

Б. С. ДОЛГОВЕСОВ, А. М. КОВАЛЕВ, В. Н. КОТОВ,
А. А. ЛУБКОВ, Ю. Е. НЕСТЕРИХИН, К. Ф. ОБЕРТЫШЕВ,
А. С. ТОКАРЕВ, А. П. ЯКИМОВИЧ

(Новосибирск)

ВОПРОСЫ ПОСТРОЕНИЯ УСТРОЙСТВ ОПЕРАТИВНОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ЧЕЛОВЕКА С ЭВМ

Система оперативного взаимодействия человек — машина включает ЭВМ, работающую в большинстве случаев в режиме разделения времени, и внешние терминалы, количество которых в разных системах колеблется от 1 до тысячи.

В качестве внешних терминалов могут быть использованы как простые устройства типа телетайпа, так и более сложные устройства. Наиболее эффективными являются дисплеи — буквенно-цифровые и графические. В зависимости от конкретного применения к этим устройствам предъявляются различные требования, основные из которых, на наш взгляд, следующие:

1) высокая информационная способность, которая достигается максимально возможным быстродействием как цифровых, так и аналоговых узлов системы;

2) широкие функциональные возможности, которые обеспечиваются включением в состав устройств разнообразных генераторов линий, окружностей, символов, сеток, вращения, а также светового пера, функциональной и буквенно-цифровой клавиатур;

3) автономность работы устройства, обусловленная необходимостью освобождения центрального процессора от выполнения дисплейных операций; при этом в качестве устройства управления может быть использован либо специально созданный процессор, либо малая вычислительная машина, которая может в этом случае быть буферным запоминающим устройством (ЗУ);

4) возможности подключения данных терминалов к различным типам ЭВМ; для обеспечения минимальных изменений в схемах терминалов сопряжение с ЭВМ должно выполняться в виде отдельных блоков, связанных с дисплейным процессором лишь стандартными сигналами обмена;

5) удобство в эксплуатации дисплея, что во многом определяет его эффективность.

В Институте автоматизации и электрометрии СО АН СССР разработано два типа устройств, отвечающих изложенным требованиям, — «Экран» и «Символ».

Устройство «Экран» используется для работы с ЭВМ БЭСМ-6 для решения широкого круга задач, возникающих при разнообразных ис-

следованиях в институтах Сибирского отделения АН СССР. Устройство «Экран» позволяет работать в режимах ввода и вывода графической информации ЭВМ, вводить и редактировать изображения с помощью светового пера и клавиатуры, регистрировать информацию на фотопленку и буквенно-цифровой текст на бумажную ленту.

Устройство «Символ» входит в состав автоматизированной системы управления производством. Это информационный комплекс, включающий средства сбора данных (различные цеховые и складские регистраторы), центральный процессор (ЭВМ «Минск-32»), средства контроля и

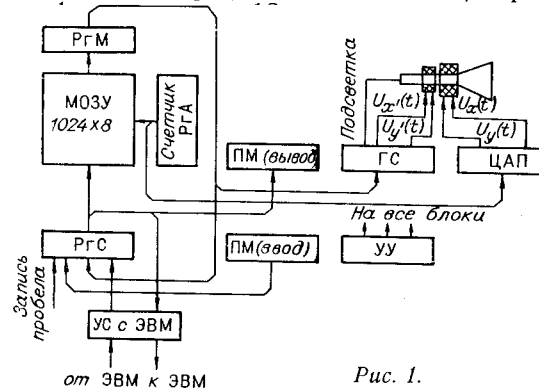


Рис. 1.

Данные, подлежащие отображению, поступают от ЭВМ по каналу связи через устройство сопряжения (УС) и, проходя через регистр связи (РгС), накапливаются в буферной памяти (БП) «Символа». По окончании приема информации в МОЗУ устройство управления системы осуществляет последовательную выборку информации из БП и направляет ее в генератор символов, формирующий аналоговые сигналы развертки символов и импульсы подсветки. После окончания отработки очередного символа устройство управления (УУ) формирует импульс перевода счетчика регистра адреса (РГА), что приводит к одновременному изменению адреса буферного МОЗУ и местоположения следующего знака на экране. Это достигается изменением состояния блока цифро-аналоговых преобразователей (ЦАП). Жесткая привязка адреса МОЗУ и местоположения выводимых символов на экране электроннолучевой трубки (ЭЛТ) — одно из основных преимуществ буквенно-цифрового дисплея, что позволяет реализовать разнообразные режимы редактирования текстов, используя функциональную и буквенно-цифровую клавиатуры. Данные в буферное МОЗУ могут быть введены также и с пишущей машинки (ПМ). Вывод данных осуществляется на ПМ или содержание буферного МОЗУ через специальное устройство сопряжения вводится в ЭВМ «Минск-32». Запись информации в МОЗУ от ПМ, от регистра МОЗУ (РгМ), а также кода пробела осуществляется через регистр связи (РгС).

Алгоритмы различных режимов работы «Символа» реализуются с помощью микропрограммного УУ, для чего использованы одноадресные и двухадресные команды, подразделенные на три типа (рис. 2).

