

СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫЕ ВНЕШНИЕ УСТРОЙСТВА

УДК 681.325

А. М. КОВАЛЕВ, В. Н. КОТОВ, А. А. ЛУБКОВ,
А. С. ТОКАРЕВ

(Новосибирск)

ГРАФИЧЕСКИЙ ДИСПЛЕЙ «ДЕЛЬТА»

В связи с появлением большого числа задач, до конца неалгоритмизированных (например, задач машинного проектирования, задач с большим объемом выходной информации, отображающих динамику процессов, задач, требующих в конечном итоге принятия решений человеком), возникла необходимость в восстановлении оперативного взаимодействия человека с вычислительной машиной, потерянного вследствие распространения так называемой «пакетной обработки» задач. Поэтому широкое распространение получили специальные средства — дисплеи, позволяющие организовать оперативное взаимодействие человека с ЭВМ.

Эволюция дисплеев вызвала к жизни большое разнообразие устройств различного класса, более или менее сложных и дорогих, в зависимости от того, для каких нужд они создавались. Стремление расширить функциональные возможности дисплея, освободить центральный вычислитель, т. е. источник графической информации, от процедур поддержания изображения на экране дисплея и процедур, связанных с манипуляциями над изображением (редактирование, модификация, изменение масштаба, сдвиг и т. п.), привело к тому, что в состав дисплея стали включать регенеративную оперативную память и дисплейный процессор. Такое оборудование по сложности структуры и стоимости не уступает малым и даже средним ЭВМ, оставаясь при этом узко специализированным.

В последние годы получила распространение практика включения в состав дисплея мини-ЭВМ общего назначения. Толчком к этому послужил серийный выпуск недорогих быстродействующих мини-процессоров общего назначения, который налажен в настоящее время и у нас в стране, а также преимущества, которые при этом обеспечиваются. Это 1) широкие функциональные возможности дисплея, которые поддерживаются, естественно, соответствующим программным обеспечением; 2) возможность гибкой модификации графических программ, что необходимо вследствие большого разнообразия процедур формирования и обработки графической информации; 3) использование памяти мини-ЭВМ для хранения и регенерации изображения.

Кроме того, мини-ЭВМ и ее стандартное периферийное оборудование создают предпосылки для организации дисплейной станции подготовки, предварительной обработки и документирования данных в автономном режиме, что делает реальным осуществление тезиса: «Пусть центральный вычислитель занимается вычислениями!»

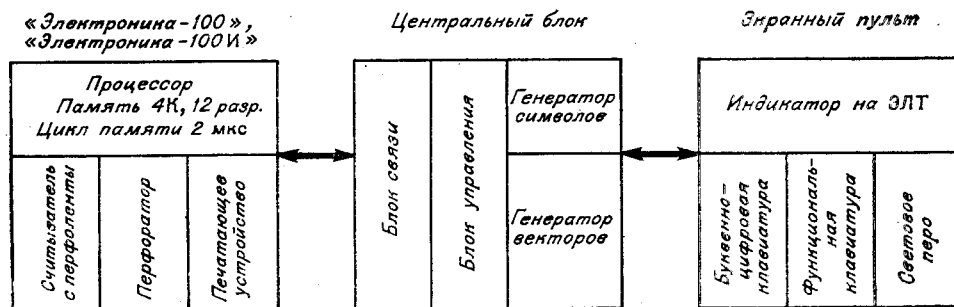


Рис. 1.

В ИАЭ СО АН СССР в 1971 г. была начата и в 1972 г. завершена разработка дисплея на базе мини-ЭВМ «Электроника-100» (шифр «Дельта»).

«Дельта» включает в свой состав (рис. 1):

1) экранный пульт с индикатором на ЭЛТ, буквенно-цифровой и функциональной клавиатурой и световым пером; 2) центральный блок с генераторами символов и векторов, устройством управления генераторами и устройством связи с ЭВМ; 3) ЭВМ «Электроника-100 (100И)» со стандартным набором внешних устройств (считыватель с перфоленты, перфоратор и печатающее устройство).

Расширенный вариант «Дельты» предусматривает подключение к одному центральному блоку управления до 4-х экранных пультов, увеличение оперативной памяти ЭВМ до 32К слов, подключение диска или накопителя на магнитной ленте и т. д.

Как можно видеть, дисплей, помимо мини-ЭВМ, содержит мини-малый набор технических средств, функционирование которых полностью находится под контролем мини-ЭВМ.

Для связи с мини-ЭВМ «Электроника-100» используется как канал непосредственного доступа к памяти, так и канал программируемой передачи данных.

