



К.92

ИНСТИТУТ ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ СО АН СССР

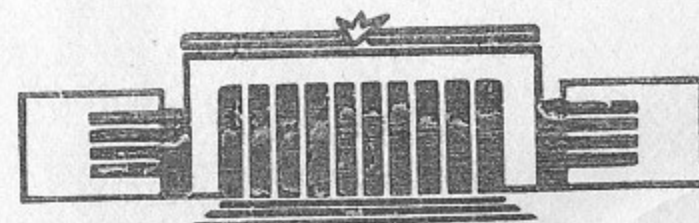
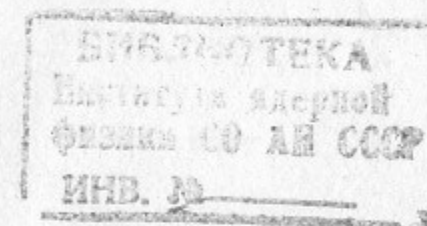
9.589

9

Э.А.Купер, Г.С.Пискунов, В.В.Репков,
В.В.Серов

ЦВЕТНОЙ РАСТРОВЫЙ ДИСПЛЕЙ ЦДР-2

ПРЕПРИНТ 84-112



НОВОСИБИРСК

Аннотация.

Описан цветной растровый дисплей в стандарте КАМАК, обеспечивающий отображение графической информации в растре размером 256 x 256 точек, каждая из которых может иметь один из восьми цветов. Устройство имеет аппаратные средства для генерации символов, построения векторов, заполнения прямоугольных областей, сдвигов изображения, побайтового считывания и записи памяти отображения. Устройство выполнено в модуле единичной ширины.

Введение.

Появление полупроводниковой памяти большой емкости позволило по-новому взглянуть на проблему создания средств отображения графической информации. Начиная с 1977 года в СССР появилось значительное число публикаций, посвященных разработке графических дисплеев с телевизионным (растровым) способом формирования изображения /1-4/. Развитие устройств такого рода идет по двум направлениям: а) разработка сложных систем обработки цветной графической информации, такой, например, как аэрокосмические снимки или подсистемы САПР, для которых требуется высокое разрешение (500 и более точек), большая цветовая гамма, специальные аппаратные функции, такие как генерация векторов, дуг, панорамирование и масштабирование и т.п. б) простые дисплеи для представления графиков, гистограмм, текстовой информации в системах управления и регистрации, являющиеся дополнением к алфавитно-цифровому терминалу. Устройства второго рода из-за их массовости должны быть дешевыми, технологичными в производстве, удобными в использовании.

В 1978 г. авторами был разработан растровый дисплей ЦДР-1, выполненный на ИС памяти 565РУ1 и занимающий КАМАК модуль 3м. Опыт эксплуатации более 100 модулей ЦДР-1 показал, что с одной стороны, дисплей закрывает 95% потребностей в графических средствах, с другой, что заложенные функции по аппаратной генерации векторов, символов, стирания являются если не необходимыми, то, по крайней мере желательными. Как показал анализ, в системах управления значительная часть всего информационного потока приходится на графические дисплеи и отсутствие аппаратных средств генерации векторов и символов привело бы к неоправданной перегрузке как ЦУ управляющих ЭВМ, так и каналов связи. Поэтому при разработке в 1982 г. новой версии дисплея ЦДР-2 все функциональные возможности прежней модели были сохранены. ЦДР-2 занимает КАМАК модуль 1м. Сокращение объема оборудования достигнуто использованием более емких схем памяти (565РУ3) и широким применением методов микропрограммирования в устройстве управления.

Устройство состоит из трех основных частей:

- блока отображения, включающего в себя память емкостью 256 x 256 x 3 бит с организацией: три "плоскости" по 16К четырех-разрядных слов (по одной плоскости для каждого из трех основных цветов) со схемами формирования телевизионного раstra и управления памятью. Память выполнена на 12 ИС K565PY3;

- видеопроцессора, выполняющего по командам, поступающим с КАМАК магистрали заданные функции, такие как, генерация точек, векторов, символов, стирание, селективные сдвиги, заполнение областей и т.д.;

- КАМАК интерфейса, выполняющего сопряжение видеопроцессора с магистралью. Интерфейс формирует ответы Q, X, маскирует и выдает LAM запросы, подает питание на видеопроцессор и стартует его с указанной (КАМАК командой) инструкции.

Блок отображения.

