

ТЕХНИЧЕСКИЕ И ПРОГРАММНЫЕ СРЕДСТВА АВТОМАТИЗАЦИИ

УДК 681.327.22

Н. А. ПРИМАНЧУК, О. В. ПРОХОЖЕВ, Л. Ф. ТОМАШЕВСКАЯ,
В. С. ЯКУШЕВ
(Новосибирск)

МОДУЛИ ТЕЛЕВИЗИОННОГО ДИСПЛЕЯ В СТАНДАРТЕ КАМАК

Телевизионным дисплеем (ТВ-дисплеем) мы будем называть комплекс аппаратуры, включающий в себя устройство управления и устройство визуализации (рис. 1).

Устройство управления осуществляет прием информации из вычислительной машины, подготавливает данные для разложения изображения по строкам и вместе с сигналами синхронизации передает эти данные на устройство визуализации.

В настоящей статье описывается управляющая аппаратура телевизионного дисплея. При ее разработке была поставлена задача создания на основе стандарта КАМАК ряда модулей, позволяющих реализовать несколько разновидностей телевизионных дисплеев. Разработка модулей проводилась на основе следующих исходных положений.

1. В качестве устройства визуализации должен применяться стандартный телевизионный приемник или монитор. Это предоставляет возможность иметь довольно надежное и дешевое средство отображения информации и снимает необходимость разработки специального визуализатора.

Телевизионный приемник используется для вывода черно-белого изображения. Прием изображения ведется либо по высокочастотному каналу, либо по видеоканалу. Цветное изображение выводится на стандартный цветной телевизионный монитор; для его приема используются три видеоканала передачи цвета (красный, зеленый, синий) и канал синхронизации. Цветные стандартные телевизионные приемники без доработки не могут быть использованы в качестве устройства отображения цветных кадров в ТВ-дисплее, так как они принимают цветное изображение в стандарте СЕКАМ, при котором информация о цвете заключена в двух цветоразностных сигналах и сигнале яркости. Применение имеющихся в телевизоре каналов усиления цветоразностных сигналов не представляется возможным

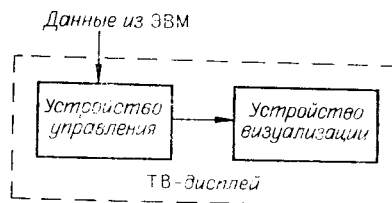


Рис. 1.

из-за их узкой полосы пропускания. Для использования стандартного цветного телевизионного приемника в качестве цветного монитора был разработан специальный блок, содержащий три видеоусилителя красного, зеленого и синего цвета и усилитель канала синхронизации.

2. Для вывода изображения на экран используется прогрессивная (нечересстрочная) развертка, отличающаяся от чересстрочной тем, что четный и нечетный полукадры совпадают и количество видимых строк уменьшается вдвое*. Использование прогрессивной развертки объясняется тем, что при выводе графических изображений или текста на экран принятый в телевидении чересстрочный растр вызывает мигание светлых горизонтальных линий единичной толщины, так как эти линии подсвечиваются через полукадр. При применении прогрессивной развертки явление мигания полностью отсутствует, повышается качество изображения, не утомляется зрение оператора; обычные стандартные телевизоры полностью пригодны для воспроизведения раstra прогрессивной развертки.

3. Для лучшего использования площади экрана формат кадра изображения принят 384×256 (384 точки по горизонтали и 256 — по вертикали).

4. Информация для вывода на экран хранится в памяти ТВ-дисплея, и кадр на экране регенерируется путем периодического считывания данных из ячеек памяти. Занесение информации в память ТВ-дисплея осуществляется вычислительной машиной.

