперативной двусторонней связи человека с мини-ЭВМ - МОДУС-П, отличающееся от ранее разработанного МОДУСа<sup>1,2/</sup> использованием целой системы модусных команд и программного канала для обмена информацией с мини-ЭВМ. Создание такого устройства оказалось возможным благодаря наличию быстродействующей мини-ЭВМ ТРА-і<sup>3,4/</sup> с циклом памяти 1,5 мксек.

Выбор программного канала для обмена информацией между мини-ЭВМ и МОДУСом-П обусловлен следующими причинами:

1/ программный канал представляет большие возможности для формирования разнотипных образов на экране устройства;

2/ программный канал позволяет работать без дисплейного файла<sup>5/</sup>, что имеет большое значение, если учесть обычно весьма ограниченную емкость оперативной памяти мини-ЭВМ;

3/ программный канал обеспечивает максимальное использование при реализации связи универсальности мини-ЭВМ;

4/ программный канал позволяет упростить техническое решение устройства, а следовательно, повысить его надежность и снизить стоимость, величина которой должна быть существенно ниже стоимости мини-ЭВМ.

К недостаткам программного канала можно отнести сравнительно низкую скорость обмена информацией и за-

нятность арифметического устройства мини-ЭВМ задачей отображения данных, так как вся предназначенная для изображения информация проходит через единственный аккумулятор мини-ЭВМ.

Первый недостаток в МОДУСа-П в значительной мере компенсирован соответствующим выбором модусных команд и предоставлением пользователю возможности программного комбинирования команд, которые многократно используются при формировании изображения, в макрокоманды. В качестве таких комбинируемых команд были выбраны команды, выполняющие элементарные операции с координатным блоком устройства. В результате время, затрачиваемое на формирование и запись элемента изображения /точки/ на экране без учета команд нормализации, составляет менее 12 мксек, а для отображения, например, массива в 512 элементов при частоте регенерации 25 Гц требуется менее 16% машинного времени. Наличие более 84% свободного от регенерации машинного времени компенсирует второй указанный недостаток программного канала, поскольку его достаточно для выполнения функций взаимодействия человека с мини-ЭВМ.

В режиме накопления данных время, затрачиваемое на регенерацию изображения, можно сократить уменьшением объема выводимой на экран информации путем организации режима "плавания". В случае спектральной информации на экран постоянно выводится массив в 128 - 256 каналов с периодическим сдвигом границ каналов, что дает пользователю возможность просмотреть с хорошим разрешением весь спектр и снизить затраты машинного времени на регенерацию до 4 - 8%. Следовательно, программный канал оправдывает себя и в режиме накопления данных.

### Команды МОДУСа - П

Все команды МОДУСа-П делятся на две группы: команды управления флагами и режимами работы устройства и команды, оперирующие с координатным блоком.

Для команд первой группы выделено два адреса: 52, 53. Эти команды позволяют работать в режиме прерывания после завершения записи очередного элемента изображения на экране, разрешают или запрещают работу светового карандаша, управляют частотой внутреннего генератора и обеспечивают синхронизацию развертки изображения с его частотой, определяют величину фиксированных приращений регистра X блока координат, выявляют источник прерывания путем опроса соответствующих флагов.

МОДУС-П имеет три флага: флаг светового карандаша, устанавливаемый в "единицу" сигналом светового карандаша при условии разрешения его работы, флаг "Запись завершена", единичное состояние которого свидетельствует о завершении записи элемента изображения на экране и о готовности устройства к приему информации о следующем образе, и общий флаг. Последний устанавливается в "1" при сигнализации любого из вышеуказанных флагов при условии разрешения прерывания по соответствующему флагу и устанавливается в "0" при сбросе флага, вызвавшего его установление в "1". Перечень команд первой группы дан в табл. 1.

