

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 (ВУ), экранного пульта и

центрального блока [1], а также их параллельную работу; связь терминала с ведущей ЭВМ; обслуживание светового пера в режиме указания и трассировки; ввод информации с буквенно-цифровой и функциональной клавиатур; обслуживание диалога «оператор — дисплей»; необходимый сервис для вывода (ввода) информации на печать и перфоленгу; организацию всех модулей программного обеспечения в единую систему.

Кроме того, в диспетчер включен блок шагового транслятора с графического макроассемблера [3] и механизм для обработки изображений, представленных в виде иерархических графических структур [4, 5]. Диспетчер построен по модульному принципу и имеет гибкую систему обработки прерываний, что обеспечивает безболезненное развитие как аппаратных, так и программных средств.

2. Автономный диспетчер терминала состоит из нескольких взаимосвязанных модулей. Стержневым модулем является диспетчер нулевого уровня (Диспетчер-0), который обеспечивает обработку всех прерываний и простейший обмен с ВнУ (на уровне отдельного символа). Такой модуль является необходимой частью любой системы математического обеспечения дисплея.

Диспетчер первого уровня (Диспетчер-1) допускает различные модификации в зависимости от потребностей пользователя и вкуса разработчика (который, однако, должен учитывать ограничения, определяемые архитектурой Диспетчера-0). Диспетчер-1 содержит процедуры обмена с ВнУ на уровне массивов, процедуры обслуживания светового пера и процедуры для организации диалога.

АДТ позволяет работать с терминалом как в автономном режиме, так и в режиме связи с ведущей ЭВМ. В этом случае организация работы такова. После включения терминала и запуска диспетчера последний переходит в режим ожидания. Программа пользователя, находящаяся в ведущей ЭВМ, формирует исходный кадр изображения и передает его в терминал. После приема и вывода изображения АДТ принимает информацию от оператора и формирует массив сообщений оператора (МСО). Одновременно с редактированием МСО, включающим синтаксический анализ, проводится индикация на экране контрольных сообщений оператору о приеме от него входных заданий. После завершения формирования МСО отсылается в ведущую ЭВМ для расшифровки и принятия решения, затем цикл обмена информацией повторяется.

Для обеспечения параллельной работы дисплейной аппаратуры, устройств ввода — вывода и возможности для ЭВМ «Электроника-100» одновременно решать текущую задачу была принята схема обработки прерываний, основанная на магазинной записи и считывании состояний ЭВМ «Электроника-100».

При поступлении сигнала о прерывании происходит гашение соответствующего аппаратного флага «Готовность ВнУ» и устанавливается его программный эквивалент; состояние ЭВМ запоминается в магазине; прерывание идентифицируется; если время обработки прерывания невелико, то обработка производится немедленно, после чего состояние ЭВМ восстанавливается; в противном случае формируется задание на обработку прерывания, после чего состояние ЭВМ восстанавливается (то есть разрешаются новые прерывания, а сама обработка происходит параллельно с дальнейшим счетом и обслуживанием вновь поступивших прерываний). Таким образом, обслуживание прерываний может быть как одноступенчатым (выполняется немедленно после идентификации причины), так и двухступенчатым (после идентификации формируется лишь задание на обработку, а собственно обработка выполняется после выхода из режима прерывания и не препятствует поступлению новых прерываний). Общая схема функционирования диспетчера приведена на рис. 1.

