

ДИГФОР - ПАКЕТ ПРОГРАММ НА ФОРТРАНЕ
ДЛЯ РАБОТЫ С ГРАФИЧЕСКИМ ДИСПЛЕЕМ ЕС-7064

А.В.Ерофеев, В.Л.Катков, К.М.Макаров,
А.Ю.Матерук, В.П.Степанов

Описывается пакет программ, позволяющий организовать диалоговую работу на ЭВМ БЭСМ-6 через графический дисплей ЕС-7064 в рамках ОС ИИМ.

1. А п п а р а т у р а с и с т е м ы. Графический дисплей ЕС-7064 подключен к ЭВМ БЭСМ-6 через мультиплексор, разработанный в ВЦ СО АН СССР. С точки зрения пользователя, схема подключения выглядит так, как показано на рис.1: машина и дисплей имеют двусторонний канал обмена информацией между буферной памятью БЭСМ-6 (часть оперативной памяти) и памятью дисплея.

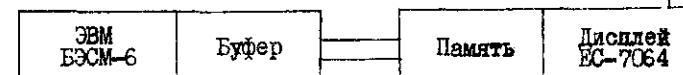


Рис. 1

Обмен всегда (кроме прерываний) происходит по инициативе БЭСМ-6. Информация, передаваемая в дисплей, представляет собой последовательность приказов, управляющих его работой. Обычно акт обмена осуществляется следующим образом: БЭСМ-6 посылает в дисплей команду, прекращающую регенерацию изображения (изображение исчезает с экрана); затем новая порция приказов дисплея пересылается в его память, после чего БЭСМ-6 дает дисплею команду начать выполнение программы, переписанной в его память, с заданного адреса (тем самым начинается процесс регенерации, и изображение появляется на экране дисплея).

Дисплей ЕС-7064 имеет некоторые средства управления им со стороны пользователя, сидящего перед экраном. Действия пользователя, требующие внимания со стороны БЭСМ-6, приводят к появлению в регистрах дисплея "битов внимания" и сопутствующей им информации. БЭСМ-6 может прочесть эти биты и информацию и передать их программе пользователя для анализа и обработки.

Дисплей имеет память (длиной 8К байт), в которой хранится программа, управляющая его работой. Программа выполняется последовательно, приказ за приказом, и по достижении последнего адреса в памяти управление автоматически передается на первый адрес памяти. Кроме того, имеются приказы безусловной передачи управления, используемые по усмотрению программиста.

Функциональная клавиатура дисплея имеет 32 клавиши и 256 покрывок, позволяющих реализовать в дисплее (при нажатии на определенную клавишу и наличии определенной покрывки) 32x256 различных прерываний (битов внимания). Обычно каждое прерывание приводит к запуску в БЭСМ-6 определенной (функциональной) программы, реагирующей на это прерывание.

Световое перо конструктивно напоминает обычный карандаш, снабжено фотоэлементом, реагирующим на свет, и служит для выдачи прерываний при указании им на светящуюся точку, линию или символ на экране. Работа пользователя со световым пером происходит в два приема: 1) перо подносится к экрану и нацеливается на нужный элемент изображения, как только элемент попадает в поле зрения пера, он начинает мерцать (это делается автоматически, аппаратными средствами); 2) если теперь пользователь слегка прижмет перо к экрану, то сработает концевой выключатель, и в дисплее возникнет прерывание от светового пера. Вместе с прерыванием фиксируются координаты луча и адрес приказа дисплея, на котором произошло прерывание.

Рисовальный рычаг, или двойстик, позволяет пользователю управлять положением так называемой метки (светящейся точки) на экране дисплея. Наклон рычага вправо-влево, вверх-вниз приводит к соответствующему перемещению метки по экрану дисплея до тех пор, пока рычаг не вернется в нейтральное положение. Первоначально, при включении дисплея и выполнении приказа "ввод метки", светящаяся точка появляется в центре экрана. Координаты метки можно задать в качестве базовых координат для рисования изо-

бражения на экране дисплея, в результате чего перемещение метки с помощью рычага приводит к перемещению всего изображения или его части по экрану. Имеются средства, позволяющие прочесть текущие координаты метки.

Наконец, алфавитно-цифровая клавиатура (АЦК) позволяет внести изменения в программу дисплея, в ту ее часть, которая связана с отображением текстовой информации на экране. В наборе приказов дисплея имеются приказы отображения текста, состоящие из кода операции и знаковой зоны, в которой стоят коды символов АЦК. Выполнение такого приказа приводит к запуску знакового генератора дисплея, который по коду знака генерирует его изображение на экране. Изменение содержимого знаковой зоны происходит в два приема:

1) вначале при выполнении команды "вести курсор" на экране появляется специальный символ (курсор) в позиции, соответствующей началу текста на экране, одновременно некоторый воображаемый указатель устанавливается на первую позицию в знаковой зоне приказа дисплея;

2) далее, с помощью АЦК в знаковую зону вводятся требуемые символы, при этом воображаемый указатель смещается на следующую позицию, одновременно вводимые символы отображаются на экране дисплея в позиции курсора, а курсор сдвигается на следующую позицию. По достижении указателем конца знаковой зоны смещение курсора (и указателя) прекращается.