Команды и данные, описывающие изображение на экране дисплея, т. е. массив изображения, хранятся в памяти ЭВМ «Электроника-100», занимая последовательную или непоследовательную серию адресов, и извлекаются блоком связи по каналу прямого доступа в режиме занятия или захвата цикла памяти. Графические команды и данные пересылаются блоку управления и полностью определяют функционирование генераторов символов, векторов и индикатора или же используются блоком связи.

Другой тип дисплейных команд предназначен для использования в обслуживающих программах. Для передачи этих команд использован программируемый канал ЭВМ. К ним относятся команды управления вводом — выводом, такие как: установка начального адреса массива индикации, разрешение доступа к памяти, отбор диалоговой информации активированных средств диалога, т. е. кода нажатой клавиши буквенно-цифровой клавиатуры, функциональной клавиши, текущего адреса элемента изображения, выделенного световым пером, кода прерывания.

При разработке дисплея «Дельта» особое внимание было уделено экономному расходованию памяти и машинного времени мини-ЭВМ. В связи с этим можно выделить две особенности устройства.

Первая особенность состоит в гибкости и компактности формы представления массива изображения (рис. 2).

Массив изображения состоит из отдельных частей или «модулей», описывающих фрагменты изображения, которые обрабатываются устройством без изменения его режима. В начале каждого модуля ставится

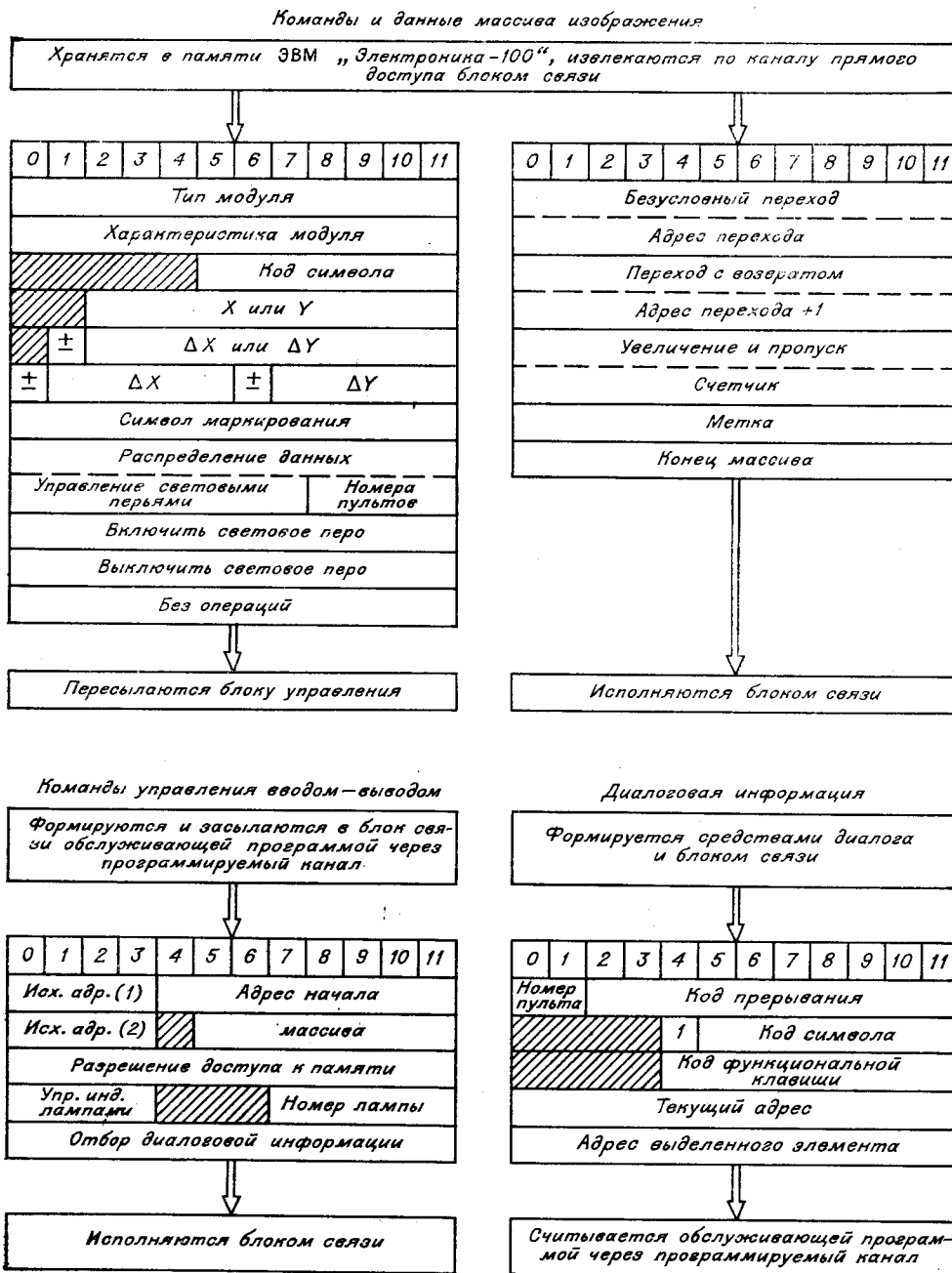


Рис. 2.