Содержимое трех плоскостей памяти отображения считывается синхронно с разверткой в три четырехразрядных регистра сдвига - формирователя видеосигналов. Запись в регистры разрешена только во время формирования видимой части раstra (256x256), все остальное время, т.е. во время обратного хода разверток, в регистрах сдвигаются "нули" (рис.1). Счетчики формирования раstra служат для генерации строчного и кадрового синхроимпульсов и получения сигналов управления памятью. С их помощью формируется растр, имеющий 312 строк по 432 точки в строке, из которых только 256 x 256 точек соответствуют видимой части изображения. Выбранные модули счета обеспечивают получение квадратного раstra для ТВ монитора и близких к стандартным частот строчной и кадровой синхронизаций. Задающий кварцевый генератор работает на частоте 13,5 МГц.

Запись в память отображения возможна только в "битовом формате", т.е. только один бит за раз, но в несколько цветовых плоскостей. С точки зрения видеопроцессора память отображения представляет собой двумерный массив 256x256, задаваемый двумя 8-ми разрядными координатами X и Y. При записи 8 разрядов Y-координаты и 6 старших разрядов X координаты

подаются через коммутатор на адресные входы всех трех плоскостей памяти одновременно в тактах RAS и CAS, а два младших разряда координаты X управляют выбором сигналов разрешения записи (WE) для одной из четырех ИС памяти в каждой из плоскостей.

Входы (DI) всех плоскостей памяти соединены вместе и управляются выходом видеопроцессора. Цвет записываемой точки задается 4-разрядным полем, в котором биты W9, W10, W11 разрешают запись в "красную", "синюю" и "зеленую" плоскости соответственно, а бит W12 задает прямую или инверсную запись в память. Для устранения "ряби" при обновлении изображения, запись в память разрешена только во время обратного хода строчных и кадровых разверток. Это обеспечивается схемой синхронизации записи.

Имеется возможность считывания памяти отображения 8-разрядными словами, при этом возможно чтение как отдельно выбранной цветовой плоскости, так и их логической суммы.

Видеопроцессор

Видеопроцессор состоит из арифметического устройства (АУ) (рис.2) и блока микропрограмного управления (БМУ) (рис.3). Восемьразрядное арифметическое устройство реализовано на базе стандартного АЛУ KI55ИПЗ, имеет 16 оперативных регистров на 2-х ИС I55PY2 и регистр промежуточного результата (РС). Процессор может считывать информацию из ПЗУ символов, из памяти отображения и с КАМАК магистрали. Выходные сигналы переноса (CY) и равенства (A=B) используются в микропрограмном автомате для ветвления по условиям.

Арифметическое устройство позволяет выполнять одноместные и двухместные арифметические и логические операции над содержимым регистрового ЗУ (PГ0-PГ15) и информацией, поступающей через мультиплексор МХ из регистра промежуточного результата (РС), ПЗУ символов, памяти отображения. Результат операции АЛУ при наличии соответствующего стробирующего сигнала из БМУ записывается в регистр результата РС.

Видеопроцессор взаимодействует с блоком отображения при помощи 8-разрядных координат X и Y, снимаемых с выходов РС и регистрового ЗУ, а также сигнала DI, снимаемого с выхода триггера ТРД. Для записи точки видеопроцессор подго-

тапливает X , Y , DI и формирует сигнал запроса доступа к памяти отображения. Схема синхронизации запрещает подачу тактовых импульсов на видеопроцессор до окончания обслуживания запроса.

Блок микропрограмного управления выполнен по традиционной схеме. Код текущего состояния автомата хранится в 9-ти разрядном регистре и определяет адрес выбираемой из ПЗУ 24-разрядной микрокоманды. Микрокоманда содержит следующие поля:

- 7 битовый адрес следующей микрокоманды,
- 2 битовое поле селектора условий переходов,
- 3 битовое поле управления дешифратором импульсных сигналов,
- 6 битовое поле выбора кода функции АЛУ,
- 4 битовое поле номера рабочего регистра $PI0-PI5$,
- 2 битовое поле селектора данных MX .

В автомате используется принудительная адресация, то есть в каждой микрокоманде содержится адрес следующей микрокоманды. В адресном поле микрокоманд задаются только семь разрядов адреса. Значение младшего разряда снимается с выхода мультиплексора условий. Таким способом реализуются условные переходы в два смежных состояния, отличающиеся младшим битом номера состояния. При выполнении безусловных переходов выбираются входы мультиплексора условий с постоянными значениями логического нуля или логической единицы для перехода в состояния с четными или нечетными номерами соответственно. Старший (9-ый) разряд адреса ПЗУ устанавливается в единичное состояние при начальном старте процессора КАМАК функцией $F18$, во всех остальных случаях он находится в состоянии логического нуля. Для сокращения потребляемой мощности питание на ИС ПЗУ автомата подается только на время работы видеопроцессора. Подачей питания на ПЗУ и тактовых сигналов на блок микропрограмного управления управляет триггер "работа", взводимый КАМАК командой (при условии, что предыдущая команда выполнена, в противном случае отдается $Q=0$ и команда игнорируется). Триггер сбрасывается последней микрокомандой после выполнения требуемой функции.