5. В описываемой системе используются два способа описания кадра изображения: точечный и мозаичный. Для описания графических и полутоновых изображений принят точечный способ, при котором кадр рассматривается как совокупность точек с координатами X_i, Y_i в прямоугольной системе координат и яркостью (либо цветностью) Z_i . В память дисплея заносится информация о яркости всех точек кадра, т. е. каждой точке соответствует в памяти своя ячейка. Для описания кадра текстовой или символьной информации принят мозаичный способ, при котором кадр рассматривается как совокупность мозаичных ячеек. При формировании кадра задаются координаты ячейки (номер строки и номер столбца) и данные о размещенном там символе: его код, код его цвета и код фона, на котором изображается символ. Конфигурация (матрица) точек каждого символа хранится в постоянной памяти дисплея. Каждой ячейке экрана соответствует ячейка в оперативной памяти дисплея, куда записываются коды символа, его цвета и фона.

Для хранения кадра символьной информации требуется значительно меньше ячеек памяти, чем для хранения кадра, описанного точками; скорость смены информации также значительно выше. Однако мозаичный способ неудобен для описания произвольного изображения, и в этом смысле более выгоден точечный способ.

6. Все модули должны иметь одинарную ширину, что удобно с точки зрения технологии их изготовления и настройки.

На основании перечисленных положений был разработан ряд модулей, позволяющий компоновать телевизионные дисплеи различной сложности и конфигурации. В частности, разрабатываемые модули применялись при создании телевизионных дисплеев двух типов. К первому типу относятся многомодульные дисплеи, в которых каждый модуль выполняет определенную функцию, а число модулей и их тип может меняться в зависимости от решаемой задачи. Ко второму типу относятся дисплеи, управляющая часть которых реализована в виде одного модуля, выполняющего все функции вывода изображения на телевизионный экран.

* Телевидение черно-белое. Основные параметры системы телевизионного вещания. ГОСТ 7845—72. Введ. 27/XI 1972. Взамен ГОСТ 7845—55. Группа Э30. СССР.

На рис. 2 представлена блок-схема системы многомодульного ТВ-дисплея. Основу системы составляют модули для вывода полутоновой и графической информации: ТАЙМЕР (Т), ИНТЕРФЕЙС (ИНТ), ПАМЯТЬ (П) и ДРАЙВЕР (Др). Перечисленные модули входят в минимальный комплект системы, и с их помощью можно выводить на экран изображение форматом 384×256 точек с яркостью «0» или «1» («0» — черная точка, «1» — белая). Система может расширяться путем увеличения количества модулей памяти до девяти и включения в нее модулей ГЕНЕРАТОР СИМВОЛОВ (ГС) и ГЕНЕРАТОР МАРКЕРА (ГМ).

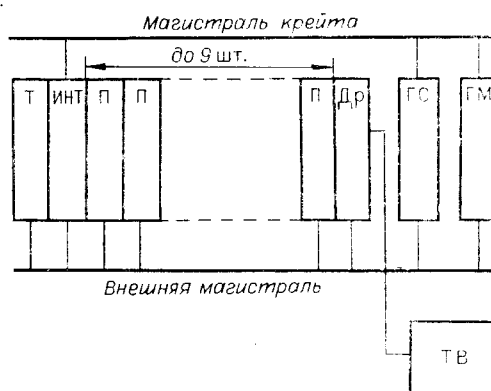


Рис. 2.

Программное управление от магистрали крейта имеют лишь ИНТЕРФЕЙС, ГЕНЕРАТОР СИМВОЛОВ и ГЕНЕРАТОР МАРКЕРА. Взаимодействие между всеми модулями системы (обмен данными и синхронизация) осуществляется по шинам внешней магистрали, проходящей через передние панели модулей.

Максимальное число модулей памяти — 9; в связи с этим максимальное количество градаций яркости составляет 512 для черно-белого изображения, а для цветного изображения — 8 градаций яркости на каждый основной цвет (красный, зеленый, синий).

Запись информации в память осуществляется через ИНТЕРФЕЙС. На рис. 3 приведены форматы данных интерфейса. Регистры x , y служат для задания координат выбранной точки. Регистр RGB (регистр яркости) используется для задания яркости точки, регистр защиты памяти — для запрета записи в соответствующий модуль памяти.