Следует отметить, что ввод символов с АЦК возможен только в так называемые незащищенные знаковые зоны, задаваемые соответствующим кодом операции. Имеется возможность передать в БЭСМ-6 по ее запросу заданную часть памяти дисплея и прочесть тем самым введенный с АЦК текст.

Более подробную информацию о дисплее ЕС-7064 можно найти в [1].

2. Вступление в контакт с ДИГФОРом. Пакет программы ДИГФОР оформлен в виде библиотеки мониторной системы ДУБНА, эмулируемой операционной системой ИИМ [2]. Для работы пакета необходима память, которая должна быть отведена в виде COMMON-блока: COMMON | DPRINT | MAC (LGDP), где LGDP - длина блока, целое число. Эта память "нарезается" пакетом ДИГФОР квантами, длина которых LBL так же, как и LGDP, должна быть задана обращением к ДИГФОРу в виде CALL ДИГФОР (LGDP, LBL).

Длина COMMON-блока зависит от числа картинок (см. ниже), которыми одновременно собирается оперировать пользователь, создавая программу. Для ориентировки можно назвать следующие цифры: при одновременной работе с пятью картинками, занимающими целиком память дисплея, требуется около 1600 ячеек COMMON-блока.

Длина квантов, на которые разбивается общая память, должна быть не меньше 25. При выборе длины необходимо учитывать следующие соображения: слишком большая длина квантов приводит к некоему распределению памяти (могут оставаться неиспользованными большие куски), небольшая длина квантов приводит к увеличению времени обмена между БЭСМ-6 и дисплеем. В качестве компромисса можно рекомендовать длину в 30-50 слов.

Если программа предполагает диалог с пользователем посредством функциональной клавиатуры, светового пера или рисовального рычага, то в программе необходимо описать массив длиной в 5 слов, в который пакет ДИФОР будет засылать информацию, сопутствующую прерыванию от этих устройств (будем обозначать этот массив как IPR).

Наконец, в случае работы с функциональной клавиатурой программа пользователя может подсвечивать некоторые клавиши; для этого необходимо описать массив в 32 слова (ниже он будет упоминаться как IPD).

3. Установочные программы. Пользователь, работающий с ДИФОРом, оперирует в двух пространствах: в области графических данных, в которой он использует свою координатную систему XU и свои единицы измерения (метры, килограммы, минуты и т.п.); и на экране дисплея, где имеются своя система координат UV и своя единица измерения — растровая единица, равная 0,25 мм. Ось OU считается горизонтальной, OV — вертикальной, пределы измерения UV по обеим осям — от 0 до 1023 растровых единиц.

Для того чтобы задать отображение области графических данных на экран дисплея, в ДИФОРе имеются две программы: ОКНО, с помощью которой определяется область графических данных, и РАМКА, определяющая ту часть экрана, в которую будет отображаться внутренность "окна". Преобразование внутренности "окна" во внутренность "рамки" сводится к масштабированию и переносу (рис.2). Надо отметить, что при задании этого преобразования можно определить режим "клипирования", когда часть картины, выступающая за пределы окна, будет обрезана при изображении ее на экране дисплея (именно этот случай показан на рис.2).

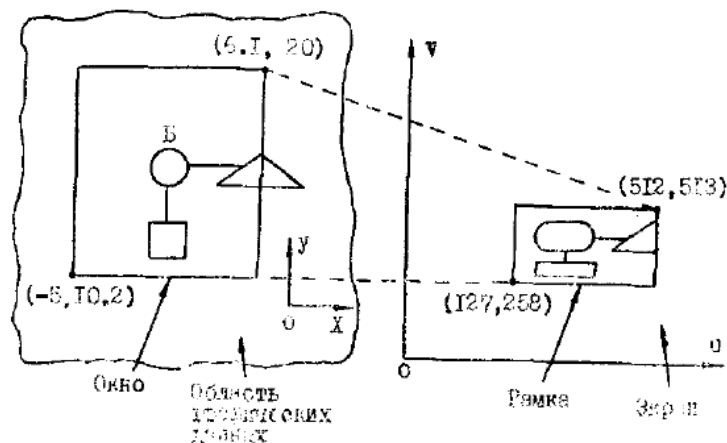


Рис. 2

Итак, для задания границ окна в области графических данных необходимо выполнить обращение к программе ОКНО:

CALL ОКНО (XU, YU, XL, YL),

где YU, YL — координаты левого нижнего угла окна (в единицах пользователя), XU, YU — координаты правого верхнего угла окна.

Например, для рис.2 обращение к программе имеет вид:

CALL ОКНО (-5., 6.1, 10.2, 20).

Для правильной работы ДИФОРа должны выполняться неравенства $XU < XU$ и $YU < YU$.

Задание рамки на экране дисплея осуществляется обращением к программе РАМКА:

CALL РАМКА (UUL, UUR, VUL, VUR),

где UUL, VUL — координаты левого нижнего угла рамки, UUR, VUR — координаты правого верхнего угла.

