

Ю.Г.Земсков, В.П.Карабеевский

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ГРАФОПОСТРОИТЕЛЯ
ДЛЯ ВЫПУСКА ЧЕРТЕЖЕЙ

Проблема вывода графической информации из ЭВМ в виде чертежа как окончательного, не требующего ручной доработки документа, решается по крайней мере двумя путями: программным и аппаратурным. Правильное разделение функций между аппаратурой и программным обеспечением позволяет удовлетворить ряду противоречивых ограничений, таких как скорость вывода и качество чертежа, универсальность и простота обслуживания и др.

Рассмотрим некоторые требования к программному обеспечению и графопостроителям при решении задач автоматизированного проектирования многослойных печатных плат (АСП МП) с выпуском окончательных подлинников чертежей.

I. Чертеж как подлинник конструкторского документа должен удовлетворять требованиям тиражирования с помощью электрографических или светокопировальных машин, т.е. чертить нужно тушью на кальке или ватмане. Учитывая, что качество туши может быть разное, необходимо иметь несколько градаций средних скоростей привода. В большинстве случаев средняя скорость в 50 мм/сек для капилляра диаметром 0,8 мм оказывается подходящей. Чтобы не ограничивать область применения графопостроителя, привод должен иметь и более высокие скорости.

В графопостроителе "Б-800" (опытный образец, см.рис. I) предусмотрены три градации средней скорости 50 м/сек, 100 м/сек

и 150 м/сек.

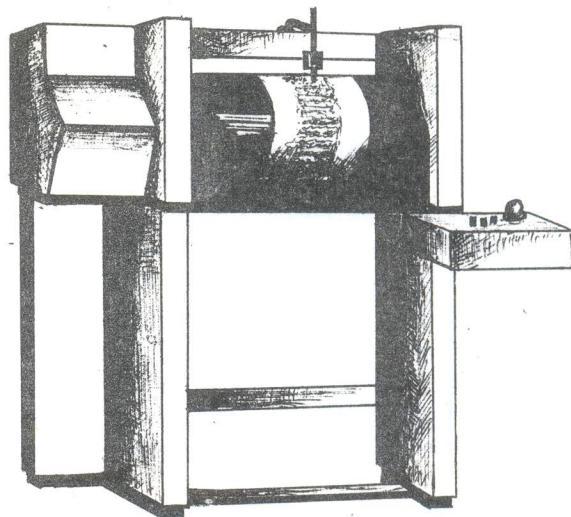


Рис. I

2. Оформление чертежа не должно противоречить ГОСТу "Единая система конструкторской документации", которая, в частности, определяет размеры листа, рамку и штамп, шрифты, толщину линий и пр.

Поскольку на сегодня еще нет в массовой эксплуатации растровых систем вывода графических данных из ЭВМ на бумагу, а с помощью контурного графопостроителя даже с несколькими перьями очень трудно выполнить требования ГОСТа, очень хорошим выходом является применение заготовок чертежа с предварительно нанесенными фрагментами [2]. В качестве предварительно

нанесенных фрагментов в АСП МПП, например, являются сетка, рамка, оцифровка, надписи.

Результаты трассировки из ЭВМ наносятся граffопостроителем по сетке, при этом нужно обеспечить совмещение трассы проводников с узлами.

Заготовки чертежей должны быть в виде отдельных листов, устанавливаемых на рабочий стол граffопостроителя. Это определяется тем, что форматов чертежей достаточно много и трудно предусмотреть порядок их чередования, если ориентироваться на рулонный граffопостроитель.

3. В связи с использованием бланк-заготовок и по ряду других причин, ниже рассматриваемых, целесообразно использовать граffопостроитель в качестве устройства вывода из ЭВМ непосредственно, либо через управляющую мини-машину. При этом возникает необходимость сокращения затрат машинного времени настолько, чтобы они были не больше времени вывода аналогичного количества данных, например, через канал вывода на перфоленту.