Работа видеопроцессора.

После выполнения последней КАМАК команды процессор переводит себя в состояние останова. При этом запрещена подача тактовых сигналов на БМУ, а также снято питание со схем ПЗУ и все выходы ПЗУ находятся в состоянии логической единицы, т.к. в ПЗУ микропрограмм используются ИС с открытым коллектором. Во время останова (т.е. в состоянии со всеми единицами на выходах ПЗУ микропрограмм) селектор MX подключает КАМАК шины $WI-W8$ ко входам регистрового ЗУ, в котором выбран $PI5$, а в дешифраторе импульсных сигналов выбран вход, управляющий записью в регистровое ЗУ.

По командам $F16$ и $F18$ на шинах $WI-W16$ передается 16-разрядное слово, состоящее из трех полей: $WI-W8$ - информационные разряды (например координата), $W9-W12$ - код цвета, $W13-W16$ - код выполняемой операции. В момент поступления команды $F16$, $F0$ или $F18$ строб SI через схему ИЛИ подается на тактовый вход процессора, по нему происходит запись разрядов $WI-W8$ в $PI5$. Код $W13-W16$, записываемый в качестве начального состояния в регистр БМУ, является стартовым адресом микропрограммы и определяет тип операции, например: занесение начальной X -координаты, занесение Y -координаты и начало построения вектора и т.д. По окончании КАМАК цикла триггер "работа" переводится в единичное состояние - подается питание на ПЗУ видеопроцессора, разрешается прохождение тактовых импульсов на видеопроцессор. Видеопроцессор начинает работать.

Для чтения данные должны быть предварительно подготовлены соответствующей микропрограммой, запускаемой командой $F16$ и уложены в $PI5$ ОЗУ, т.к. именно этот регистр выбран в режиме останова. По команде $F0$ читается содержимое регистра $PI5$ и запускается микропрограмма чтения и подготовки следующего слова. Формируется 8-разрядное слово из 2-х четырехразрядных, считываемых из памяти отображения.

Особенности наладки устройства.

В приборе была предпринята попытка по возможности упростить и автоматизировать процесс наладки. Для этого приняты следующие меры:

1) Введен режим внешнего тактирования. ЭВМ может запретить подачу тактовых сигналов на БМУ. При этом переход БМУ в следующее состояние осуществляется по команде F2: одновременно с шин R1-R8 считывается текущее содержимое регистрового ЗУ, т.е. состояние того регистра из R10-R15, который участвовал в данном такте. Если этого окажется недостаточно, то возможно (с помощью переключек) одновременно читать на шинах R9-R16 адрес текущего состояния. Этот режим позволяет в значительной степени автоматизировать наладку и диагностику, он также принес неоценимую помощь при отладке микропрограмм.

2) В ПЗУ записана диагностическая программа занимающая 32 слова, составленная таким образом, чтобы как можно более полно проверить работоспособность АЛУ, шин и регистров процессора. Идея теста состоит в том, чтобы записав некоторое число в регистровое ЗУ и выполнив над ним ряд арифметических и логических операций в АЛУ и переписав его во все регистры процессора, получить на выходе это же число. Так как тест не содержит условных переходов, неисправности находятя довольно быстро с помощью осциллографа. Опыт наладки 150 модулей показал что уже такой простой тест обнаруживает более 90% неисправностей. Из всех используемых микросхем входному контролю подвергаются только ПЗУ 556RT5 после прожигания и последующего прогрева. Если при этом обнаруживаются восстановившиеся разряды, то после дожигания ПЗУ снова прогреваются и вновь контролируются. В результате количество отказов ПЗУ пренебрежимо мало. Тем не менее диагностика восстановлений битов ПЗУ может оказаться очень трудоемкой, если ПЗУ запаяны в плату. В нашем случае используется следующий метод: т.к. все восстановления приводят к появлению лишних "1", этот факт можно легко обнаружить, подключая параллельно подозреваемой ИС, с помощью зажима, заведомо исправную. Тогда восстановившийся бит будет "занулен" исправной ИС ПЗУ.

Микропрограммирование.