Например, рамка на рис.2 получается в результате обращения

CALL РАМКА (127, 512, 258, 513).

Для правильной работы необходимо выполнение неравенств:

$$0 \leq \text{IOL} < \text{IUP} \leq \text{IOZ3},$$

$$0 \leq \text{IVL} < \text{IUP} \leq \text{IOZ3}.$$

В каждый момент работы с ДИФОРом имеются текущие окно и рамка; для их смены достаточно обратиться к установочным программам еще раз, при этом старые параметры окна и рамки будут потеряны. По умолчанию пакет ДИФОР устанавливает окно и рамку совпадающими с экраном дисплея, т.е. левым нижним углом будет точка (0,0), правым верхним - точка (IOZ3, IOZ3).

Упомянутый выше режим клиппирования задается для каждой картины индивидуально при ее определении (см. п.4).

Иногда бывает необходимым выполнить обратное преобразование: пересчитать экранные (физические) координаты точки (U,V) в математические координаты (X,Y). Такой пересчет осуществляется программой ФИЗМАТ:

CALL ФИЗМАТ (NR, U, V, X, Y),

где NR - имя картины (точнее, ее номер), U,V - экранные (физические) координаты точки, X,Y - переменные, которым будут присвоены значения математических координат точки U,V с учетом преобразования, связанного с картиной NR.

4. Описание картины. Основными объектами в пакете ДИФОР являются картины и элементы, из которых строятся картины. Работа с картиной (так же, как и с элементом) происходит в два этапа:

1) "строится" описание картины обращением к соответствующим программам пакета, картина в этот момент накапливается в буфере БЭСМ-6 (см. рис.1), а на экране дисплея отсутствует;

2) после обращения к программе ПОКАЗ картина пересылается в память дисплея и появляется на его экране.

Иными словами, в каждый момент времени картина присутствует в двух вариантах: в буфере БЭСМ-6 в виде последовательности приказов дисплея и в памяти дисплея, следовательно, в виде изображения на его экране. Над обоими экземплярами картины независимо друг от друга можно выполнять действия, допустимые в ДИФОРе. Например, экземпляр, хранящийся в буфере можно редактировать (см. п.5); экземпляр, находящийся в памяти дисплея, можно удалять с экрана (стирать из памяти) или выполнять над ним некоторые автономные от БЭСМ-6 действия, описанные в п.7: вводить текст, метку и т.п.

Связь между обоими экземплярами устанавливается программами отображения (п.6) и обратного чтения из памяти дисплея в буфер БЭСМ-6 (п.7).

Описание картины начинается с вызова программы НАЧКАР (начало картины) и завершается вызовом программы КНЦКАР (конец картины). При вызове НАЧКАР картине присваивается имя в виде целого положительного числа и задается режим клиппирования (если он нужен) при последующем отображении картины на экране. Обращения к программам НАЧКАР и КНЦКАР являются как бы открывающей и закрывающей скобками для описания картины. Внутри этих скобок описание картины строится с помощью программ: "задать точку", "задать линию", "установить луч без подсветки", "задать текст", "задать число".

Каждая из перечисленных программ задает элемент картины, который для удобства может быть помечен своим собственным именем. Группу элементов (помеченных или непомеченных) можно объединить в один элемент, заключив их в "скобки" НАЧЭЛ и КНЦЭЛ и присвоив, если есть необходимость, имя этому элементу. Внутри картины можно вводить на одном уровне несколько составных элементов, но внутри составного элемента описывать составные элементы с помощью скобок НАЧЭЛ и КНЦЭЛ запрещено. В общем виде вложенность скобок для картины может быть не глубже двух, т.е. описание картины должно иметь вид:

	I-й уровень	2-й уровень	
	CALL НАЧКАР		
	.		
	.		
	.		
	CALL НАЧЭЛ	Описание	
	CALL КНЦЭЛ	составного	
	.	элемента	
	.		
	.		
	CALL НАЧЭЛ	Описание	
	CALL КНЦЭЛ	составного	
	.	элемента	
	.		
	.		
	CALL КНЦКАР		

Описание картины

Н а ч а л о к а р т и н ы. Обращение к программе является открывающей "скобкой" описания картины:

CALL НАЧКАР (NR, КЛИП),

где NR — имя картины, целое положительное число; КЛИП задает режим клипирования картины относительно рамки, при КЛИП = 0 клипирование не выполняется, при КЛИП = 1 — выполняется.

Если картина с именем NR была описана раньше, то старое описание картины пропадает в буфере БЭМ-6, но сохраняется на экране дисплея.

К о н е ц к а р т и н ы. Обращение к программе служит сигналом к завершению описания картины. Форма обращения CALL КНЦКАР. С этого момента картина сформирована и ее можно отобразить на экране дисплея с помощью программы ПОКАЗ (см. п.6).