так называемое «слово типа», определяющее смысл следующих за ним слов-данных. Модуль может описывать:

строки текста (при этом указываются координаты начала строки, затем каждый символ передается одним машинным словом, расстановка символов в строке производится аппаратно);

произвольные контуры, образованные отрезками прямых линий (векторов); возможно задание векторов в абсолютных или относительных координатах (каждый вектор описывается парой X, Y или ΔX, ΔY координат его конца, для чего требуется два слова);

произвольные контуры, образованные отрезками ограниченной длины (короткие векторы), для задания которых требуется одно слово; одинаковые буквенно-цифровые знаки из набора генератора символов, расположенные в произвольных точках экрана (маркировка), где каждая маркируемая позиция задается парой X, Y или $\Delta X, \Delta Y$ координат и занимает два слова.

Помимо слова типа, модуль снабжается словом-характеристикой, определяющим вид построения элементов модуля. Так, векторы могут быть сплошными или точечными, символы могут быть двух размеров и иметь две ориентации, любой из элементов может иметь нормальную или повышенную яркость и мигать.

Массив индикации может содержать ряд дополнительных команд (см. правую верхнюю часть рис. 2). Такие из них, как «Переход» и «Переход с возвратом», позволяют создавать нелинейные, многоуровневые массивы изображения и строить графические «подкартинки», подобные подпрограммам ЭВМ. При этом, если изображение содержит много одинаковых повторяющихся фрагментов, в массиве индикации имеется только одно его описание, а такая команда, как «Увеличение и пропуск», позволяет образовывать циклы.

Вторая особенность дисплея «Дельта» состоит в реализации блоком связи режима «Украденный цикл» при работе с мини-ЭВМ. Сущность приема состоит в следующем.

Получив очередные данные из памяти по каналу непосредственного доступа, блок управления запускает генератор векторов или символов на построение очередного элемента изображения и тут же снимает требование разрыва ЭВМ, предоставляя ей возможность вернуться к исполнению какой-либо программы. Приостановка исполнения этой программы произойдет лишь после отработки функциональных генераторов, когда вновь выставится требование разрыва, и лишь на время выборки из памяти очередных данных. Таким образом создается некая система с разделением времени, с доступом к одной и той же памяти. Установлено, что затраты машинного времени на генерацию изображения не превышают 25%, т. е. мини-ЭВМ не теряет способности к исполнению сторонних программ, только ее эффективное быстроедействие снижается максимум на 25%.

Это обстоятельство весьма немаловажно, так как позволяет возложить на включенную в состав дисплея мини-ЭВМ большинство процедур по редактированию, модификации изображения и обслуживанию средств диалога или дает возможность подключать к одной мини-ЭВМ до 4-х дисплеев.

Что касается функциональных генераторов (векторов, символов), то их характеристики, такие как быстроедействие и точность, также как и параметры индикатора, определяют в конечном счете качество изображения на экране и информационную способность дисплея. Генератор векторов дисплея «Дельта» вырабатывает пару синхронных X, Y линейно-меняющихся сигналов, получаемых от интеграторов на основе операционного усилителя с конденсатором в цепи обратной связи. После построения очередного вектора устройство калибруется точным значением конечной координаты, что позволяет избежать накапливающейся погрешности при отображении большого числа векторов. Применена ступенчатая регулировка времени построения векторов в зависимости от их длины, что позволяет уменьшить разброс скоростей построения, обеспечивая скорость построения большинства векторов около 1 см/мкс (при рабочем поле 28×28 см).

Генератор символов использует метод кусочно-линейной аппроксимации. Для построения символов используется набор отрезков, имеющих 16 возможных направлений и 6 длин. Конфигурация знаков стилизована таким образом, что любой символ образован не более чем восьмью

отрезками. Общее время построения одного символа пропорционально суммарной длине образующих его отрезков. Информация о конфигурации символов хранится в 64-разрядном трансформаторном ПЗУ, откуда извлекается по приходе кода символа. На выходе генератора символов имеются интеграторы, вырабатывающие синхронные линейно-меняющиеся сигналы. ЭЛТ имеет специальную маловитковую отклоняющую систему, на которую нагружены усилители отклонения развертки символов.