В видеопроцессоре реализованы микропрограммы стирания, построения векторов, символов, прямоугольников, сдвигов всего или части изображения и других функций. Так, по команде построения вектора, видеопроцессор вычисляет все промежуточные координаты вектора и заносит их в память отображения. Для построения символа его изображение (в матрице 8x8) переписывается из ПЗУ символов в память отображения. В операциях сдвигов процессор читает содержимое памяти и переписывает его в другое место памяти отображения со сдвигом по координате X или Y на заданное число позиций.

Микропрограммы занимают около 500 ячеек памяти ПЗУ, что составляет примерно 12Кбит. Понятно, что подготовка микропрограмм такого объема без средств автоматизации была бы довольно трудоемкой задачей. Для трансляции микропрограмм использовался универсальный микроассемблер MICR, реализованный на ЭВМ ОДРА - 1325.

Микроассемблер позволяет работать с произвольным числом микрополей и с любой шириной микрокоманды. Выходной файл ассемблера обрабатывается перепаковщиком для ПЗУ, учитывающим конкретное размещение битов ИС ПЗУ микропрограмм. Перепаковщик готовит файл в формате, пригодном для программы записи в ПЗУ.

Функции ЦДР-2.

Экран представляет собой поле 256x256 точек, каждая из которых может принимать один из 8-ми цветов. За начало координат (0,0) принят верхний левый угол экрана. Обмен с дисплеем осуществляется следующими КАМАК функциями:

F(0) - чтение памяти отображения по адресу, предварительно занесенному командой F(I6) в счетчик байтов, инкремент счетчика байтов.

Читается 8 бит R1 - левая точка. R8 - правая.

Читается "цвет", определенный последней командой F(I6), если заказано более одного цвета - то их логическая сумма.

- F(8) - проверка "LAM" Q=LAM
 F(10) - сброс "LAM" Q=LAM
 F(16) - рисование. Конкретно определяется шинами W1-W16
 F(18) - "сдвиги".
 F(24) - блокировка "LAM".
 F(26) - снятие блокировки.
 F(2) - чтение содержимого P1-P15 (используется при настройке)

Во всех командах субадрес (A) не используется и может быть произвольным.

ответ X=I всегда, на все команды

ответ Q=I на команды F(2), F(24), F(26) - всегда,
 на команды F(10), F(16), F(18), F(0), F(8) -
 при готовности процессора.

При включении питания L и блокировка L встанут в произвольное состояние. Поэтому при работе по L нужно после включения питания послать NAF с любым F(16), F(0), F(18) без ожидания LAM и послать команду F26 для разблокировки LAM.

Назначение шин W1-W16 команды F(16), F(18)

- W1 - W8 координаты вектора, символа, код символа, и т.д. в зависимости от кода операции (шины W13-W16).
 W9 =I обращение к "красному цвету".
 W10 =I обращение к "синему цвету".
 W11 =I обращение к "зеленому цвету".
 W12 =I инверсия обращения (при W12=I) выбранный цвет будет стираться.
 W13 - W16 определяют код операции дисплея (коп). Ниже описаны все 16 коп. для функций F(16) и F(18).

команда F(16).

коп	W-16	I5	I4	I3	
0	0	0	0	0	стирание/запись выбранного цвета.
1	0	0	0	1	"рисование" символа.
2	0	0	1	0	X-координата символа.
3	0	0	1	1	Y-координата символа.
4	0	1	0	0	нач. X-координата вектора.
5	0	1	0	1	нач. Y-координата вектора, "рисование".
6	0	1	1	0	кон. X-координата вектора.
7	0	1	1	1	кон. Y-координата вектора, "рисование".
10	1	0	0	0	запись байта W1-левая точка W8-правая.
11	1	0	0	1	Y-коорд. для байтовой записи/чтения.
12	1	0	1	0	X-координата для байтовой записи.
13	1	0	1	1	кон. Y-координата прямоугольника, "рисование".
14	1	1	0	0	не используется.
15	1	1	0	1	не используется.
16	1	1	1	0	не используется.
17	1	1	1	1	не используется.

команда F(18).

коп	W-16	I5	I4	I3	
0	0	0	0	0	сдвиг влево.
1	0	0	0	1	сдвиг вправо.
2	0	0	1	0	сдвиг вверх.
3	0	0	1	1	сдвиг вниз.
4	0	1	0	0	нач. координата полосы сдвига.
5	0	1	0	1	кон. координата полосы сдвига.
6	0	1	1	0	не используется.
7	0	1	1	1	не используется.
10	1	0	0	0	тест ALU.
11	1	0	0	1	не используется.
12	1	0	1	0	не используется.
13	1	0	1	1	не используется.
14	1	1	0	0	не используется.
15	1	1	0	1	не используется.
16	1	1	1	0	не используется.
17	1	1	1	1	не используется.