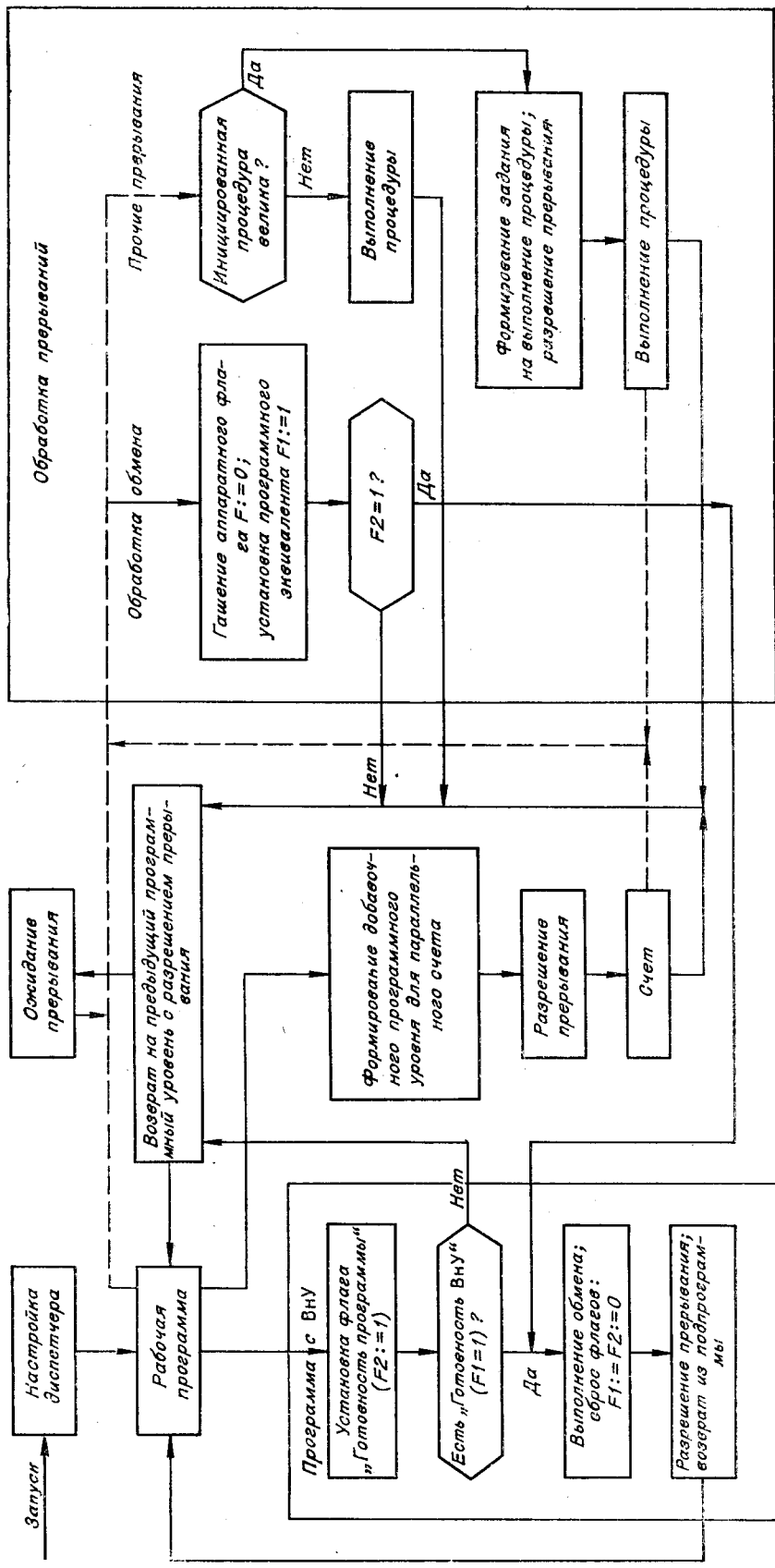


Рис. 1.

В АДТ заложены три основных механизма для обработки прерываний. Первый — используется при обращении из программы к подпрограмме, имеющей выход на ВнУ. В этом случае учитывается асинхронность работы процессора и ВнУ. При входе в подпрограмму устанавливается флаг «Готовность программы» и проверяется программный флаг «Готовность аппаратуры ВнУ». Если «Готовности ВнУ» нет, то происходит возврат на предыдущий программный уровень. По отношению к основной рабочей программе таким уровнем (если одновременно не используется еще какое-либо ВнУ) является цикл ожидания прерывания. Если же «Готовность ВнУ» есть, то происходит соответствующий обмен, разрешается прерывание и происходит возврат в рабочую программу. Если нет «Готовности ВнУ», продолжение работы подпрограммы возможно лишь после поступления аппаратного прерывания от соответствующего ВнУ. При поступлении такого прерывания выполняется обмен, оба флага сбрасываются и подпрограмма готова к повторному использованию. Однако возможна ситуация, когда время подготовки очередного символа столь велико, что прерывание от ВнУ приходит раньше, чем устанавливается флаг «Готовность программы». В этом случае после гашения аппаратного флага и установки его программного эквивалента проверяется флаг «Готовность программы» и поскольку он, естественно, оказывается в состоянии «Не готов», происходит возврат на предыдущий уровень, т. е. на продолжение работы по подготовке очередного символа.