На рис. 4 показана последовательность прохождения информации о яркости выбранной точки, начиная с магистрали крейта и кончая аналоговыми сигналами яркости, подаваемыми на монитор (рис. 4 соответствует случаю использования цветного монитора). После записи кода яркости в регистр RGB интерфейса происходит перезапись этого кода в модули памяти. Каждый разряд регистра RGB связан по шинам записи данных с соответствующим модулем памяти, и по команде записи проводится занесение кода яркости точки по установленному адресу в память дисплея.

Считывание информации из памяти осуществляется последовательно из всех ячеек синхронно со скоростью телевизионной развертки. Во время считывания 9-разрядный код яркости точки переписывается в регистры драйвера. Сигналы с этих регистров управляют соответствующими цифроаналоговыми преобразователями (ЦАП), преобразующими код яркости точки в соответствующий аналоговый сигнал управления яркостью по каналам RGB цветного монитора. За время одного телевизионного кадра считывается содержимое всех ячеек памяти.

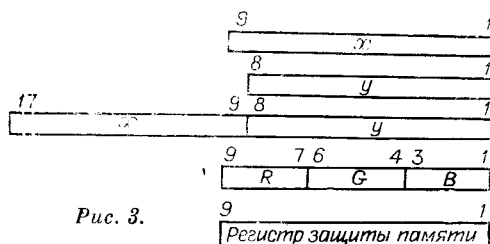


Рис. 3.

Блок-схема модуля ПАМЯТЬ приведена на рис. 6. Память организована в 3 строки по 8 микросхем в каждой строке; использованы микросхемы динамической памяти. Информационная емкость

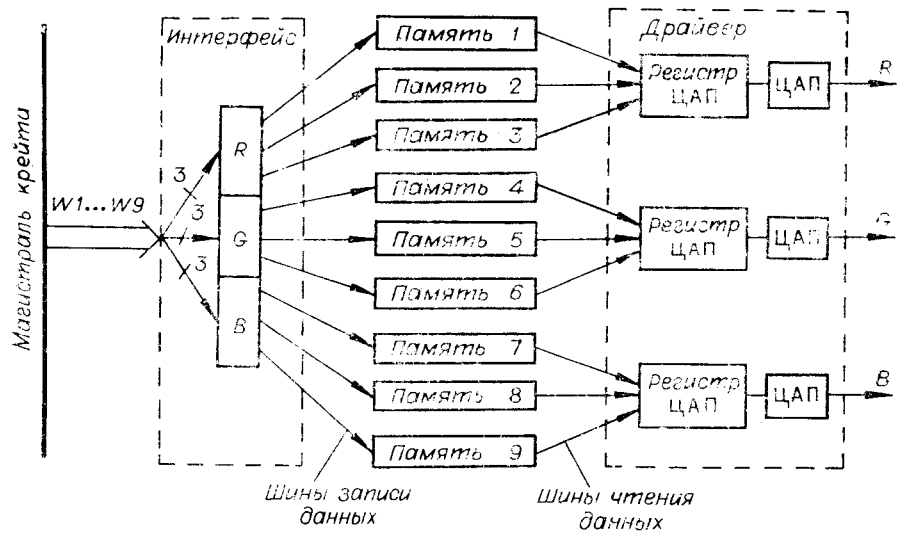


Рис. 4.

модуля составляет 96 Кбит. Во время одного цикла считывания данные из всех 24 микросхем ОЗУ параллельным словом переписываются в сдвиговый регистр, играющий роль сверхоперативного ЗУ, в котором параллельно считанный код преобразуется в последовательный, несущий информацию о яркости 24 последовательно расположенных точек кадра.

Частота сдвига равна 7,5 МГц, и она определяет скорость вывода точек на экран телевизора. Во время каждого цикла чтения из памяти интерфейс формирует на адресных шинах внешней магистрали адрес и необходимые сигналы управления чтением из памяти.