1. Команды одиночных импульсов (ОИ) — одноадресные — используются для осуществления операций, которые могут быть проведены за время, равное периоду работы генератора управляющих сигналов постоянного запоминающего устройства (ПЗУ) микропрограммного УУ.

2. Команды ожидания конца исполнения (ОК) — одноадресные — используются для осуществления операций, требующих для своего выполнения времени, 1,2 мкс, что больше основного цикла ПЗУ. Сюда относятся, например, команды обращения к буферному МОЗУ, взаимодействия с ЭВМ и т.д. Время отработки данных команд может быть переменным и задается непосредственно устройством, обрабатывающим команду. В результате появляется возможность асинхронной работы устройства управления при выполнении данных команд. Логика выполнения команды ОК определяется не самим микропрограммным устройством управления, а уже местным УУ блока, осуществляющего отработку этой команды. Местное устройство управления может быть также микропрограммным.

Начало отработки команд ОК инициируется УУ, затем местные УУ МОЗУ, генератора символов, устройства обмена с ЭВМ осуществляют весь процесс отработки этой команды, например отображение символа на экране ЭЛТ, начиная от включения генератора символов и кончая рисованием последнего элемента изображения знака, и, наконец, формируют импульс окончания отработки команды и тем самым возвращают управление микропрограммному УУ. Таким образом, вход — выход отдельных устройств в микропрограмму оказывается унифицированным, что приводит к возможности замены отдельных блоков без изменения логики работы всего устройства в целом.

3. Команды условного перехода (УП) — двухадресные — используются для осуществления операций, следующий адрес которых в микропрограмме может быть одним из двух и выбирается в зависимости от состояния соответствующих триггеров условных переходов.

Исключением из общего правила является команда «Дешифрация причины прерывания», используемая для выбора одного из девяти вспомогательных режимов работы «Символа». При этом адрес следующей команды выбирается с помощью специального адресного ПЗУ.

Основным циклом работы УУ является регенерация изображения на экране ЭЛТ (рис. 3). Командой «Маркер» (М) осуществляется проверка состояния 8-й биты в слове МОЗУ, и при ее равенстве единице выполняется выход на любой из 9 вспомогательных циклов работы «Символа». При этом возможны 1) перемещение маркера в любую точку экрана; 2) стирание одиночного символа, строки, текста; 3) ввод информации с ПМ; 4) вставка символа (информация вводится на место, указанное маркером, а все последующие знаки сдвигаются вправо); 5) вычеркивание символа (символ, указанный маркером, уничтожается,

Тип команды	Номер команды	Название команды
Команды одиночных импульсов (ОИ)	1	Дешифрация причины прерывания
	2	Запись PгM — PгC
	3	Запись ПМ — PгC
	4	Запись ПМ — PгC
	5	Установить „0“ PгA
	6	-1 PгA
	7	Изменение позиции маркера
	8	Сбой по переполнению текста
	9	+1 PгA
Команды ожидания конца (ОК)	1	Чтение МОЗУ
	2	Запись МОЗУ; M=1
	3	Запись МОЗУ; M=0
	4	Генерация символа
	5	Ввод символа
	6	Вывод символа
	7	Вывод ПМ
	8	Запрос прерывания
Команды условного перехода (УП)	1	Маркер
	2	Прерывание
	3	Сбой
	4	Текст
	5	Строка
	6	Конец текста
	7	Конец строки
	8	Массив
	9	Конец массива

Рис. 2.

а весь последующий текст сдвигается влево; на последней позиции экрана записывается пробел); (перечисленные режимы осуществляются либо один раз, либо в «цикле» с частотой 10 Гц); 6) печать (информация выводится на ПМ; при этом сохраняется взаимное соответствие текста на экране и на бумаге); 7) при вводе данных в ЭВМ производится либо ввод массива, либо ввод одиночного символа, указанного маркером; 8) вывод информации может быть выполнен либо с записью в МОЗУ «Символа» (объем выводимой информации не должен превышать 1024×8 разрядных слов), либо на печать без записи в МОЗУ (объем выводимой информации может быть любым).

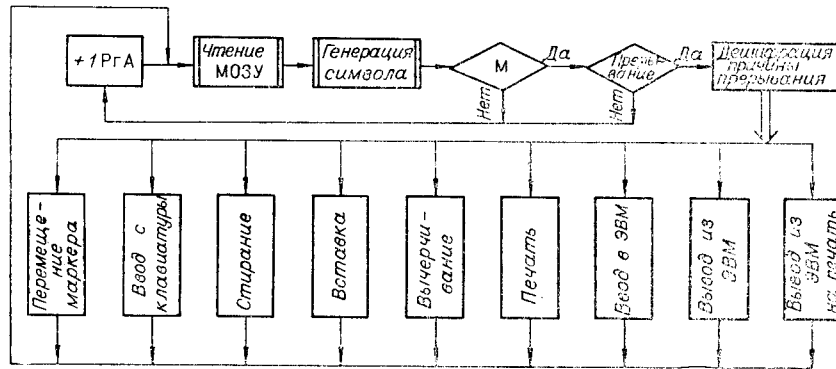


Рис. 3.