Второй механизм обеспечивает возможность формирования дополнительного программного уровня для параллельного счета. Поскольку в дисплее «Дельта» отсутствует таймер, такие уровни могут использоваться только с процедурами, содержащими обработку прерываний от ВнУ. Описанный механизм реализует мультипрограммный режим по отношению к ВнУ и позволяет осуществлять двухступенчатую обработку прерываний. При наличии таймерного устройства этот механизм позволяет организовать режим разделения времени.

Третий механизм используется при обработке прерываний, инициированных вне рабочей программы: прерываний от экранного пульта и центрального блока. Если процедура, которую необходимо выполнить, в связи с поступлением такого прерывания не велика (например, обработка прерывания по регенерации кадра изображения), то она выполняется без разрешения последующих прерываний. (Разрешение прерываний осуществляется в момент возврата на прерванный программный уровень.) В противном случае производится двухступенчатая обработка прерываний.

3. Типичным для дисплея «Дельта» является периодическое с частотой 50 Гц прерывание, вызывающее регенерацию кадра изображения. В случае если массив индикации велик (кадр отображается больше 20 мс), возникает прерывание «Регенерация 25 Гц». Если длительность отображения кадра больше 40 мс, приходит прерывание «Блокировка». При всех перечисленных прерываниях регенерация начинается с начала массива индикации. При прерываниях по причинам «Метка в массиве», «Световое перо» и «Некорректный массив» регенерация возобновляется с той точки в массиве индикации, откуда пришло прерывание.

АДТ дает возможность оператору запустить регенерацию с произвольного места в массиве индикации или произвести гашение регенерации. При больших размерах массивов индикации пользователь может либо работать с частотой регенерации 25 Гц, либо принять меры по уменьшению длины массива.

Наибольший интерес представляет прерывание процесса регенерации кадра по причине «Метка в массиве», поскольку это дает возможность легко организовать манипуляции с фрагментами изображения, имеющего иерархическую структуру.

При появлении прерывания «По метке» считывается ее адрес и проверяется тип. (Для типа метки используются следующие обозначения: —1— метка «Конец массива»; +1— метка «Выходная»; 0— метка «Входная».) Если метка «Входная», ее адрес записывается в магазин, в противном случае запись от предыдущей метки стирается. Алгоритм обработки меток аналогичен учету уровней вложенности скобок при трансляции арифметических выражений. Таким образом, в любой момент времени в магазине меток у нас хранится информация о том, каким путем мы пришли к некоторому фрагменту. Пусть в момент отображения этого фрагмента поступило прерывание от светового пера. Зафиксировав содержимое магазина меток и двигаясь по списку адресов меток от текущей до первой, мы можем активировать внешние фрагменты все более и более высокого уровня. Структура файла с использованием метки показана на рис. 2. В качестве дополнительной информации о метке может употребляться, например, имя метки.

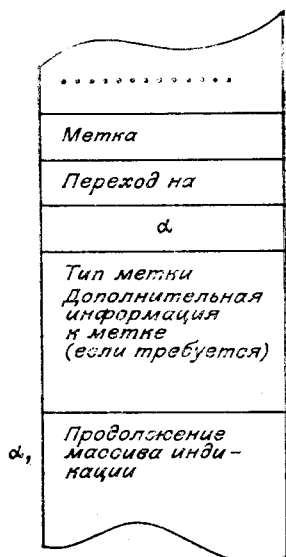


Рис. 2.