На рис. 5 показана связь между адресом ячейки памяти и положением соответствующей точки на экране. Для нахождения соответствия между заданными координатами x, y точки и адресом соответствующей ячейки памяти в интерфейсе проводится преобразование координат, в

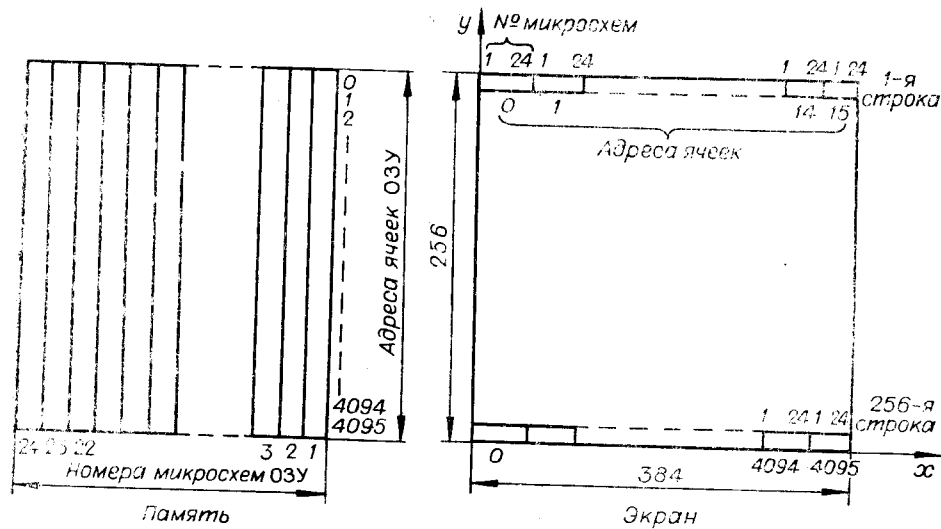


Рис. 5.

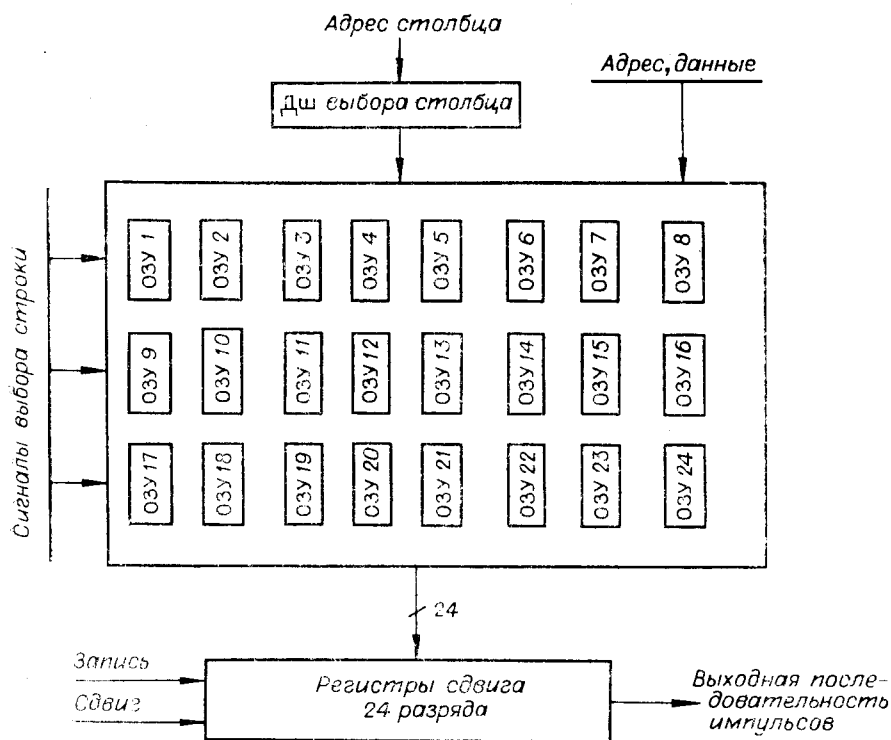


Рис. 6.

результате которого интерфейс определяет адрес столбца и строки для выбора одной из 24 микросхем памяти и адрес ячейки внутри микросхемы. Запись информации в память осуществляется в паузе между циклами считывания. При записи из интерфейса подается адрес столбца, сигналы выборки строки, адрес выбора ячейки внутри микросхемы и разряд данных (см. рис. 6).