Индикатор содержит ЭЛТ диаметром 45 см. Для перемещения ее луча по всему рабочему полю использована главная отклоняющая система (статорного типа), на которую нагружена пара X, Y усилителей отклонения. Для снижения мощности, рассеиваемой на оконечных каскадах усилителей отклонения, применена импульсная подпитка выходных каскадов повышенным напряжением на время переходного процесса. Время установки луча в произвольную точку экрана не более 20 мкс.

Средства диалога дисплея включают световое перо, буквенно-цифровую и функциональную клавиатуры.

Любое из средств диалога способно организовать прерывание мини-ЭВМ. При этом появляется возможность считать либо адрес элемента изображения, выделенного световым пером, либо код буквенно-цифровой или функциональной клавиатур.

В качестве светочувствительного элемента в перо использован фотодиод; общее время задержки сигнала в тракте ЭЛТ — световое перо около 2 мкс.

«Дельта» снабжается обширным программным обеспечением, включающим диспетчер, графический ассемблер, генераторы графических макрокоманд (рисование осей с оцифровкой, масштабирование, поворот, «окно» и т. д.), пошаговый транслятор графических команд, редактор текстовой информации, разнообразные программы рисования и редактирования изображений с помощью светового пера. Написана программа, позволяющая выводить на экран дисплея топологию интегральных схем и обеспечивающая возможность визуального контроля и редактирования изображения.

Для завершения знакомства с дисплеем укажем некоторые технические характеристики.

Индикатор

Размер рабочего поля экрана	280×280 мм.
Количество адресуемых точек	1024×1024.
Частота кадров	50 Гц, 25 Гц.

Символы (ГОСТ 13052-67)

	Малый формат 3,0×4,3 мм	Большой формат 6,0×8,6 мм
Число символов в строке	73	37
Число строк	43	22
Время построения	1,1—8,3 мкс.	1,6—15,9 мкс.

Векторы

Длина компонент	Время построения, мкс
0—127	8
128—255	16
256—511	26
512—1023	46

Функциональные клавиши — 256 кодовых комбинаций.

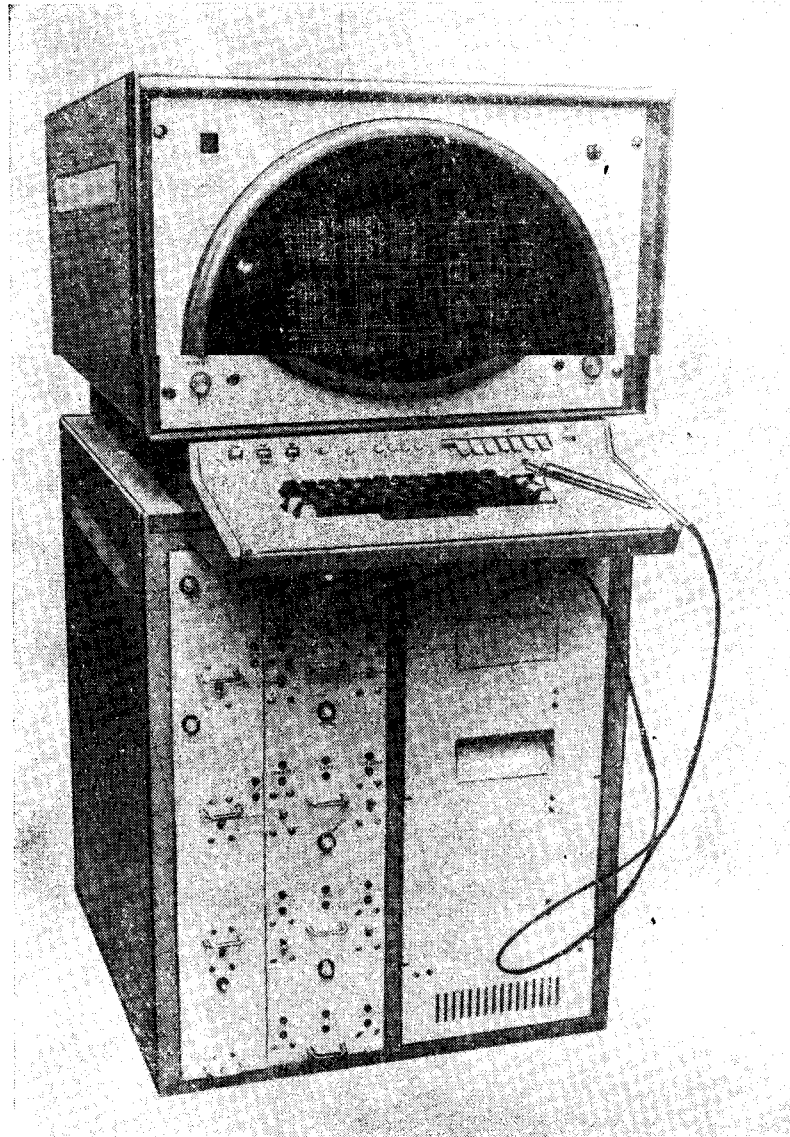


Рис. 3.