Для команд второй группы выделено четыре адреса: 54 - 57. Эти команды позволяют занести содержимое аккумулятора в регистр X или Y координатного блока, увеличить содержимое регистра X на величину фиксированного приращения /1, 4, 8/, записать с двумя уровнями яркости элемент изображения на экране, очистить аккумулятор перед выполнением следующей команды. Формат команд второй группы представлен на рис. 1.

Использование четырех адресов позволило сократить адресную часть команд до четырех разрядов и реализовать принцип программного комбинирования таких команд в макрокоманды. Развитие устройства в этом направлении представляет шаг на пути создания информационной системы, отвечающей меняющимся от одного приложения к другому требованиям пользователя <sup>/6/</sup> и полностью соответствует концепции МОДУСа <sup>/1,2/</sup>. Кроме того, принцип комбинирования приводит к легко обзори-

ТАБЛИЦА 1

МНЕМОНИКА	КОД	ФУНКЦИЯ
INTON	6522	разрешение/запрет прерывания ЭВМ по флагу "запись завершена"
INTOFF	6523	
LPON	6527	разрешение/запрет работы светового карандаша
LPOFF	6526	
LPCHCK	6525	проверка/сброс флага светового карандаша
LPFOFF	6524	
INIT	6520	сброс флага "запись завершена"
MFCNCK	6521	проверка общего флага МОДУСа-П
BFRQ	6533	выбор частоты внутреннего генератора в 50/25 Гц
LFRQ	6534	
LSCALE	6532	задание величины фиксированных приращений регистра X координатного блока в I, 4, 8 соответственно
MSCALE	6531	
BSCALE	6530	

ТАБЛИЦА 2

МНЕМОНИКА	КОД	ФУНКЦИЯ
DAY	6560	содержимое аккумулятора заносится в регистр У/Х соответственно
DAX	6540	
INCX	6550	фиксированное приращение, определённое соответствующей командой первой группы, складывается с текущим значением регистра X координатного блока
NL	6542	элемент изображения записывается на экран с нормальным/повышенным уровнем яркости
NL	6541	
CA	6544	аккумулятор очищается перед выполнением команды, находящейся в очередной ячейке памяти

Замечания: 1) все команды второй группы, за исключением CA, не изменяют содержимое аккумулятора; 2) комбинация DAX INCX является нелегальной, так как одновременно задаёт две операции с регистром X; 3) команды NL, NL, CA не имеют самостоятельного применения и могут использоваться лишь в комбинации с командами DAY, DAX, INCX.

мой системе команд и к увеличению скорости обмена информацией.

Перечень команд второй группы приводится в табл.2.

#### Описание технической реализации МОДУСа-П

Блок-схема МОДУСа-П представлена на рис. 2. Устройство подключено к внешней шине (External Bus) TRA-i /7/ через блок сопряжения, выполняющий функцию согласования логических уровней, и состоит из блока индикатора и аппаратуры привода, которая занимает три станции стандарта КАМАК и выполнена на интегральных схемах серии 155.

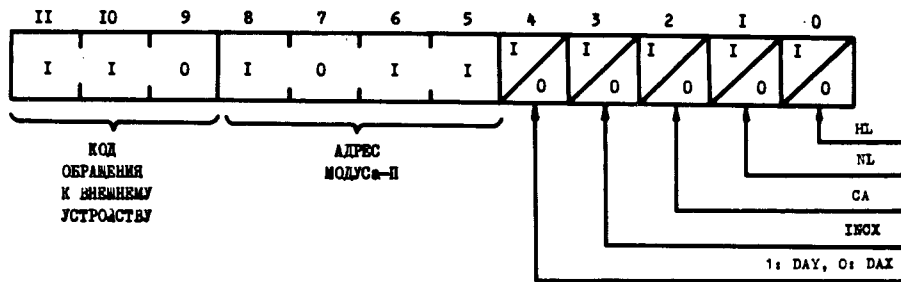


Рис. 1. Формат команд.