З а д а н и е т о ч к и. Графический элемент "точка" внутри картины можно построить с помощью двух программ, одна из которых задает координаты точки в абсолютных координатах, а другая — в приращениях. Это общее свойство дисплея ЕС-7064 при построении графических объектов: абсолютные координаты измеряются в системе координат U, V, а приращения задают позицию определяемого графического элемента относительно предыдущей позиции луча. Этот второй режим удобен в двух отношениях: во-первых, появляется возможность строить изображение, отсчитываясь от одной (базовой) точки, так что, например, последующий сдвиг всего изображения делается простым изменением координат базовой точки; во-вторых, для кодирования компактных картин требуется меньше памяти, так как под величину приращений отводится меньше битов, чем под абсолютные координаты.

По указанным причинам там, где это возможно, рекомендуется работать в приращениях. В ДИГФОРе основные графические элементы можно описать как в абсолютных координатах, так и в приращениях. Форма обращения:

CALL ТОЧКА (X, Y, NEL),

где X, Y — абсолютные координаты точки, NEL — имя, присваиваемое данному элементу: целое число или 0 (если NEL = 0, то элемент считается неименованным).

Выполнение программы сводится к генерации приказа дисплея, выводимого на экран в позицию X, Y (с учетом преобразования оконной рамки) в абсолютных координатах светящуюся точку. Этот приказ хра-

нится в той картине NR, внутри которой выполнялась данная программа.

Для задания точки в приращениях служит вторая программа:

CALL ТОЧКАП (DX, DY, NEL),

где DX, DY — приращения координат по X, Y относительно предыдущей позиции луча.

У с т а н о в к а л у ч а б е з п о д с в е т к и. Программа аналогична предыдущей, но точка не светится: луч выводится в заданную позицию на экране. Форма обращения: CALL УСЛУЧ (X, Y, NEL). Смысл параметров тот же, что и для точки. Аналогичная программа в приращениях имеет вид: CALL УСЛУЧП (DX, DY, NEL).

З а д а н и е л и н и и. Для задания линии необходимо указать конечную точку; в качестве начальной точки берется текущая позиция луча. Координаты конечной точки можно задать либо абсолютно, либо в приращениях. Форма обращения:

CALL ЛИНИЯ (X, Y, NEL),

где X, Y — абсолютные координаты конечной точки линии, NEL — имя, присваиваемое данному элементу: целое число или 0. После проведения линии текущей позицией луча становится конечная точка линии.

Задание линии в приращениях осуществляется обращением к программе ЛИНИЯП: CALL ЛИНИЯП (DX, DY, NEL).

ПРИМЕР. Требуется описать картину, изображающую прямоугольник со сторонами в 20.3 единиц по X и 10.2 единиц по Y. Левый нижний угол прямоугольника пусть имеет координаты (-5.1, 2.3). В центре прямоугольника должна располагаться светящаяся точка.

```
CALL НАЧКАР (2,0)
CALL УСЛУЧ (-5.1, 2.3, 0)
CALL ЛИНИЯП (20.3, 0., 0)
CALL ЛИНИЯП (0., 10.2, 0)
CALL ЛИНИЯП (-20.3, 0., 0)
CALL ЛИНИЯП (0., -10.2, 0)
CALL ТОЧКАП (10.15, 5.1, 0)
CALL КНЦКАР
```

З а д а н и е т е к с т а. Дисплей ЕС-7064 имеет встроенный генератор символов, позволяющий отображать на экране символы двух размеров, указанных в таблице.

Т а б л и ц а

Размер символа	Ширина	Высота	Расстояние между соседними символами
Основной	I0	I4	4
Увеличенный	I5	2I	6

Программа ТЕКСТ генерирует приказ дисплея, отображающий указанную в ней строку символов на экран дисплея. Символы, подлежащие выводу на экран, образуют внутри последовательности приказов дисплея так называемую знаковую зону, которую можно изменять с помощью образительно-цифровой клавиатуры дисплея при автономной работе за пультом (подробнее см. п.7). Знаковую зону можно закрыть для записи с клавиатуры; для этого в программе ТЕКСТ вводится специальная переменная защиты. Форма обращения:

CALL ТЕКСТ (Т, NS, I, I, NBL),

где Т - текстовая константа, переменная или имя массива, хранящие текст, подлежащий выводу на экран; NS - количество символов в Т; NBL - имя, присваиваемое данному графическому элементу (тексту): целое число или 0;

$I = \begin{cases} 0 & \text{основной размер символов,} \\ I & \text{увеличенный;} \end{cases}$

$I = \begin{cases} 0 & \text{зона открыта для записи с АЦК,} \\ I & \text{зона закрыта.} \end{cases}$

Центром первого символа отображаемой строки является текущая позиция луча; после отображения луч выводится в следующую за последним символом позицию (рис.3). Если строка символов не умещается на одной строке экрана, она автоматически переносится на следующую строку экрана, начиная с самой левой позиции.

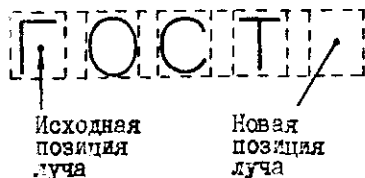


Рис. 3

Вследствие того, что набор символов дисплея ЕС-7064 не совпадает с набором символов, имеющимся в ФОРТРАНе мониторной системы ДУБНА, каждому символу дисплея поставлен в соответствие символ УПН с представлением в коде ДКОИ.