Световое перо — режим «Рисование», режим «Выделение элемента изображения», сопровождаемый его сверхподсветкой.

ЭВМ «Электроника-100, 100И»

Емкость памяти	4—32К	12-разрядных слов.
Цикл памяти	2 мкс.	

На рис. 3 и 4 приведены общий вид дисплея и пример изображения на его экране.

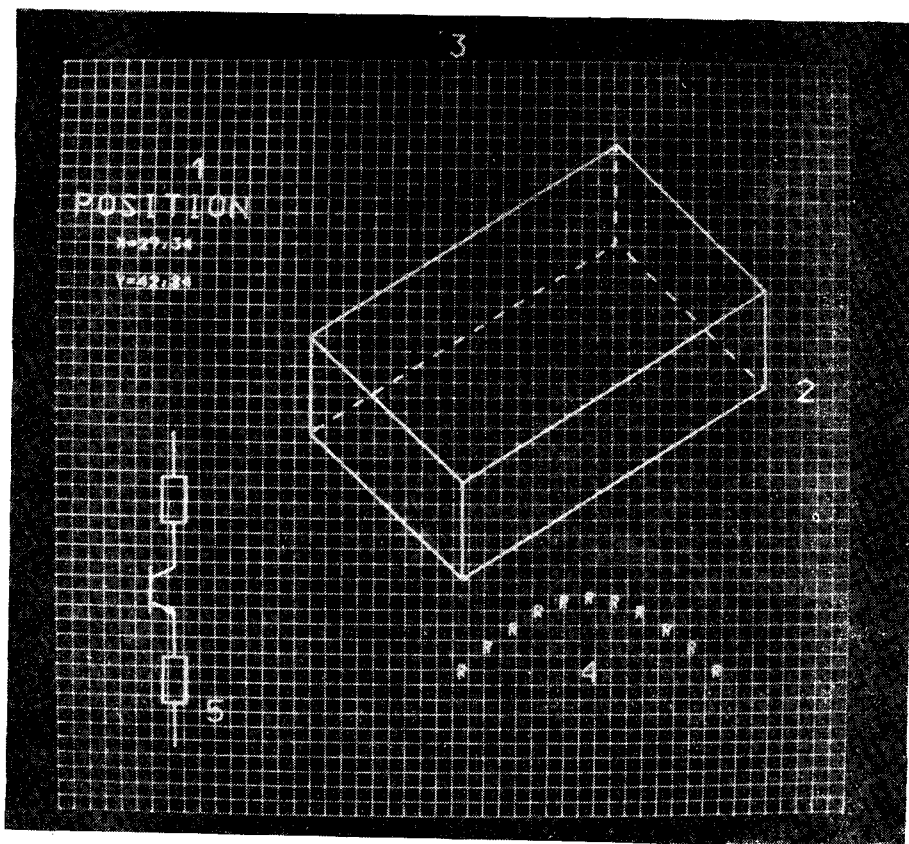


Рис. 4.

Дисплей «Дельта» подключен к ЭВМ «Минск-32». В ИАЭ проводятся работы по созданию специализированного матобеспечения для решения с помощью дисплея задач проектирования топологии БИС, проектирования и анализа электронных схем.

Поступила в редакцию 6 ноября 1973 г.

УДК 681.3.06

А. Н. ГИНЗБУРГ, Ю. И. РОДИОНОВ
(Новосибирск)

АВТОНОМНЫЙ ДИСПЕТЧЕР ГРАФИЧЕСКОГО ТЕРМИНАЛА «ДЕЛЬТА»

1. Наличие в составе графического дисплея «Дельта» [1] универсальной мини-машины (дисплейного процессора) приводит к тому, что в программное обеспечение любой системы графического взаимодействия (см. например, [2]), основанной на применении этого дисплея, естественно входит автономный диспетчер терминала (АДТ), размещенный в ЭВМ «Электроника-100».

Основное назначение диспетчера терминала обеспечить: обработку прерываний от всех внешних устройств (ВНУ), экранного пульта и