Синхронная работа всех модулей системы и временная привязка их работы к развертке телевизионного кадра осуществляются с помощью таймера. В таймере формируются сигналы гашения обратного хода луча по строкам и кадрам, строчные и кадровые синхроимпульсы, а также сигналы сдвига и обращения к памяти. Все перечисленные сигналы получают путем деления исходной частоты задающего генератора 7,5 МГц и формирования нужных импульсов из комбинаций состояний делителей частоты. В таймере осуществляется временная привязка сигналов синхронизации к частоте питающей сети, для чего используется схема фазовой автоподстройки частоты задающего генератора.

Таймерные сигналы выводятся на внешнюю магистраль и принимаются модулями системы. Сигналы гашения обратного хода луча по строкам и кадрам используются в ИНТЕРФЕЙСЕ, ГЕНЕРАТОРЕ СИМВОЛОВ и ГЕНЕРАТОРЕ МАРКЕРА для привязки начала и конца вывода информации к моментам начала и конца развертки телевизионного кадра. Сигналы сдвига позволяют синхронно выводить информацию из ГЕНЕРАТОРА СИМВОЛОВ, ПАМЯТИ и МАРКЕРА на шины считывания внешней магистрали.

В ДРАЙВЕРЕ сигналы сдвига стробируют прием информации с шин считывания в его регистры. Сигналы гашения и синхронизации используются для формирования полного телевизионного сигнала. ДРАЙВЕР имеет несколько модификаций: для управления черно-белым теле-

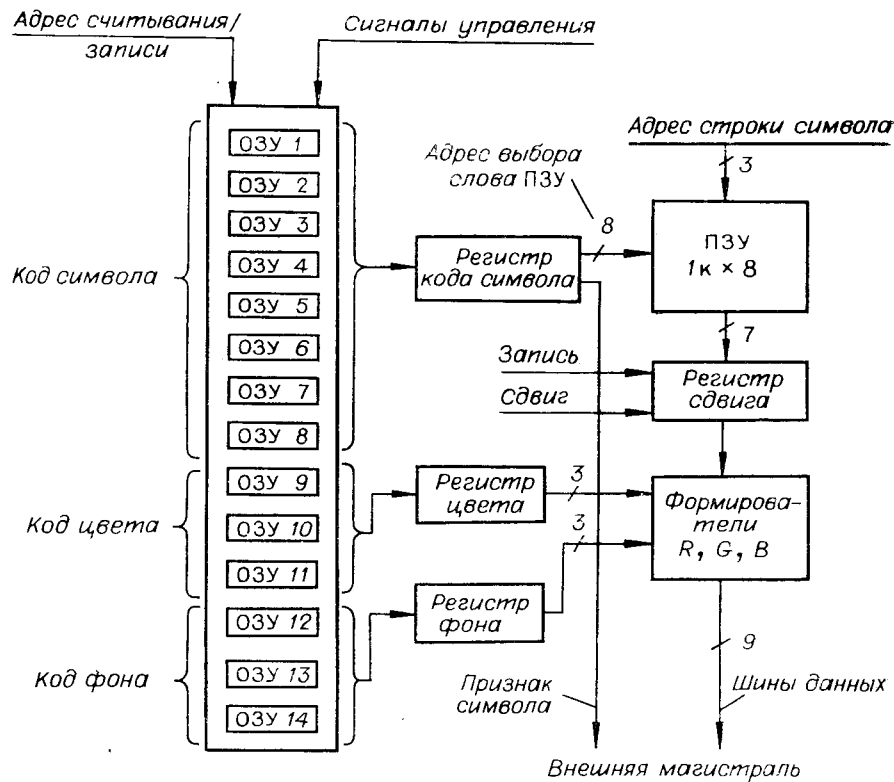


Рис. 7.

визором по ВЧ-каналу, для управления черно-белым телевизором по видеоканалу и для управления цветным монитором.

ГЕНЕРАТОР СИМВОЛОВ и ГЕНЕРАТОР МАРКЕРА позволяют расширить возможности системы. Оба модуля имеют программное управление от магистрали крейта, а вывод информации из этих модулей и прием сигналов таймирования осуществляются по шинам внешней магистрали.

