

## ЛИТЕРАТУРА

1. Зондирование становлением поля в ближней зоне/Под ред. В. С. Суркова. М., Недра, 1976.
2. Аузик А. К. Электроразведка. М., Недра, 1977.
3. Возник В. Р. и др. О результатах полевых испытаний электроразведочной аппаратуры «Зонд» по методу зондирования становлением поля в ближней зоне (ЗСБЗ).— В кн.: Измерительная аппаратура для разведочной геофизики. Новосибирск, изд. ИАиЭ СО АН СССР, 1973.
4. Романенко А. Ф., Сергеев Г. А. Вопросы прикладного анализа случайных процессов. М., Сов. радио, 1968.
5. Способ и устройство увеличения отношения сигнал/шум. Кл. G06 f 15/00, 15/34.235.-452. США, Пат. № 3.557.354.
6. Пугачев В. С. Статистические методы в технической кибернетике. М., Сов. радио, 1971.

Поступила в редакцию 9 мая 1979 г.

УДК 681.325.65

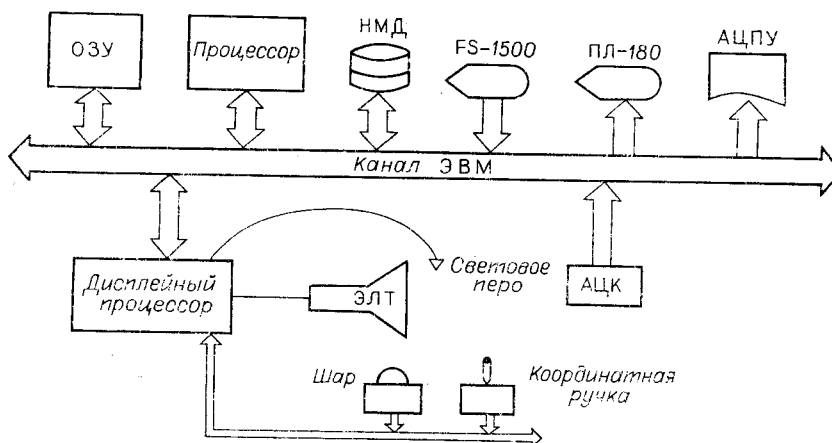
А. В. ВАСИЛЕВСКИЙ, А. А. ГОРОБЧЕНКО, Е. М. ЗЛОТНИК,  
О. Ф. НАГИБИНА, О. П. СЕМЕНКОВ, Н. Е. ШИРОКОВА  
(Минск)

### ДИАЛоговая графическая система с цветной ЭЛТ на базе мини-ЭВМ

Многие современные диалоговые графические системы имеют в своем составе малую универсальную ЭВМ. Использование мини-ЭВМ позволяет расширить функциональные возможности системы, организовать как автономный режим обработки, при котором все программы и данные размещаются и обрабатываются в малой ЭВМ, так и дистанционный, когда дисплейная система работает под управлением более мощной ЭВМ [1, 2].

В настоящей работе описывается диалоговая графическая система ГТ-77, структурная схема которой представлена на рисунке.

ГТ-77 содержит ЭВМ СМ-3 с накопителем на магнитном диске и стандартным набором внешних устройств, дисплейный процессор (ДП) с



генераторами векторов и символов, экранный пульт с индикатором на цветной ЭЛТ, алфавитно-цифровой клавиатурой (АЦК), световым пером, шаровым указателем и координатной ручкой.

**Дисплейный процессор.** ДП представляет собой программно-управляемое устройство, функциональные возможности которого реализуются с помощью соответствующей системы команд.

В этой системе следует выделить две группы команд: каналные и дисплейного файла.

Канальные команды обеспечивают передачу управляющей информации между мини-ЭВМ и ДП в режиме программного обмена данными. Для этого в ДП имеются адресуемые регистры, информация в которые заносится или считывается по инициативе и под управлением обслуживающей программы.

В режиме записи в ДП можно установить начальные адреса дисплейного файла и стека, инициализировать либо продолжить регенерацию изображения, включить подачу звукового сигнала, выработать сигнал прерывания мини-ЭВМ.