Задание числа. В программе на ФОРТРАНе могут вычисляться некоторые значения, которые затем бывает необходимо отобразить на экране дисплея. Программа ЧИСЛО переводит указанное в ней число из машинного представления в форму, необходимую для вывода на дисплей, и отображает его на экране. Форма обращения:

CALL ЧИСЛО (F, N, L, I, NBL),

где F - вещественное (или целое) число или переменная, значение которой должно быть отображено на экране; N - количество знаков после десятичной точки ($N \geq 0$); при $N = 0$ десятичная точка не изображается; L, I - как в программе ТЕКСТ (размер цифр, защита); NBL - имя элемента или 0.

ПРИМЕР. На экране дисплея необходимо нарисовать треугольник ABC, координаты вершин которого вычисляются в программе итерация-

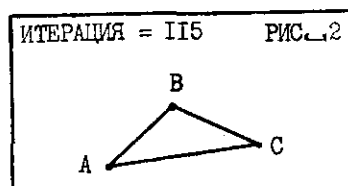


Рис. 4

ми. Кроме того, треугольник должен сопровождаться текстом "ИТЕРАЦИЯ = <число>" в левом верхнем углу экрана, причем значение <числа> насчитывается в счетчике итераций ITER. Наконец, все изображение должно быть снабжено надписью "РИС 2" в правом верхнем углу дисплея. Вид изображения при некоторых значениях параметров дан на рис.4.

Описание картины будет иметь следующий вид:

CALL НАЧКАР (3, I)] Картина с именем 3, клипирование делать
CALL УСЛУЧ (20, 960, 0)	
CALL ТЕКСТ (9ИТЕРАЦИЯ=, 9, 0, I, 0)	
CALL ЧИСЛО (ITER, 0, 0, I, 0)] Изображение текста в левом верхнем углу экрана
CALL УСЛУЧ (920, 960, 0)	
CALL ТЕКСТ (6РИС 2, 6, 0, I, 0)	
CALL УСЛУЧ (XA-I4, YA-I4, 0)] Обозначение вершины А
CALL ТЕКСТ (IНА, I, 0, I, 0)	
CALL УСЛУЧ (XB, YB+I4, 0)	
CALL ТЕКСТ (IВВ, I, 0, I, 0)] Обозначение вершины В
CALL УСЛУЧ (XC+I0, YC, 0)	
CALL ТЕКСТ (IСС, I, 0, I, 0)	
CALL ТЕКСТ (IСС, I, 0, I, 0)] Обозначение вершины С

CALL УСИЧ (XA, YA, O)
 CALL ЛИНИЯ (XB, YB, O)
 CALL ЛИНИЯ (XC, YC, O)
 CALL ЛИНИЯ (XA, YA, O)
 CALL КИЦКАР

Рисование треугольника

Конец описания картины.

Составной элемент. Как уже отмечалось, графические элементы (точки, линии, тексты и т.п.) можно группировать в составные элементы с помощью "скобок" элементов. Форма обращения:

CALL НАЧЭМ (ИМЛ)
 CALL КИЦЭМ,

где ИМЛ - имя, присваиваемое составному элементу, или O.

Графические элементы, заключенные между началом и концом составного элемента, теряют свои индивидуальные имена, если она была, и образуют теперь единый элемент, с которым можно выполнять обычные действия, как с простым элементом. Следует помнить, что объединять составные элементы в новый составной элемент запрещено.

6. Редактирование описаний картин и т.п. Картина, которая создается программой пользователя и выводится на экран, может подвергаться различным изменениям, диктуемым логикой задачи. В пакете ДИЩОР имеются две программы, позволяющие редактировать описание картины: удалять ее "хвост" и добавлять новые элементы. Для удаления "хвоста" картины достаточно указать, в какой картине, с какого элемента надо удалить все графические элементы вплоть до закрывающей скобки КИЦКАР. Операция добавления элементов оформляется так же, как картина, но в качестве открывающей скобки используется ДОБКАР с указанием имени картины, в хвост которой будут переписаны элементы, идущие за ДОБКАР вплоть до закрывающей скобки КИЦКАР. Форма обращения:

CALL ОТБРОС (ИМР, ИМЛ),

где ИМР - имя картины, в которой будут отбрасываться (удаляться) элементы до скобки КИЦКАР; ИМЛ - имя элемента в картине ИМР, начиная с которого производится удаление; если картина с именем ИМР или элемент ИМЛ не найдены, то оператор ОТБРОС пропускается.

Добавление элементов в картину осуществляется вызовом программы ДОБКАР:

CALL ДОБКАР (ИМР),

где ИМР - имя редактируемой картины. Если картины ИМР в программе нет, то оператор пропускается. Схематично корректировка изображения на рис. 5.