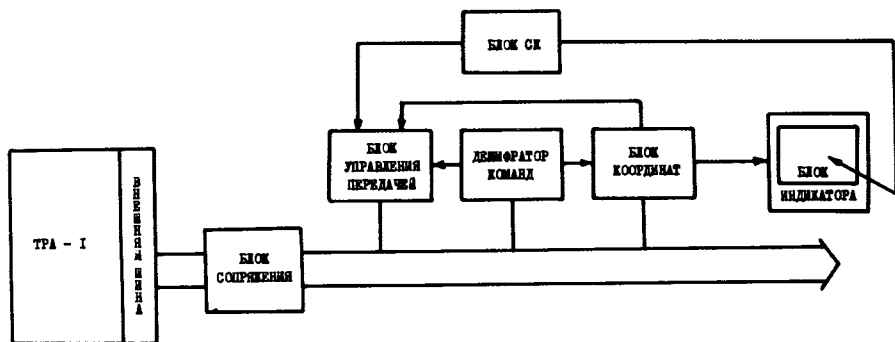


Рис. 2. Блок-схема МОДУСа -П.

При описании схемного решения МОДУСа -П ограничимся лишь рассмотрением схем, поясняющих функционирование основных команд устройства.

### 1. Схема выбора величины фиксированного приращения /рис. 3/

По команде LSCALE триггеры T1 - T2 сбрасываются в "0" и на линию L подается единичный логический уровень, а на линии M, B - нулевой, что соответствует выбору единичного приращения. Из схемы видно, что выбор неединичного приращения осуществляется заданием двух команд, первая из которых LSCALE, а вторая определяет необходимое приращение.

### 2. Схема синхронизации /рис. 3/

Генератор Г работает в непрерывном режиме с частотой 50 Гц, триггер T3 используется как делитель частоты, на клапан 3/4/ поступает серия импульсов 50 /25/ Гц. С подачей команды LFRQ (BFRQ) триггер T5 /T4/ устанавливается в "1" и синхриимпульс посту-

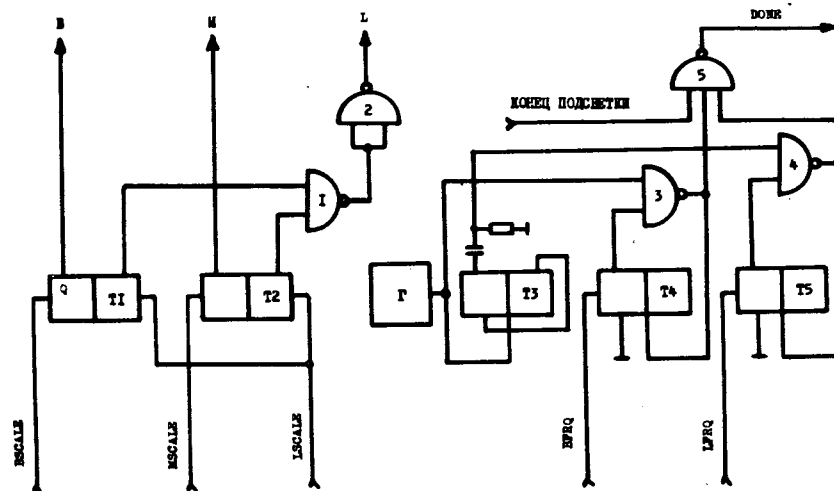


Рис. 3. Схема выбора величины приращения и схема синхронизации.

пает через элемент "ИЛИ-НЕ" /5/ на линию DONE. Этот же импульс задним фронтом сбрасывает триггер T5 /T4/, который "клапанирует" серию. Такое решение обеспечивает автоматическое снижение частоты регенерации изображения при увеличении объема отображаемой информации.

На элемент 5 поступает также сигнал "Конец подсветки", свидетельствующий о завершении записи образа на экране.