Эта задача решается следующими путями:

гибкое управление скоростью граffопостроителя таким образом, что величина ускорения и замедления рассчитывается в зависимости от длины отрезка;

сокращение суммарной длины холостых пробегов пера с помощью специальных программ поиска кратчайших путей с учетом заданных весов при движении в том или другом направлении;

построение программы формирования управляющих сигналов для шагового привода (программа "Буфер") таким образом, чтобы процесс формирования унитарного кода совмещался с работой основной программы перекодировки из стандартного массива в вид, удобный для оконечного устройства.

В условиях таких ограничений применение универсального комплекса программного обеспечения [I] окажется неоправданным, хотя и возможным. Ниже будут рассмотрены характеристики программ, входящих в специализированный комплекс программного обеспечения граffопостроителя, ориентированный на выпуск чертежей на граffопостроителе барабанного типа (рис. I).

При разработке специализированного комплекса использовались принципы универсального комплекса [I], в том числе ор-

танизация работы и структура, обращение к подпрограммам и др.

Краткие характеристики программ

III-I. Подпрограмма соединения двух точек предназначена для управления графопостроителем и обеспечивает переход пера из точки X_НY_Н в точку X_КY_К по ломаной линии, наиболее приближающейся к прямой, соединяющей эти точки, осуществляя, таким образом, линейную интерполяцию отрезка X_Н - X_КY_К.

Обращение к подпрограмме III-I:

α) 016 α+I 6002 600I
α+I) 00I X_К - Y_К

В ячейках X_К, Y_К содержатся координаты конечной точки отрезка в миллиметрах. За начало отрезка (X_Н, Y_Н) при этом принимается текущее положение пера графопостроителя.

После окончания работы подпрограммы формально считается, что перо находится в точке X_КY_К.

Фактически во время работы подпрограммы производится коррекция перемещения регистрирующего устройства ГП по обоим координатам на величину x и y (в шагах ГП) в целях компенсации нестабильности линейных размеров бланк-заготовки чертежа МШ (см. III-6).

Величина коррекции задается оператором у пульта ГП во время работы теста юстировки перемещений регистрирующего устройства ГП по бланк-заготовке чертежа.

Подпрограмма обеспечивает среднюю скорость движения пера 100 мм/сек. Для надежности работы шагово-импульсного привода графопостроителя в переходных режимах в подпрограмме предусмотрен форсированный режим ("разгон") пера ГП до максимальной скорости движения в начале вычерчиваемого отрезка и торможение в конце.

При этом на отдельных участках скорость его возрастает до 200 мм/сек. Для этой же цели введена задержка при смене направлений. Следует также отметить, что все задержки перемещения, используемые в подпрограмме для управления шагово-импульсным приводом графопостроителя, а также для подъема и спуска пера (подпрограмма III-3, III-4), практически не увеличивают время работы всего комплекса МО ГП в целом, так

как в подпрограмме имеется выход на проработку внешних по отношению к III-I программ с помощью программного прерывания внешних циклов.

III - 2. Смена цвета пера осуществляется вручную оператором ЭВМ. Для сигнализации о смене пера в подпрограмме предусмотрен контрольный останов в ячейке 6242. После смены пера для продолжения работы производится пуск ЭВМ.

Обращение к подпрограмме III-2:

α)	016	α +I	6002	6001
α +I)	002	-	-	-

III - 5. Изменение скорости движения пера графопостроителя. При получении отладочных вариантов чертежей, например, многослойных печатных плат требования к качеству чертежей снижаются (вычерчивание на обычной бумаге, тонким рапидографом, чернилами вместо туши и т.п.). При этом для уменьшения времени черчения в комплексе предусмотрена возможность оперативного изменения скорости движения пера граffопостроителя. Кроме того, регулировка скорости движения пера ГП бывает полезна при настройке граffопостроителя в зависимости от его технического состояния на текущий момент, а также от других внешних факторов.

В комплексе предусмотрены три градации средней скорости движения пера (50 мм/сек, 100 мм/сек, 150 мм/сек), полученные экспериментальным путем в процессе опытной эксплуатации. Задание необходимой скорости движения пера ГП производится оператором с пульта ЭВМ.