CALL НАЧКАР (ИМР, КИЦКАР)

(последний оператор картины)

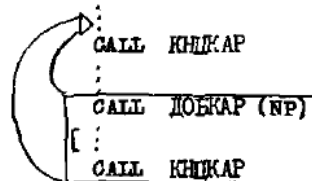


Рис.5

удалять из картины этот элемент, заменить его новым элементом ИМ 45 и добавить элемент И 46. Фрагмент программы, осуществляющей эти действия, может иметь вид:

CALL ОТБРОС (К, И 45)
 CALL ДОБКАР (К)
 CALL ЛИНИЯ (10, 20, ИМ 45)
 CALL ЛИНИЯ (40, 50, И 46)
 CALL КИЦКАР

Убирание "хвоста" картины К

Замена элемента И 45
 Добавление элемента И 46

Конец описания картины.

6. Отображение картин на экране дисплея. Приводимые ниже программы управляют отображением ранее описанной картины на экране дисплея и работают в основном над программой, хранящейся в памяти дисплея.

Отображение картины. Программа ПОКАЗ пересылает описанную ранее картину из буфера БЭСМ-6 в память дисплея и запускает её, в результате на экране возникает изображение картины. Если ранее в дисплее уже была картина с этим именем (т.е. стало быть, она отображалась на экране), то теперь ее старое изображение заменится новым. Изображения других картин при этом никак не меняются. Форма обращения:

CALL ПОКАЗ (ИМР),

где ИМР - имя картины, выводимой на экран.

Прекращение отображения. Программа УТБКАР стирает картину ИМР с экрана и в памяти дисплея. Форма обра-

на: CALL ОТЖАР (NP). В буфере БЭСМ-6 описание картины NP сохраняется и может быть использовано в дальнейшей работе. Стирание всех картин с экрана и в памяти дисплея осуществляется программой ОЧИСТ: CALL ОЧИСТ, но описания удаленных с экрана картин сохраняются в буфере БЭСМ-6.

Наконец, программа УДКАР стирает изображение картины с экрана, удаляет её из памяти дисплея и буфера БЭСМ-6:

CALL УДКАР (NP).

ПРИМЕР. Пусть требуется отображать на экране описанный ранее треугольник (рис.4) после каждой итерации, в которой вычисляются положения его вершин. Тогда фрагмент программы, содержащий только часть, связанную с описанием картины и отображением её на экране, будет иметь вид:

```
CALL НАЧКАР (3, I)
:
CALL КНЦКАР
:
ITER = 0
:
ITER=ITER+1
:
CALL ПОКАЗ (3)
:
GOTO 1
```

} Описание картины (см.рис. 4)

} Вычислительная часть: пересчет (XA, YA), (XB, YB), (XC, YC)

Вывод на экран

Повторение итераций

7. Автономная работа за дисплеем. Ранее упоминалось, что дисплей ЕС-7064 имеет алфавитно-цифровую клавиатуру (АЦК) и рисовальный рычаг, с помощью которых пользователь может вводить текстовые данные на экран дисплея и перемещать так называемую мотку в пределах экрана. Соответственно этому в пакете ДИМФОР имеются программы, поддерживающие работу с АЦК и рисовальным рычагом.

Ввод текста происходит в два этапа. Вначале с помощью программы УСТКУР (установить курсор) внутри картины NP на заданной текстовой позиции устанавливается специальный указатель (курсор). Если картина не имеет открытых знаковых зон (см.п.4, задание текста) или же не помещалась в память дисплея с помощью программы ПОКАЗ, выполнение УСТКУР игнорируется.

После того, как курсор установлен в требуемую позицию (его изображение при этом автоматически появляется на экране в соответствующем месте), можно вводить символы с АЦК: при нажатии на клавишу соответствующий символ появляется в позиции курсора, а сам курсор смещается на следующую свободную позицию.

Форма обращения:

CALL УСТКУР (NP, NEL, NS),

где NP - имя картины, в пределах которой имеется знаковая зона, NEL - имя текстового элемента, сгенерировавшего знаковую зону, NS - порядковый номер символа, начиная с 1, в элементе NEL, который должен указать курсор. Знаковая зона должна быть открыта для записи (признак защиты равен 0), а порядковый номер символа должен быть не меньше 1 и не больше максимального числа символов в знаковой зоне. Если эти условия не выполняются, курсор не вводится, т.е. программа УСТКУР пропускается.

После того, как курсор установлен в нужную позицию знаковой зоны, он автоматически появляется в соответствующей позиции на экране. Если теперь нажать на клавишу АЦК, то в знаковую зону, в позицию, указанную курсором, запишется код символа, соответствующего нажатой клавише, при этом 1) введенный символ автоматически отобразится на экране в текущей позиции курсора; 2) курсор автоматически сдвинется на следующую позицию в знаковой зоне, одновременно сдвинется изображение курсора на экране. Доходя до конца знаковой зоны, курсор дальше не сдвинется и в данной позиции (знаковой зоны и экрана) будет храниться последний из введенных символов.