При реализации режимов взаимодействия с ЭВМ существенным является то, что организация процесса обмена осуществляется в ходе выполнения команд «Ввод символа» и «Вывод символа» не микропрограммным УУ, а УУ блока обмена с ЭВМ, т. е. устройство «Символ» может быть без каких-либо изменений, кроме блока обмена, подключено к любой ЭВМ.

Алгоритмы всех перечисленных режимов реализованы с помощью микропрограммного УУ; при этом авторы стремились к достижению возможного быстродействия системы, для чего сокращен до минимума главный цикл микропрограммного УУ; в ряде случаев, там, где это возможно, команды одиночных импульсов обрабатываются одновременно; выбрана довольно высокая тактовая частота — 2,5 МГц. Следует отметить, что существует возможность изменения логики работы устройства (это может быть сведено к изменению закона прошивки ПЗУ).

Одним из основных параметров устройств оперативного взаимодействия наряду с широкими функциональными возможностями является их информационная способность. В связи с этим значительное внимание должно быть уделено быстродействию отдельных узлов, в частности быстродействию генератора символов (ГС).

В основу построения ГС положен метод программируемых отрезков (рис. 4), суть которого заключается в том, что определенным образом задается последовательность отрезков, из которых может быть получена любая из букв применяемого алфавита. Для задания каждого из отрезков используется 8 бит: 3 бита для координаты x , 3 бита для координаты y , 7-я бита для указания

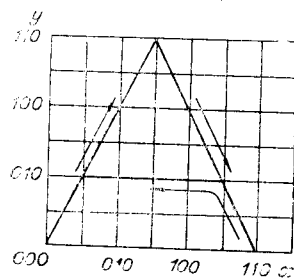


Рис. 4.

конца и 8-я бита для указания подсветки. В качестве оконечного устройства использованы два 3-разрядных цифро-аналоговых преобразователя и два пассивных фильтра второго порядка. Время отработки одного элемента знака составляет 0,8 мкс. Количество элементов в знаке в среднем 8. Цикл работы ГС асинхронный; так, например, на отработку наиболее часто встречающегося в русском языке знака «Пробел» требуется всего один такт.

Для повышения быстродействия устройства важным представляется временное совмещение операций, требующих значительного времени на отработку. Так, в «Символе» совмещено время перевода луча на

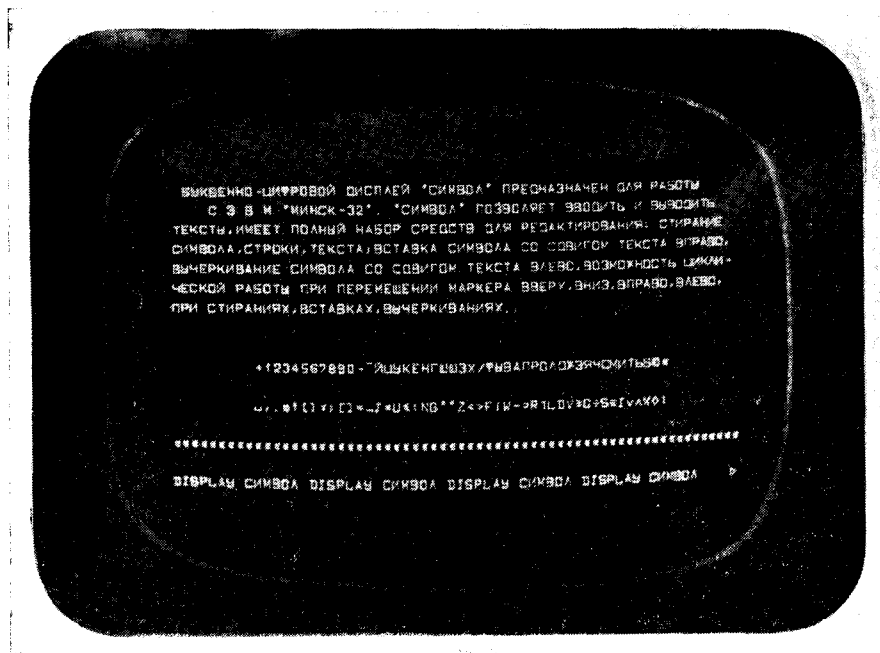


Рис. 5.

следующую позицию на экране с циклом МОЗУ, что значительно улучшает информационную возможность устройства.

Построенный ГС обеспечил получение 1024 символов при частоте регенерации изображения 50 Гц. Пример изображения, сфотографированного с экрана «Символа», показан на рис. 5.

ЛИТЕРАТУРА

1. Б. С. Долговесов и др. Система «Экран» для графического взаимодействия человека с ЭВМ.— Автотметрия, 1971, № 4.
2. Б. С. Долговесов и др. Отображение графической и буквенно-цифровой информации в системах графического взаимодействия человека с ЭВМ.— Автотметрия, 1971, № 4.
3. А. М. Ковалев, А. С. Токарев. Широкополосное управление лучом ЭЛТ с электромагнитным отклонением.— Автотметрия, 1971, № 4.

Поступила в редакцию
5 октября 1971 г.