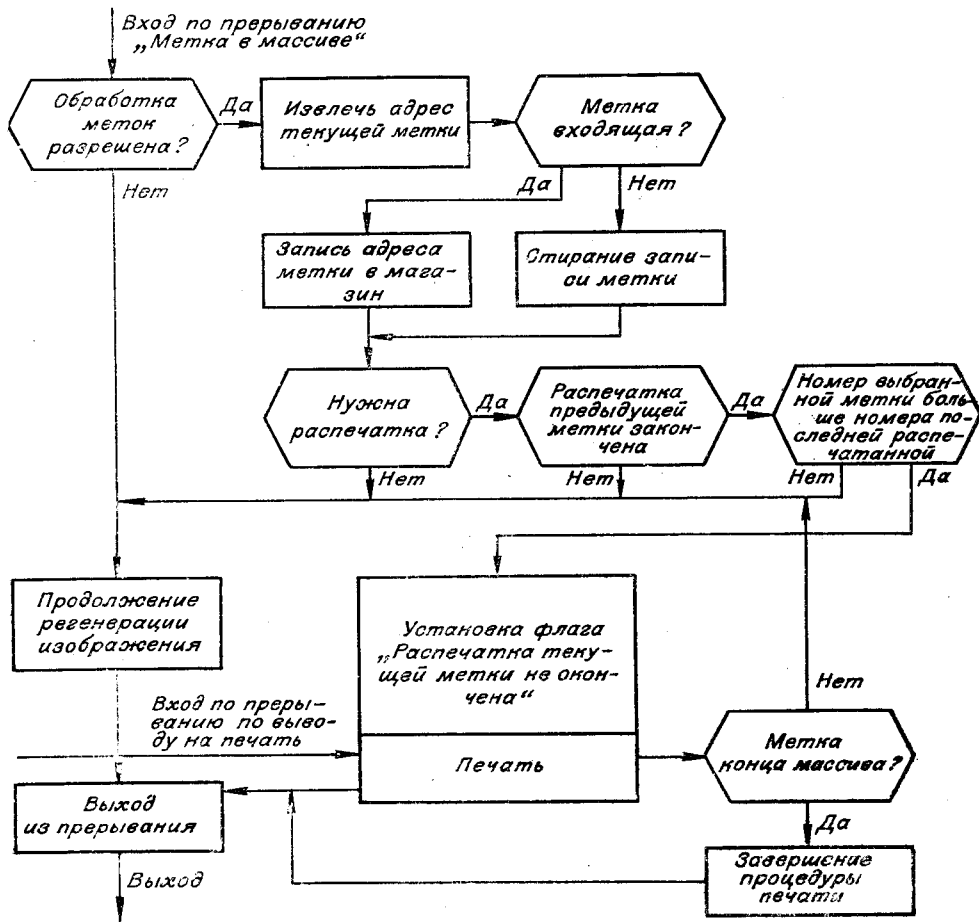


Рис. 3.

Код и наименование режима	Код действия	Наименование действия
00 Рисование	0	Стереть нарисованную линию
	1	«Здесь»
	2	Перевести луч без высвечивания
	3	Перевести луч с высвечиванием
	4	Вывести маркер или перекрестие (визир)
	5	Режим точности
	6	Режим соединения точек
	7	Сбросить маркер (шкалу)
01 Формирование МСО	0	Конец сообщения
	1	Ввод пера
	2	Код ФК
	3	Ввод символов
	4	Ввод векторов
	5	Ввод точек
	6	Резерв
	7	Сброс компоненты

Полная блок-схема обработки прерывания от метки в массиве приведена на рис. 3.

АДТ предусматривает работу со световым пером в режиме указания и рисования. В последнем случае возможна установка текущей точки (визира) в любом месте рабочей поверхности экрана с точностью разрешения индикатора. Соединение двух последовательно введенных точек на экране может производиться по желанию пользователя в одном из двух режимов. В первом — точки соединяются отрезком без какой-либо корректировки. Во втором — проводится вектор из предыдущей точки по одному из восьми разрешенных направлений в точку, ближайшую к текущей.