ГЕНЕРАТОР СИМВОЛОВ позволяет выводить 192 различных символа (русские и латинские, прописные и строчные буквы, цифры и специальные знаки).

Матрица символа имеет размер 5×7 точек, символ вместе с фоном занимает ячейку размером 8×8 точек. Символы кодируются в коде ASCII. Количество символов, выводимых на экран за кадр, составляет 48×32 (48 строк, 32 столбца). Цвет и фон символов задаются 3-разрядным двоичным кодом каждый.

ГЕНЕРАТОР СИМВОЛОВ имеет память, состоящую из двух одинаковых частей — ОЗУ I и ОЗУ II, и позволяет накладывать на основное графическое изображение текст или удалять его без разрушения основного изображения. При выводе символов на экран модуль вырабатывает сигнал запрета вывода информации из модулей графической памяти. Применение двух ОЗУ дает возможность хранить одновременно две страницы текста и выводить на экран любую из них, в то время как вторая заполняется.

Структура памяти ГЕНЕРАТОРА СИМВОЛОВ приведена на рис. 7. Для простоты здесь показана память на одну страницу текста.

Память ГЕНЕРАТОРА СИМВОЛОВ состоит из оперативных запоминающих устройств (ОЗУ1... ОЗУ14), где хранятся описания кадра изображения, и постоянного запоминающего устройства (ПЗУ), где хра-

нятся матрицы символов. ОЗУ выполнено на микросхемах динамической памяти емкостью 4 Кбит в корпусе. ПЗУ выполнено на микросхемах программируемой постоянной памяти емкостью 1 Кбит в корпусе.

При записи информации в ОЗУ в модуле формируется адрес записи по координатам символа, и в память записывается 14-разрядное слово данных (8 разрядов — код символа, 3 разряда — код цвета, 3 разряда — код фона).

Считывание из памяти проводится синхронно со строчной разверткой. Начало и конец вывода синхронизируются по сигналам из таймера, а во время вывода последовательно считывается информация из всех ячеек ОЗУ. Информация считывается в регистры кодов символа, цвета и фона. Код символа является адресом слова в ПЗУ, т. е. матрицы символа. Выбор строки матрицы символа осуществляется по адресу строки символа. Информация из ПЗУ считывается в сдвиговый регистр, в котором осуществляется преобразование параллельного слова строки матрицы символа в последовательность импульсов. Эти импульсы подаются на формирователь кода цветности R, G, B , где по сигналам из регистров цвета и фона формируются импульсы на соответствующих шинах считывания данных, которые затем поступают на вход ДРАЙВЕРА. Сигнал «Призыв к символу» поступает в этот момент в модули памяти и запрещает выход с них информации на шины считывания данных.

Модуль ГЕНЕРАТОР МАРКЕРА используется для редактирования текстов или изображений. С его помощью на экран выводится либо маркер размером 8×8 точек, либо перекрестие, и имеется возможность программного считывания координаты маркера или перекрестия.

Описанный выше набор модулей позволяет решать достаточно большой круг задач, связанных с выводом изображений из ЭВМ, обладает большой гибкостью. Характерной особенностью модулей указанного набора является их взаимосвязанность, т. е. они могут работать только будучи объединенными в систему.

Следующие два модуля — ПРИВОД ТЕЛЕВИЗОРА и ГЕНЕРАТОР ЗНАКОВ — представляют группу модулей управления телевизором, в каждом из которых содержится все необходимое для создания телевизионного кадра.

Модуль ПРИВОД ТЕЛЕВИЗОРА позволяет выводить на экран стандартного черно-белого телевизора изображение форматом 384×256 точек, яркость каждой точки может принимать значение либо «0» (черная точка), либо «1» (белая точка). Сигнал из модуля поступает на антенный вход приемника, прием ведется на одном из 12 телевизионных каналов.