В режиме чтения возможно введение в ЭВМ указателей текущего состояния графической программы, координат  $X$ ,  $Y$  регистров текущего положения луча, кода символа, идентификатора элемента.

Команды и данные дисплейного файла хранятся в оперативной памяти мини-ЭВМ и передаются в ДП в режиме прямого доступа к памяти (ПДП).

Данный режим обеспечивает высокую скорость передачи информации и позволяет использовать оперативную память для параллельного обслуживания дисплейного и универсального процессоров. В целях увеличения объема отображаемой информации и уменьшения влияния ДП на производительность машины обмен информацией в режиме ПДП ведется через буферный регистр, что позволяет совместить работу функциональных генераторов с обращениями к памяти.

В ДП реализуются следующие режимы отображения: символов; абсолютного позиционирования луча; относительного позиционирования с неполноразрядными приращениями; векторов, задаваемых абсолютными или относительными координатами; коротких векторов; точечного графика, при котором для каждой точки одна из координат задается абсолютным значением, а другая — только начальным значением и шагом; маркера, при котором осуществляется перемещение метки в позицию, задаваемую выходными сигналами  $X$ ,  $Y$  шарового указателя.

Для графических элементов устанавливаются уровень яркости (8 градаций), мерцание, цвет (красный или зеленый), указатели отметки элемента и защиты его при работе со световым пером. Для векторов указывается характер линии (сплошная, штриховая, штрихпунктирная, пунктирная), для символов — размер (нормальный или увеличенный).

Кроме операций, непосредственно управляющих построением изображения, в ДП реализуются такие команды, как переход, переход к подпрограмме, возврат из подпрограммы, а также команды, обеспечивающие синхронизацию кадров, остановку графической программы и прерывание мини-ЭВМ, идентификацию отдельных элементов и фрагментов.

Для операций с подпрограммами в оперативной памяти мини-ЭВМ организуется стек, в который помещаются адреса возврата. Это делает возможным обращение к подпрограммам с произвольной глубиной вложения. Процедура обращения к подпрограмме и возврата из нее не изменяет подпрограммы, что обеспечивает многократное использование одних и тех же элементов в различных частях изображения без копирования в памяти их описания. Структура команды перехода к подпрограмме позволяет достаточно просто стирать фрагменты с экрана путем обмена точек обращения к подпрограммам, что достигается заменой кода данной команды на команду перехода.

**Функциональные генераторы.** Для преобразования цифровой информации в аналоговые сигналы, управляющие траекторией движения луча ЭЛТ, в ДП используются генераторы векторов и символов.

Для вычерчивания отрезков прямых и позиционирования луча применяется метод взаимно дополняющих сигналов. Суть метода заключается в умножении двух парафазных сигналов пилообразной формы на цифровые значения координат начальной и конечной точек вектора [3].

Основным элементом генератора векторов является умножающий цифроаналоговый преобразователь (УЦАП). Двоичные коды координат начальной и конечной точек вектора сравниваются поразрядно, формируя четыре 10-разрядных двоичных числа. При этом в одинаковых разрядах этих чисел никогда не бывает совпадающих единиц, что позволяет выходы одноименных ключей соединить между собой и подать на резистивную матрицу  $R - 2R$ .

Ключи УЦАП выполнены на микросхемах К590КН2, в качестве резистивной матрицы используется микросхема ЗНС014.

Для повышения информативной способности дисплея, а также для получения однородной яркости изображения отрезков различной длины в ГТ-77 обеспечивается постоянная скорость вычерчивания векторов. Для этого в генераторе векторов имеется узел регулировки скорости, осуществляющий управление временем развертки в диапазоне длин векторов 32—1023 ед. раstra. Векторы с меньшей длиной вычерчиваются с постоянным временем. В режиме позиционирования скорость вывода луча увеличивается вдвое по сравнению с генерированием векторов [4, 5].

Генератор векторов имеет следующие характеристики: время построения векторов длиной менее 32 ед. раstra 5 мкс, скорость вычерчивания векторов длиной более 32 ед. раstra 6 мм/мкс, погрешность совмещения концов векторов любой длины не более 2 ед. раstra.