Последовательности действий для выполнения различных операций.

- П1. Стирание. Функция F(I6), коп=0. При W12=I происходит запись указанных цветов. Поле W1-W8 несущественно.
- П2. Вывод точки. Для рисования точки необходимо послать две команды F(I6):
- занесение X - координаты (коп=4),
 - занесение Y - координаты (коп=5). Точка выводится после занесения Y- координаты.
- П3. Построение вектора. Для построения вектора нужно сначала вывести начальную точку вектора (см. П2.), затем задаются X и Y-координаты (коп=6 и коп=7). По получении Y-координаты процессор проводит прямую из "начальной" точки в указанную. При подаче следующей пары "конечных" координат процессор соединит конечную точку предыдущего вектора с указанной.
- П4. Рисование прямоугольников. Процессор заполняет (стирает) указанным цветом прямоугольник со сторонами, параллельными осям координат. Прямоугольник задается координатами двух своих вершин расположенных на любой диагонали. Для построения прямоугольника нужно задать начальную точку (П2.), затем задать конечную X-координату (коп=6) и Y-координату (коп=I3_g).
- П5. Построение символов. Для рисования символа в произвольном месте экрана нужно задать его координаты двумя командами:
- коп=2 - занести X-координату символа и
 - коп=3 - занести Y-координату символа. После чего посылается код символа в коде КОИ-7 с коп=I. Символ отображается в матрице 8 8, верхний левый угол матрицы соответствует началу координат. Очередной символ процессор сдвигает на 8 точек по оси X. Набор символов расширен по сравнению со стандартным кодом КОИ-7 до I28 (коды 00 - 37).

П6. Байтовая запись и чтение. Этот режим предусмотрен для считывания памяти отображения с целью сохранения во внешней памяти в виде "битовой картинки" или документирования. Для записи или чтения необходимо указать начальную координату с помощью команды F(I6):

коп=II - занесение Y-координаты и

коп=I2 - занесение X-координаты. (Необходимо соблюдать указанную очередность занесения координат. При байтовом чтении начальная X-координата должна быть кратна четырем, при записи она может быть произвольной). После записи координат можно читать (командой FO) или писать (команда F(I6) коп=I0_g) произвольное число 8-разрядных слов. Младший бит в прочитанном(записанном) слове соответствует левой позиции на экране. Следует учесть, что если начальная X-координата была не кратна восьми, то приращение Y-координаты при переходе на следующую строку будет выполняться неправильно.

П7. Сдвиги изображения. При сдвигах влево и вправо сдвигается горизонтальная полоса, заданная своими верхней и нижней Y-границами на указанное число точек. При сдвигах вверх (вниз) аналогичным образом сдвигается вертикальная полоса. Для сохранения правильного цвета каждую цветовую плоскость следует сдвигать отдельно, т.к. при сдвигах читается логическая сумма плоскостей, заданных кодом цвета, а пишется цвет, указанный тем же кодом. Для выполнения операции сдвига необходимо задать начальную и конечную координаты полосы сдвига (коды операций 4 и 5) и подать команду сдвига, в которой указано направление (коп 0-3) и количество позиций сдвига в поле W1-W8. Все сдвиговые операции выполняются командой F(I8).

П8. При выполнении всех операций поле цвета существенно лишь в последней, "стартовой" команде для данной операции.

Устройство выполнено на 74 ИС серий К155, 555, 556, 565 в КАМАК модуле 1М.

Потребление:

+6 в - 1.5А

+24в - 0.15А

-6 в - 0.01а

Времена выполнения основных операций:

стирание - 200мс

вектор - $8\text{мкс} \times N$ (где N - кол. точек в векторе)

точка - от 3мкс до 56мкс из-за времени ожидания обратного хода.

символ - 250мкс.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Э.А.Купер и др. Цветной графический дисплей. Препринт ИЯФ 79-38, изд-во СО АН СССР, Новосибирск, 1978.
2. Е.Г.Кормин, В.А.Скнаръ. Дисплейный набор модулей, Препринт ЛИЯФ-478. Ленинград, 1979 г.
3. Х.Рапп. Интерфейс для цветного телевизионного дисплея в стандарте КАМАК. ОИЯИ, 10-80-125, Дубна, 1980.
4. Ю.Б.Семенов и др. Драйвер цветного телевизионного дисплея в стандарте КАМАК. ОИЯИ, 13-81-271, Дубна, 1981.