Модуль содержит те же функциональные элементы, что и описанный выше многомодульный дисплей, т. е. таймер, интерфейс, память, драйвер, необходимые для формирования точечного графического изображения. Структура памяти модуля аналогична структуре модуля ПАМЯТЬ, описанной выше. Все указанные элементы размещены в модуле шириной 1 М благодаря широкому использованию микросхем высокой интеграции.

Модуль ГЕНЕРАТОР ЗНАКОВ позволяет выводить на экран цветного телевизионного монитора графическую и буквенно-цифровую информацию в виде набора символов, в который входят русские, латинские прописные и строчные буквы, цифры, специальные (служебные) знаки и элементы прямых и ломаных линий (всего 282 символа). Количество одновременно выводимых на экран символов 56×40 (40 строк по 56 символов в строке). Размер знакоместа символа 7×7 точек. Изображение строится путем задания координат символа, его кода, кодов цвета символа и фона.

Структура памяти модуля аналогична структуре памяти описанного выше модуля ГЕНЕРАТОР СИМВОЛОВ (отличие состоит в том, что

имеется память для хранения лишь одного кадра). Оперативная память модуля выполнена на 15 микросхемах динамической памяти емкостью 4 Кбит. ПЗУ для хранения матриц символов выполнено на 15 микросхемах постоянной памяти емкостью 1 Кбит. ГЕНЕРАТОР ЗНАКОВ имеет выходы для управления цветным телевизионным монитором. Ширина модуля 1 М.

Модули ПРИВОД ТЕЛЕВИЗОРА и ГЕНЕРАТОР ЗНАКОВ могут широко использоваться как дешевое средство оперативного вывода информации из ЭВМ.

Поступила в редакцию 3 марта 1980 г.

УДК 621.326.3

В. Е. СОЛОБОВ, В. И. СОЛОНЕНКО

(Новосибирск)

КОНТРОЛЛЕР КАМАК К ЭВМ «ЭЛЕКТРОНИКА-60» С ВНУТРЕННЕЙ ОБРАБОТКОЙ ЗАПРОСОВ

В обычно использующихся контроллерах для микро-ЭВМ «Электроника-60» время реакции на запрос составляет около 20—25 мкс (а из-за регенерации в памяти это время может достичь 180—200 мкс). Кроме того, пересылка информации «модуль — модуль» требует по времени 30—35 мкс. Все это существенно ограничивает возможности обслуживания быстропротекающих процессов. Была поставлена задача разработки контроллера крейта КАМАК для микро-ЭВМ «Электроника-60», который наряду с реализацией обычных режимов (программного и прерываний) обеспечивал бы время реакции на запрос менее 1 мкс и темп обмена «модуль — модуль» в одном крейте для некоторого класса запросов до 2,5—3 мкс.

При разработке данного контроллера была использована следующая идея: ввести в контроллер собственное ЗУ, в которое от ЭВМ загружаются программы обработки запросов магистрали. По запросам модулей с минимальной задержкой контроллер должен выдавать из этого ЗУ на магистраль крейта необходимые сигналы управления и обеспечивать передачу данных внутри крейта. Подобные идеи децентрализации функций управления высказывались и ранее (см., например, [1, 2]), однако работоспособные устройства такого типа еще мало распространены (по видимому, из-за трудностей технической реализации).

В качестве базового варианта для контроллера с внутренней обработкой запросов (ВОЗ) был принят разработанный в ИАиЭ СО АН СССР контроллер [3]. Данный контроллер содержит все узлы базового, а режим ВОЗ и его стыковка с другими режимами получены за счет введения 35 микросхем средней интеграции, на которых реализованы ЗУ и необходимые управляющие узлы.

Структурная схема контроллера представлена на рис. 1. В ней по сравнению с базовым вариантом добавлено только два узла — регистр-счетчик адреса ЗУ РСА и оперативная память программ обслуживающая РНАП, а также модернизировано устройство управления. Форматы регистров контроллера представлены на рис. 2.

Работа в обычных программном режиме и режиме прерываний здесь подробно не рассматривается, так как она описана в [1]. В режиме ВОЗ все запросы уровнем приоритета, записываемым в регистр приоритета