4. Рассмотрим диалоговые возможности диспетчера. Процедуры, замкнутые внутри системы дисплей — оператор, как правило, инициируются набором специальных директив на буквенно-цифровой клавиатуре (БЦК) дисплея или телетайпа. Это процедуры по обмену с устройствами ввода — вывода, связанными с мини-машиной; процедуры, обеспечивающие изменение содержимого ячеек ОЗУ без останова диспетчера, а также передачу управления на вновь введенные программные модули.

Большинство же процедур, необходимых для диалога, инициируется с помощью функциональной клавиатуры (ФК). В дисплее «Дельта» имеется восьмиразрядная ФК и тумблер, вызывающий «Прерывание от ФК». В реализованной системе код ФК разбит на две части. Первая — «Код режима» определяет группу действий, вторая — «Код действия» уточняет, какую процедуру предполагается инициировать. В качестве примера в таблице приведены коды для двух режимов: рисования с использованием светового пера и формирования МСО. Чтобы начать формирование МСО, необходимо либо передать предыдущий МСО в ведущую ЭВМ, либо ввести код ФК «Сброс сообщения». После этого МСО становится открытым для записи. В процессе формирования МСО предполагается анализ ошибок оператора с соответствующей индикацией и возможность устранения замеченных ошибок (редактирование МСО).

Более подробно структура и состав МСО обсуждаются в [1].

5. Дальнейшее развитие программных средств терминала может идти, во-первых, по пути организации подкачки с использованием внешней памяти (например, НМЛ), во-вторых, при возможности расширения МОЗУ, за счет передачи всех функций по первичной обработке графической информации с ведущей ЭВМ на терминал и, в-третьих, по пути перехода от языка диалога низшего уровня к языку более общего характера.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. А. М. Ковалев, В. А. Котов, А. И. Лубков, А. С. Токарев. Графический дисплей «Дельта». — Автометрия, 1974, № 4.
2. А. Н. Гинзбург, Ю. И. Родионов. Графическая система дисплей «Дельта» — ЭВМ «Минск-32». Программное обеспечение. — Автометрия, 1974, № 4.
3. Ю. И. Родионов. Шаговый транслятор с графического макроассемблера. — В сб. «Вопросы построения системы сбора и обработки данных». Новосибирск, 1973.
4. А. Н. Гинзбург, Ю. И. Родионов. Структура программного обеспечения системы «Экран». — Автометрия, 1973, № 2.
5. J. H. Sexton. An Introduction to Data — Structures with Some Emphasis on Graphics. — Computer Bulletin, September, 1972.

*Поступила в редакцию 27 декабря 1973 г.*

УДК 681.3.06

**А. Н. ГИНЗБУРГ, Ю. И. РОДИОНОВ**

*(Новосибирск)*

### **ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ГРАФИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ДИСПЛЕЙ «ДЕЛЬТА» — ЭВМ «МИНСК-32»**

**Введение.** Графическая система дисплей «Дельта» — ЭВМ «Минск-32», являясь универсальной по составу технических средств, предназначена для оперативного взаимодействия исследователя с системой автоматизации экспериментов; цифрового моделирования в режиме графического взаимодействия с ЭВМ, а также для решения широкого круга задач автоматизации проектирования (в микроэлектронике и т. п.).

Основные компоненты системы:

универсальная вычислительная машина «Минск-32», которая используется (в связи с тем, что она имеет достаточно емкую внешнюю память, большое быстродействие и развитое математическое обеспечение) как центральный вычислитель или ведущая ЭВМ;

графический дисплей «Дельта» [1], использующий в качестве дисплейного процессора стандартную мини-машину «Электроника-100»;

универсальное математическое обеспечение (МО).

Говоря об универсальности, мы, прежде всего, имеем в виду независимость комплекса программ от типа ведущей ЭВМ, а также и то обстоятельство, что состав программного обеспечения не накладывает принципиальных ограничений на класс доступных для решения задач. Наличие в системе двух универсальных вычислительных машин привело к тому, что программное обеспечение подразделяется на две части. Наиболее рациональным, по нашему мнению, было бы следующее распределение математического обеспечения. В мини-машине расположены все программы, выполняющие графические функции (формирование изо-