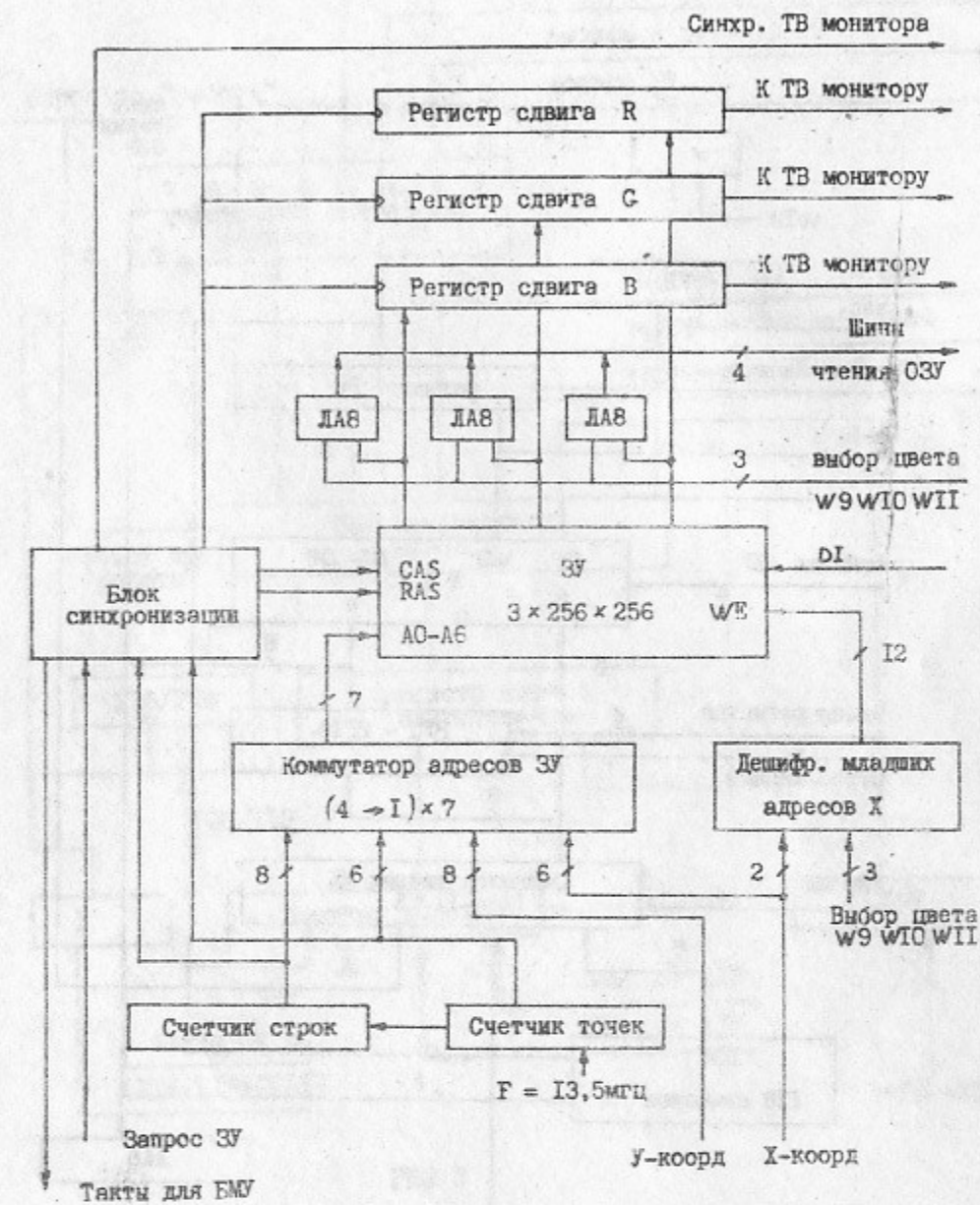


РИС 1

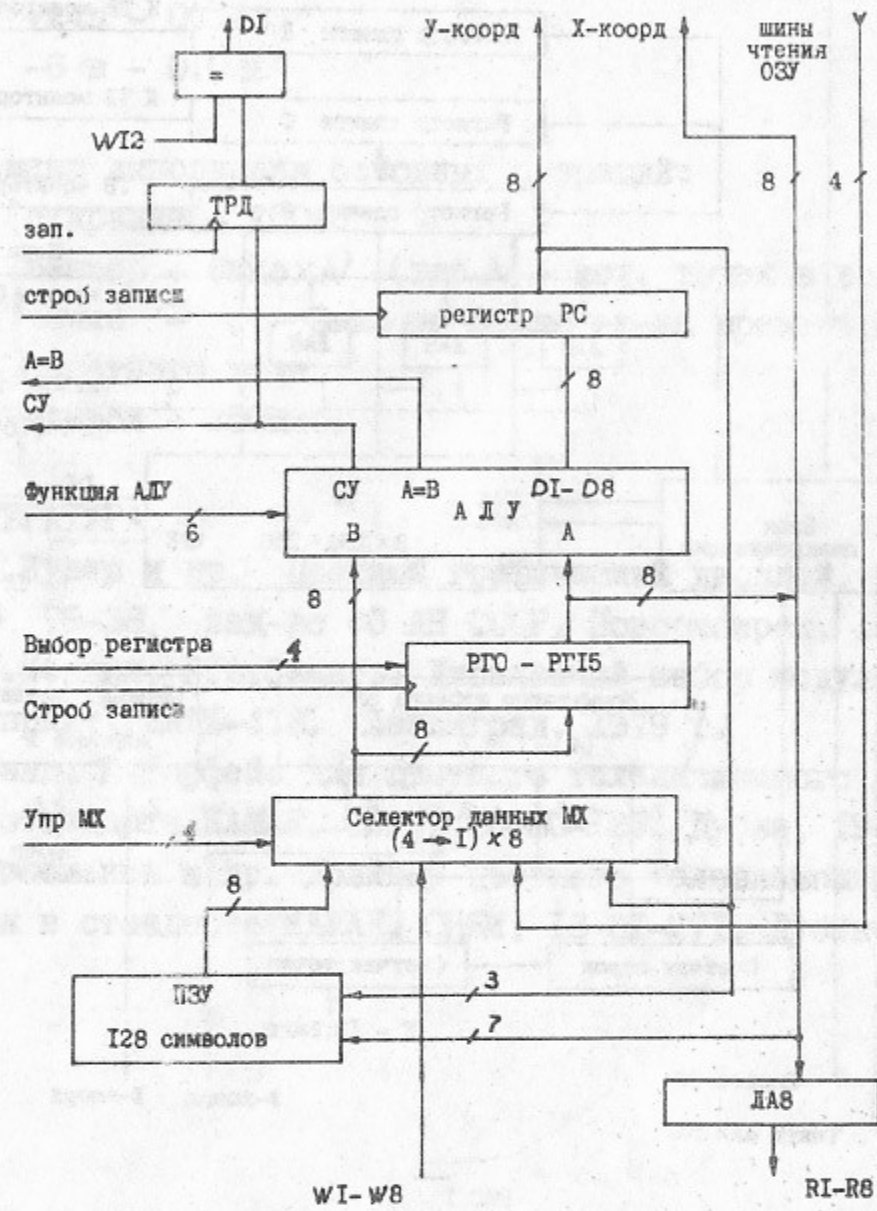


РИС 2

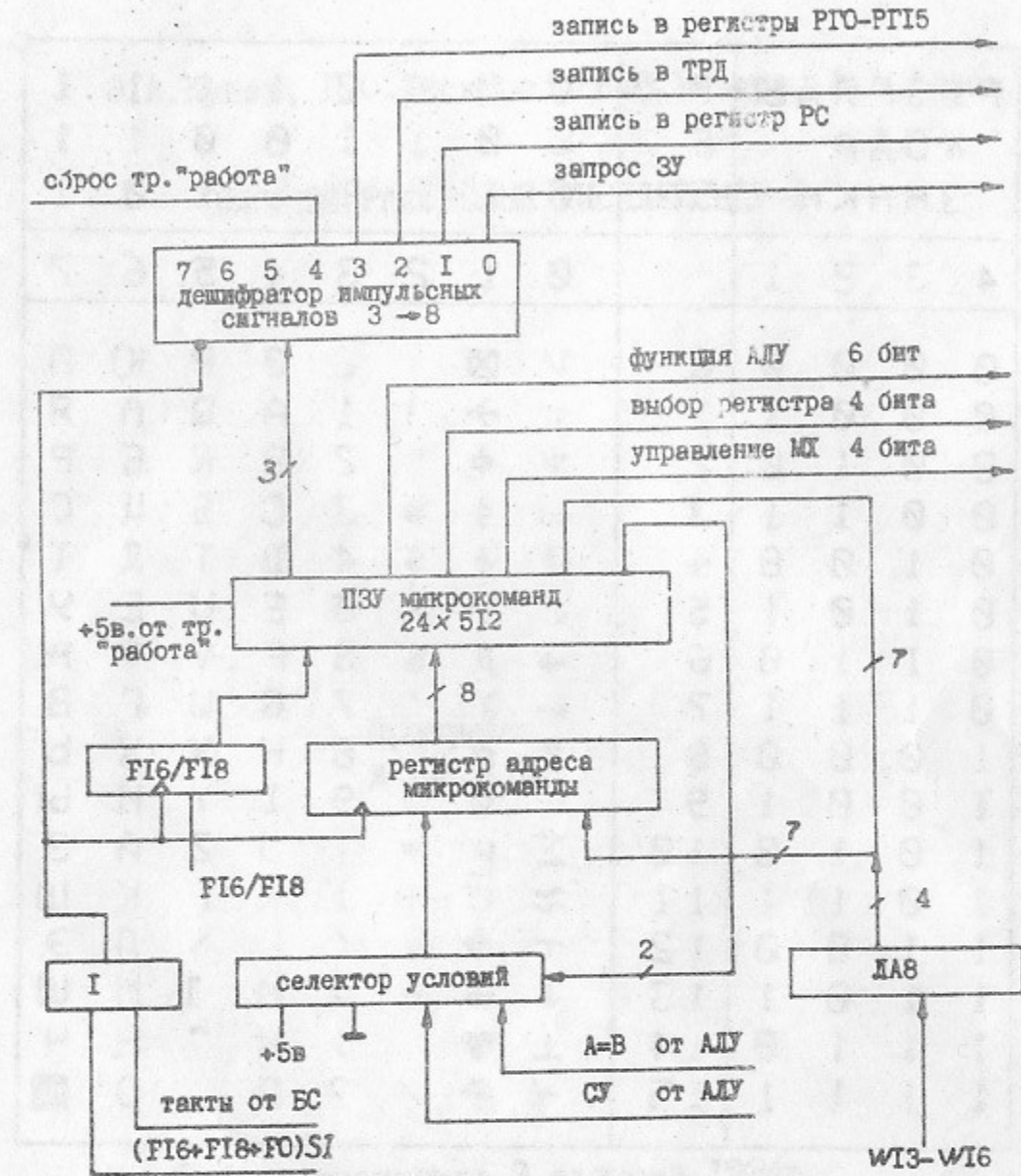


РИС 3

РАЗРЯДЫ	7	0	0	0	0	1	1	1	1			
КОДА	6	0	0	1	1	0	0	1	1			
ЗНАКА	5	0	1	0	1	0	1	0	1			
4	3	2	1		0	1	2	3	4	5	6	7
0	0	0	0	0	V	⊠		0	Q	P	Ю	П
0	0	0	1	1	⊞	→	!	1	A	Q	А	Я
0	0	1	0	2	⊡	⊞	"	2	B	R	Б	Р
0	0	1	1	3	⊚	⊞	#	3	C	S	Ц	С