Для того чтобы прочесть символы, накопленные в знаковой зоне в процессе автономной работы с АЦК, следует воспользоваться программой чтения текста. Форма обращения:

CALL ЧИТТЕК (ТЕКСТ, NP, NEL, NS, КВО),

где ТЕКСТ - переменная или имя массива, определяющие место в памяти БЭСМ-6, куда должны быть переписаны из дисплея введенные символы; NP, NEL - имя картины и элемента в ней, породившего знаковую зону, в которую введены символы с АЦК; NS - количество символов, подлежащих считыванию; КВО - целая переменная, значение которой после выполнения программы указывает на то, что в случае прерывания окончания чтения: если КВО = 0 - прочтено $\frac{NS}{2}$ символов, если

KBO > 0 - прочитано число символов, равное KBO; чтение прекращено, так как встретился курсор (символ из позиции курсора не читается).

ПРИМЕР. Пусть требуется создать на экране картину, в которой часть текста будет вводиться с АЦК. Фрагмент такой программы с необходимыми пояснениями приводится ниже

CALL НАЧКАР (1 0)

CALL ТЕКСТ (I2ДЛИНА = I2,0,0,ЭЛ)

CALL КНИКАР

CALL ПОКАЗ (1)

CALL УСТКУР (1, ЭЛ, 7)

(Далее с АЦК пользователем вводится число 3.81, при этом курсор смещается на пятый пробел в знаковой зоне и на экране.)

CALL ЧИТТЕК (IRT,1,ЭЛ,I2,N)

После выполнения программы ЧИТТЕК в массиве IRT появляется следующая информация:

I RT (1)	Д	Л	И	Н	А	=
I RT (2)		.	8	1	⊗	⊗

а значение переменной N, равное 10, укажет на то, что чтение было произведено до курсора (то есть прочитанных символов равно 10).

Для того чтобы удалить курсор из знаковой зоны, а следовательно, и с экрана, достаточно выполнить программу УБРКУР: CALL УБРКУР.

Работа с рисовальным рычагом. Рычаг управляет перемещением метки (светящейся точки) по экрану дисплея. Для того чтобы вывести метку на экран, необходимо, во-первых, описать картину, содержащую в качестве элементов графических элементов метку, и, во-вторых, отобразить эту картину с помощью программы ПОКАЗ. Таким образом, эффективность выполнения программы должна быть максимальной.

CALL НАЧКАР (NR, КЛИПН)

CALL МЕТКА (МЕТ)

CALL КНИКАР

Описание картины с выводом метки

CALL ПОКАЗ (NR)

Здесь МЕТ, как обычно, - имя элемента (метки), присваиваемое после выполнения программы МЕТКА.

В силу технических особенностей дисплея ЕС-7064, невозможно заранее предсказать (или указать) позицию, в которой появится метка на экране. Известно только, что после включения дисплея первое обращение к выводу метки приведет к её появлению в центре экрана.

После того, как метка появилась на экране, перемещением рисовального рычага можно передвигать ее по экрану в любое положение.

Чтение координат метки и перевод их из экранной системы координат в математические производится программой

CALL МЕТХУ (X,Y, NR),

где X,Y - переменные, значениями которых после выполнения программы становятся математические координаты метки, NR - имя картины (не обязательно той, которая выводила метку на экран), определяющей преобразование экранных координат U,V в математические X,Y.

8. Организация диалога. Программа и пользователь, сидящий за дисплеем, могут вступать в диалог, который организуется с помощью светового пера, функциональной клавиатуры и рисовального рычага.

Подготовка диалога. Для того чтобы вступить в диалог, необходимо в программе пользователя указать, через какое устройство он будет организован: световое перо, функциональную клавиатуру или рисовальный рычаг. Это своего рода установочные программы, разрешающие работу с тем или иным устройством. Обращение к программам имеет вид:

а) для работы с функциональной клавиатурой CALL РАЗФУК;

б) для работы со световым пером и/или рисовальным рычагом CALL РАЗСВП (IРЕЖИМ), где IРЕЖИМ - целая константа или переменная, определяющая режим дальнейшей работы дисплея при указании

световым пером на изображение (или нажатии на кнопку ПРЕР - для рисовального рычага);

ПРЕЖИМ = $\begin{cases} 0 - \text{после указания световым пером на изображение (после прерывания) регенерация прекращается и координаты луча не фиксируются;} \\ 1 - \text{регенерация продолжается, координаты не фиксируются;} \\ 2 - \text{регенерация прекращается, координаты фиксируются;} \\ 3 - \text{регенерация продолжается, координаты фиксируются.} \end{cases}$

Заметим, что возобновить регенерацию можно, обратившись к программе ПОКАЗ.

Кроме функциональной клавиатуры, светового пера и рисовального рычага, причиной прерывания может служить нажатие специальной клавиши ОТМ (отмена) на АЦК. Для разрешения работы с этой клавишей имеется программа, обращение к которой имеет вид: CALL P30TM.

По умолчанию (если в программе не было обращений к "разрешающим" программам) предполагается, что все прерывания запрещены: попытка использовать функциональную клавиатуру, световое перо, рисовальный рычаг (точнее, кнопку ПРЕР) и клавишу ОТМ приводит к включению звукового сигнала на пульте дисплея, прерывание игнорируется.