Обращение к подпрограмме III-5:

α)	016	α +I	6002	6001
α +I)	005	-	N	-

где N - номер соответствующей градации скорости движения пера ГП.

III - 6. Юстировка перемещений регистрирующего устройства ГП по бланк-заготовке чертежа МПП. Хотя юстировка перемещений регистрирующего устройства ГП по бланк-заготовке чертежа связана с особенностями получения ра-

бочих чертежей МПП подпрограмма III-6 включена в базовые подпрограммы комплекса МО III, так как тесно связана с управлением графопостроителем, в частности, с подпрограммой III-I. Поскольку режим юстировки задается принудительно с пульта ЭВМ, она может быть исключена при выполнении чертежей других типов.

Для пояснения работы III-6 необходимо кратко изложить особенности изготовления бланк-заготовок для чертежей МПП.

При размножении бланк-заготовок с эталона (эталон бланк-заготовки получается программным способом, например, на графопостроителе или на координатографе "Картимат-ИЕР") на множительном аппарате типа РЭМ-600 или других устройствах происходит искажение его линейных размеров как по оси X, так и по оси Y. Причем по оси X, если принять направление его по оси Y за базовое, происходит искажение формы бланк-заготовки, связанное с перекосом. Хотя величины искажения незначительны, изготовление рабочих чертежей МПП на графопостроителе без какой-либо корректировки не отвечает требованиям ЕСКД на рабочие чертежи МПП. Поскольку нестабильность линейных размеров бланк-заготовки очевидна и зависит от внешних факторов, в комплексе предусмотрена юстировка перемещения регистрирующего устройства III по реальным линейным размерам бланк-заготовки непосредственно во время получения рабочих чертежей МПП.

На первом этапе производится перемещение пера III по фиксированным шкалам, которые находятся вне рабочего поля на бланк-заготовке печатной платы, при этом определяются величины отклонений $\pm \delta_x$, $\pm \delta_y$, $\pm \delta_z$, где $\pm \delta_x$ и $\pm \delta_y$ – отклонения по осям X и Y, соответственно, а $\pm \delta_z$ – величина отклонения, связанная с перекосом линейных размеров бланк-заготовки.

На втором этапе осуществляется запоминание подпрограммой этих величин и подсчет коэффициентов коррекции K_x , K_y , K_z .

$$\begin{aligned} K_x &= \text{abs}(\Delta x / \delta_x), \\ K_y &= \text{abs}(\Delta y / \delta_y), \\ K_z &= \text{abs}(\Delta z / \delta_z), \end{aligned}$$

где Δx и Δy – фиксируемые служебными метками бланк-заготовки длины юстировочных отрезков в миллиметрах.

На третьем этапе осуществляется соответственно корректировка отрезков X_n , Y_n и Z_n непосредственно во время рабо-

ты подпрограммы III-I.

Корректировка производится следующим образом:

$$\begin{aligned}\Delta x &:= (x_k - x_h) \times C_x; \\ \Delta y &:= (y_k - y_h) \times C_y; \\ \Delta x &:= \Delta x \pm \Delta x / K_x; \\ \Delta y &:= \Delta y \pm \Delta y / K_y \pm \Delta x / K_z;\end{aligned}$$

Здесь C_x и C_y – коэффициенты, зависящие от длины шага ГП

$$C_x=C_y = \frac{I}{\text{шаг ГП}} = 10 \text{ (для ГП "Б-800");}$$

Обращение к подпрограмме III-6:

α) 016 α+I 5200 5203

III-7. Подпрограмма контроля за механическими сбоями при работе графопостроителя. При работе комплекса возможны сбои в механических узлах графопостроителя, что приводит к искажению рабочих чертежей МПП. Кроме того, при вычерчивании чертежа у оператора могут быть сомнения в правильности работы ГП, вызванные субъективными причинами. Для нейтрализации этих факторов в комплексе МО ГП предусмотрено принудительное (с пульта ЭВМ) перемещение пера ГП в исходное положение для визуального наблюдения за положением пера в исходной точке.