0	1	0	0	4	Ω	+	\$	4	D	T	Д	Т
0	1	0	1	5	⊥	⊥	%	5	E	U	Е	У
0	1	1	0	6	→	⊞	&	6	F	V	Ф	Ж
0	1	1	1	7	↑	⊞	'	7	G	W	Г	В
1	0	0	0	8	↑	⊞	(8	H	X	Х	Б
1	0	0	1	9	÷	⊞)	9	I	Y	И	Ы
1	0	1	0	10	M	⊞	*	:	J	Z	Й	З
1	0	1	1	11	≈	⊞	+	;	K	Г	К	Ш
1	1	0	0	12	↑	⊞	,	<	L	∕	Л	Э
1	1	0	1	13	↓	⊞	-	=	M	∩	М	Щ
1	1	1	0	14	⊥	⊞	.	>	N	'	Н	Ч
1	1	1	1	15	⊥	♠	/	?	O	-	О	■

РИС 4

Э.А.Купер, Г.С.Лискунов, В.В.Репков, В.В.Серов

ЦВЕТНОЙ РАСТРОВЫЙ ДИСПЛЕЙ ЦДР-2

Препринт
№ 84- II2

Работа поступила 3 августа 1984г.

Ответственный за выпуск - С.Г.Попов

Подписано к печати 15.08-1984 г. МН 04505

Формат бумаги 60x90 1/16 Усл.1,3 печ.л., 1,0 учетно-изд.л.

Тираж 290 экз. Бесплатно. Заказ № II2.

Ротапринт ИЯФ СО АН СССР, г.Новосибирск, 90