### 3. Схема управления флагами и прерыванием /рис. 4/

Здесь триггер T2 - флаг светового карандаша, T3 - флаг "Запись завершена", элемент 5 выполняет функцию общего флага МОДУСа-П. Триггер T1 разрешает/запрещает прерывание по первому флагу, T4 - по второму. Сигнал CAF вырабатывается по одноименной команде

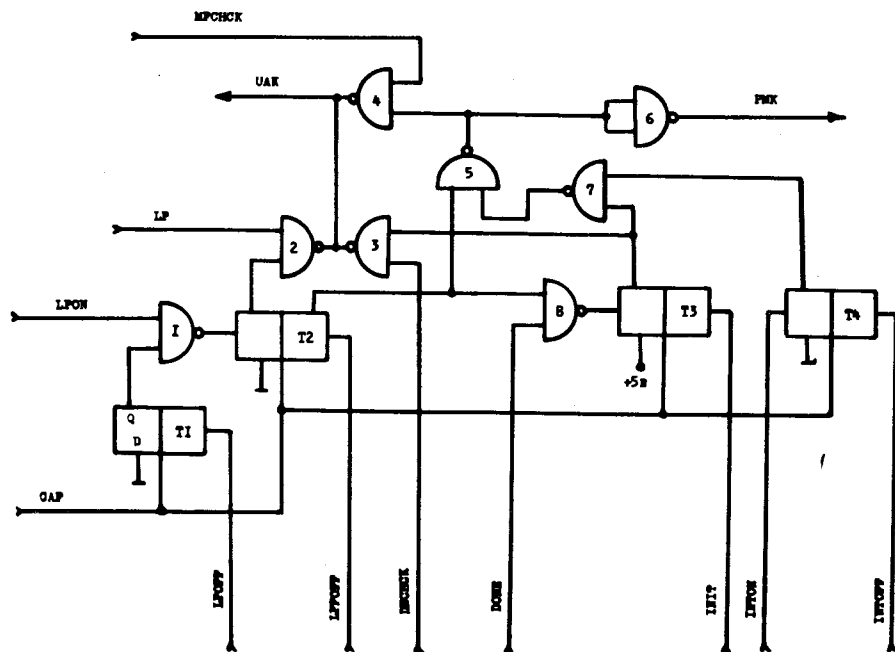


Рис. 4. Схема управления флагами и прерыванием.

ЭВМ и устанавливает флаги и триггеры разрешения/запрета в исходное состояние. В остальном работа схемы не требует пояснений.

4. Десятиразрядный координатный регистр X /на рис. 5 показаны младшие шесть разрядов/

Регистр работает в двух режимах: в режиме параллельного занесения информации /элементы типа 2,3 обеспечивают по команде DАХ такое занесение без предварительного сброса регистра/ и в режиме фиксированных приращений, когда регистр работает как счетчик и по команде INCX импульс сложения в зависимости от кода на линиях L, M, B поступает на триггер T1,

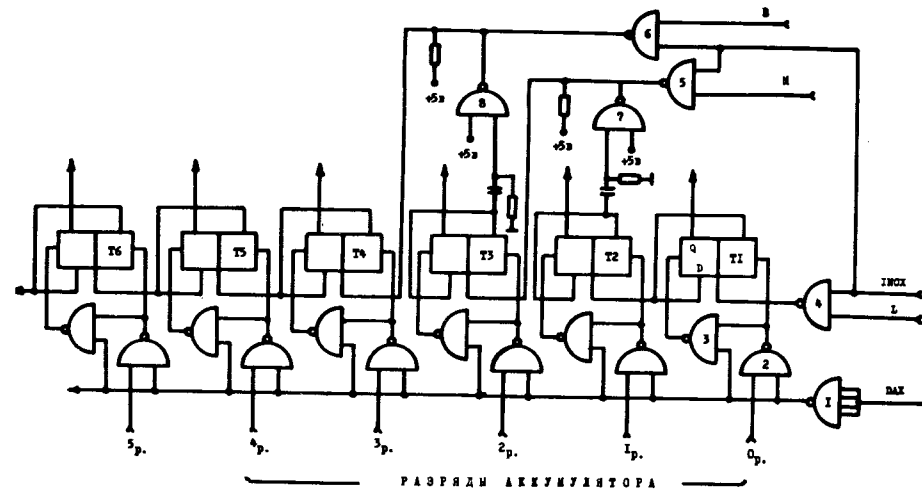


Рис. 5. Схема координатного регистра X.