Для этой цели в подпрограмме предусмотрен сигнальный останов.

После пуска ЭВМ работа программы продолжается.

α) 016 α+I 5060 5064

III-10. Текст коррекции перемещений регистрирующего устройства ГП по линейным размерам бланк-заготовки чертежа. При работе с комплексом возможен ошибочный вывод данных юстировки перемещений регистрирующего устройства ГП по линейным размерам бланк-заготовки чертежа. При существующем алгоритме вычерчивания печатных плат эта ошибка может быть замечена слишком поздно, что приведет к браку и непроизводительной потери машинного времени.

Подпрограмма III-10 по желанию оператора осуществляет перемещение пера ГП в фиксированные точки на рабочей площасти чертежа (в поднятом положении пера), расположенные в узлах шаговой сетки бланк-заготовки. Для контроля правильности ввода данных юстировки и последующего их изменения с пульта ЭВМ в подпрограмме предусмотрены соответствующие контрольные установки.

После пуска ЭВМ подпрограммой производится перерасчет коэффициентов K_x , K_y , K_z в соответствии с новыми данными юстировки. (см. III-6).

Обращение к III-10:

α) 016 α +I 4500 452I

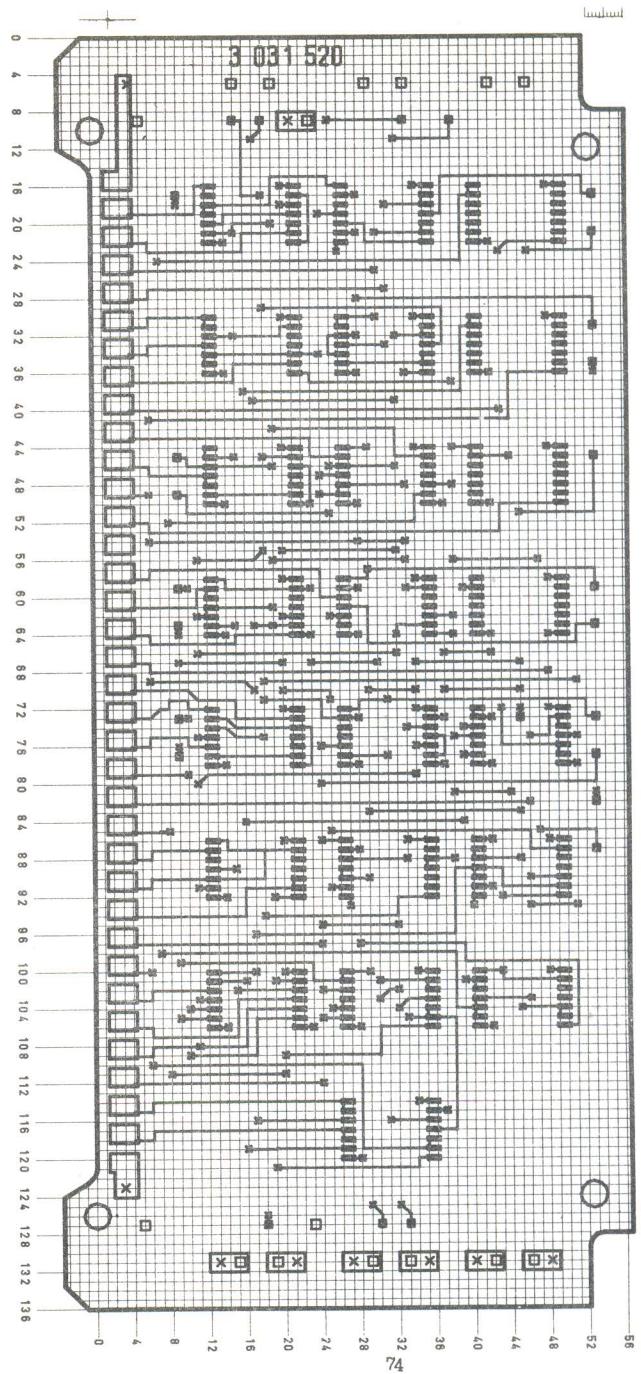
Таким образом, подпрограммы III-1, + III-10 являются базовыми программами [1] специализированного комплекса.