В составе пакета ДИГФОР имеются обратные программы, запрещающие диалог с помощью указанных выше устройств. Их выполнение приводит к игнорированию (запрету) прерываний от соответствующих устройств. Обращение к программам имеет вид:

CALL ЗАПФУК - запретить прерывания от функциональной клавиатуры,
CALL ЗАПСВН - запретить прерывания от светового пера,
CALL ЗАПОТМ - запретить прерывания от клавиши ОТМ на АЦК.

Д и а л о г. После выполнения установочных программ пользователь и программа, находящаяся в ЭВМ БЭСМ-6, могут вступать в диалог. С помощью перечисленных выше устройств пользователь возбуждает в дисплее прерывания, которые можно проанализировать в программе, обратившись к любой из двух подпрограмм - функций пакета: ОПРАКТ - опросить акт и ЖДУАКТ - жду акт.

Программа-функция ОПРАКТ в качестве результата выдает целое значение и заполняет массив INF (см. п.2) той или иной информацией в зависимости от типа прерываний, т.е. выполняется оператор $J = \text{ОПРАКТ}(\text{INF})$:

$J = \begin{cases} 0 - \text{прерывания от устройств нет;} \\ 1 - \text{прерывание в результате указания световым пером на изображение (или была нажата кнопка ПРЕР при работе с рисовальным рычагом);} \\ 2 - \text{нажата функциональная клавиша;} \\ 3 - \text{нажата клавиша ОТМ.} \end{cases}$

Содержимое массива INF при этом таково:

Если $J = 0$, то значениями элементов INF будут нули.

Если $J = 1$, то

INF (1) содержит имя (номер) картины, при указании на которую произошло прерывание;

INF (2) содержит имя элемента (в картине), при указании на который произошло прерывание;

INF (3), INF (4) содержат (математические) координаты X, Y элемента (точки, линии и т.д.), на которые было указано световым пером;

INF (5) содержит порядковый номер символа, считая от начала текста, если элемент картины - текст.

Если $J = 2$, то

INF (1) хранит номер функциональной клавиши, от 1 до 32;

INF (2) хранит код покрывки от 1 до 256; остальные значения элементов массива не определены.

Если $J = 3$, то значения элементов INF не определены.

После выполнения подпрограммы-функции ОПРАКТ состояние прерывания обрасывается, так что дисплей и машина готовы к восприятию следующего акта диалога.

Вторая подпрограмма-функция ЖДУАКТ задерживает выполнение программы пользователя до тех пор, пока в течение указанного в ней отрезка времени не произойдет прерывание от какого-либо устройства дисплея. Если в течение этого времени прерывание не появится, программа пользователя продолжит свою работу со следующим оператором. Форма обращения:

$J = \text{ЖДУАКТ}(\text{INF}, T)$,

где T - время в секундах, в течение которого ожидается прерывание от дисплея; INF - массив, как для ОПРАКТ.

Вспомогательная программа. Функциональная клавиатура дисплея снабжена индикаторами (лампочками), которые можно включать по усмотрению пользователя. Иногда удобно включать индикатор после нажатия на соответствующую клавишу, под-

тверждая тем самым, что программа среагировала на это действие; иногда полезно подсветить те клавиши, на которые вообще можно нажимать, работая с конкретной программой, и т.д. в зависимости от желания разработчика системы.

В пакете ДИПФОР подсветка или выключение индикаторов осуществляется обращением к программе ИНДФК:

CALL ИНДФК (IND),

где IND - массив из 32-х элементов;

$$\text{IND}(K) = \begin{cases} 1 & \text{K-й индикатор включен,} \\ 0 & \text{выключен.} \end{cases}$$

Массив IND должен быть описан в программе пользователя (см. п. 2).

Описанный пакет программ эксплуатируется в Новосибирском филиале Института точной механики и вычислительной техники АН СССР примерно в течение года. С его помощью создано несколько специализированных систем машинной графики (СЕТКА, МОНТАЖ ФИЛЬМОВ и т.д.) и ряд индивидуальных программ пользователей. В качестве составной компоненты в ДИПФОР включены все программы комплекса ГРАФОР [3], допускающие большой набор действий по вводу-выводу и обработке графической информации.

Опыт работы с пакетом подтверждает его эффективность и простоту в использовании. Ведется работа по дальнейшему наращиванию его возможностей.

Л и т е р а т у р а

1. Единая система ЭВМ. М., "Статистика", 1974.
2. КРЮКОВ В.А., МАКЛАШИН О.А., МАЛАХОВА-КАМАРТАН К.К. Инструкция по использованию операционной системы ОС ИИМ. Изд. 2-е. М., 1974 (АН СССР Институт прикладной математики. Математическое обеспечение БЭСМ-6).
3. БАЯКОВСКИЙ Ю.М., МИХАЙЛОВА Т.Н., МИШАКОВА С.Т. ГРАФОР: комплекс графических программ на ФОРТРАНе. Вып. I. Основные элементы и графика. Препринт. М., 1972 (АН СССР. Институт прикладной математики).

Поступила в ред.-изд.отд.
12 июля 1977 года