T3 или T4, что приводит к увеличению содержимого регистра на 1, 4 или 8 соответственно. Выходные сигналы регистра поступают на цифро-аналоговый преобразователь.

5. Десятиразрядный координатный регистр Y

Это запоминающий регистр, построенный на D-триггерах, с параллельным занесением информации по входу D по команде DAY.

Программирование МОДУСа - II

1. Подготовка аппаратуры МОДУСа-II к работе

Для этого достаточно задать команду САВ и, в случае работы координатного регистра X в режиме фиксированных приращений, выбрать требуемую величину прира-

щения  $\Delta X$ , т.е. выполнить следующую последовательность команд: CAF , LSCALE , MSCALE / для примера выбирается  $\Delta X = 4$  /.

## 2. Формирование изображения на экране

Рассмотрим пример записи на экране в режиме фиксированных приращений упорядоченного массива, не требующего дополнительной нормализации, с использованием автоиндексной ячейки INDEX. В ячейку INDEX заносится начальный адрес массива, в ячейку COUNT - длина массива в дополнительном коде и далее выполняется следующая последовательность команд:

```
TAD XO
DAX CA
BEGIN, TAD I INDEX
INCX DAY CANL
ISZ COUNT
JMP BEGIN
JMP OUT      выход из программы
XO, X1 - $\Delta X$   X1 - координата первого образа
```

Замечание: в макрокоманде INCX DAY CANL порядок написания команд отвечает последовательности их выполнения.

При наличии дисплейного файла время, затрачиваемое на формирование изображения на экране, можно сократить, если в старшем разряде последнего слова отображаемого массива записать метку /единицу/ и вместо команды INCX DAY CANL использовать команду INCX DAY NL, а команду ISZ COUNT заменить на SMACLA.

## 3. Синхронизация развертки изображения с частотой внутреннего генератора

По завершении формирования изображения на экране для указанной синхронизации необходимо выполнить последовательность команд:

```
INIT      /сброс флага "Запись завершена"
BFRQ(LFRQ)/выбор частоты следования синхроимпульсов
INTON     /разрешение прерывания по флагу "Запись завершена"
ION       /разрешение работы средств прерывания мини-ЭВМ.
```

В результате очередной синхроимпульс вызовет прерывание мини-ЭВМ, по которому управление передается программе прерывания. Последняя выявляет причину прерывания и, в частности, подготовительные операции для регенерации изображения.

Синхронизация развертки изображения с частотой внутреннего генератора является одним из средств разделения машинного времени и представляет пользователю возможность организовать мультипрограммный режим работы мини-ЭВМ.

В заключение авторы выражают благодарность Г.П.Жукову за постоянный интерес к работе и А.В.Волкову за помощь в создании устройства.

### Литература

1. В.М.Грязнов, Й.Томик. Препринт ОИЯИ, 10-6911, Дубна, 1973.
2. В.М.Грязнов, Й.Томик. ПТЭ, 5, стр. 75-79, 1973.
3. 1001 TPA-i Computer manual, KFKI, Budapest, 1973.
4. PDP-8 Small Computer Handbook, DEC, Maynard, 1972.
5. N.Marovac. The Computer Journal, vol. 16, No. 2, p. 152, 1973.



6. С.Хассон. Микропрограммное управление, выпуск 1, Изд-во "Мир", 1973.
7. 1001 TPA-i Interface Manual, KFKI, Budapest, 1972.

*Рукопись поступила в издательский отдел  
5 июля 1974 года.*