Для отображения символов на экране ЭЛТ используется метод малоформатного раstra с матрицей разложения  $7 \times 9$  точек. Информация о графическом представлении символа хранится в БИС ПЗУ (505РЕЗ) по строкам. С помощью параллельно-последовательного преобразователя осуществляется передача информации на вход видеоусилителя для модуляции яркости луча.

С целью повышения быстродействия сигнал отклонения по строкам имеет треугольную форму, что позволяет исключить временные потери, связанные с переходом луча к новой строке. Для реализации такой развертки параллельно-последовательный преобразователь работает в двух режимах сдвига кода: при вычерчивании нечетных строк осуществляется сдвиг влево, при вычерчивании четных — вправо.

Генератор символов позволяет отображать символы двух размеров. Изменение размера достигается увеличением вдвое времени развертки.

**Экранный пульт.** Высокие информационные характеристики индикаторных устройств обеспечивают получение немерцающего изображения на экране ЭЛТ, состоящего из большого числа графических элементов с высокой плотностью их размещения. Однако большая насыщенность изображения затрудняет процесс поиска и идентификации отдельных элементов, увеличивает время редактирования. Использование таких способов выделения элементов, как яркостная градация, мерцание, тип линии, не дает значительного эффекта.

Существенно облегчается различимость информации при цветовом кодировании элементов, реализуемом с помощью цветных ЭЛТ.

В экранном пульте ГТ-77 применена специальная цветная ЭЛТ (пенетрон) типа 40 ЛМ2Ц с электромагнитным отклонением луча и фокусировкой. Внутренняя поверхность экрана ЭЛТ покрыта люминесцентным покрытием, цвет свечения которого зависит от энергии электронов и может изменяться от красного до зеленого при изменении напряжения экрана.

Использование такой ЭЛТ обусловило необходимость разработки высоковольтного источника, формирующего в процессе вычерчивания изображения напряжения 6 и 12 кВ. Разработанный источник позволяет осуществить коммутацию цвета за 300 мкс. Специфичными для данной ЭЛТ являются изменение чувствительности отклонения и неравенство яркостей в красной и зеленой областях свечения. Для выравниваний масштаба и яркости экранный пульт содержит узлы динамической коррекции.

Усилитель отклонения (в каналах X и Y используются идентичные усилители) состоит из каскадов предварительного усиления и двухтактного выходного каскада, собранного на комплементарных парах с разнополярным питанием. Усилитель отклонения характеризуется следующими параметрами: максимальное значение тока отклонения  $\pm 2,5$  А, напряжение питания выходных каскадов  $\pm 27$  В, время установления с точностью до диаметра пятна при отклонениях на максимальное расстояние в пределах рабочего поля экрана менее 20 мкс.

Опытная эксплуатация системы ГТ-77, проведенная в Институте технической кибернетики АН БССР, показала ее достаточную надежность и высокую эффективность при решении различных задач в режиме оперативного графического взаимодействия человека с ЭВМ. Дальнейшее развитие системы предполагается в направлении реализации дисплейного процессора с использованием универсальной микро-ЭВМ и микропроцессорных секций, а также увеличения списка команд дисплейного процессора, что позволит расширить его функциональные возможности.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Ковалев А. М., Токарев А. С. Дисплей «Дельта» — новый универсальный графический терминал на базе мини-ЭВМ.— В кн.: Средства ввода в ЭВМ и отображения графической информации. Новосибирск, изд. ИАиЭ СО АН СССР, 1974.
2. Foley J. D. A Tutorial on Satellite Graphics Systems.— Computer, 1976, vol. 9, N 8, p. 14.
3. Ньюмен У., Спрулл Р. Основы интерактивной машинной графики. М., Мир, 1976, с. 72—76.
4. Алексеев Г. И., Горобченко А. А., Злотник Е. М., Семенов О. И. Устройство для отображения графической информации на экране ЭЛТ. (Автор. свид-во № 607246.)— БИ, 1978, № 18.
5. Горобченко А. А., Злотник Е. М., Мирончик В. С. Устройство для формирования развертывающего напряжения. (Автор. свид-во № 613345.)— БИ, 1978, № 24.

*Поступила в редакцию 22 августа 1978 г.;  
окончательный вариант — 12 июля 1979 г.*

---