К дополнительным программам или надстройке относятся подпрограммы, еще более ориентированные на выпуск конструкторских чертежей. Как известно, язык чертежа довольно ограничен, как с точки зрения символов (букв и цифр), так и в смысле геометрических фигур. В данный комплекс включены подпрограммы, реализующие арабские цифры, некоторые буквы русского алфавита и ряд условных обозначений применительно к чертежам на многослойные печатные платы. В комплексе имеется возможность наращивать библиотеку подпрограмм условных обозначений чертежей и различных унифицированных геометрических фигур.

III-II. Изображение символов, требующихся для оформления чертежа (рамки, надписей в штампе, децимального номера), т.е. количество выводимых символов строго ограничено, хотя и не существует большой проблемы для их увеличения. В описываемом варианте комплекса библиотека содержит следующий набор символов:

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 пробел . Н Х -

Поворот символов при выводе текстов осуществляется только на угол, кратный $\pi/2$, что достигается простой переменной координат и заменой их знаков при работе программы изображения символов. Размер литер символа Rx и Ry (рис.2) изменяется в зависимости от масштаба, а точнее номера формата чертежа.



Вводимый текст пробивается в девятиразрядной кодировке на клавишном устройстве (КУ-3) и вводится вместе с исходным массивом. Незадействованные в программе символы при вычерчивании текстов интерпретируются пробелом.

Обращение к подпрограмме III-II:

α)	016	α +I	6002	6001
α +I)	013	-	-	-

ПП - I2, ПП - I3, ПП - I4. Вычерчивание стилизованных геометрических конфигураций для чертежей печатных плат. Применение специализированного комплекса программ для изготовления чертежей печатных плат.

Исходной информацией в данном случае служит "Массив III", содержащий результаты машинной трассировки платы. Он представляет собой список отрезков соединений с признаками того или иного стандартного символа в конце отрезка (контактная площадка, межслойный переход и др.). Массив III в процессе черчения преобразуется следующим образом:

масштабируется в зависимости от величины листа (номера форматки);

анализируется по подпрограмме оптимизации перемещений пера при вычерчивании очередного фрагмента чертежа;

корректируется значение X_Н, Y_Н, X_К, Y_К в зависимости от направления, с которого перо подошло к стандартному символу, не имеющему центра симметрии.

Затем с помощью описанных выше подпрограмм на предварительно изготовленную бланк-заготовку наносятся все линии трасс каждого слоя (см. рис.2).

Л и т е р а т у р а

1. Математическое обеспечение для графопостроителей. I уровень. Сборник под ред. А.Я.Куртукова. ВЦ СО АН СССР 1971.
2. Земсков Ю.Г., Карабечевский В.П. О выпуске конструкторской документации в автоматизированных системах проектирования радиоэлектронной аппаратуры. "Обмен опытом в радиопромышленности", вып.10, 1973.

В.И.Дворжец, Б.Е.Звенигородский

АЛГОРИТМЫ ВЫЧЕРЧИВАНИЯ ИЗОЛИНИЙ

I. Введение

Проблему вычерчивания изолиний можно отнести к наиболее известным проблемам машинной графики. Многие алгоритмы были опубликованы (см., например, работы [1] - [4]). Работают и отлаживаются десятки программ построения изолиний - на М-220 и БЭСМ-6, написанных в командах, на автокодах, на языках АЛГОЛ и ФОРТРАН. В СМОГ программы вычерчивания изолиний относятся ко второму уровню. Они написаны на языках АЛЬФА и АЛГОЛ.

В настоящее время существуют и эксплуатируются два варианта программ вычерчивания изолиний. Алгоритмы этих программ и будут рассмотрены ниже. Первый вариант первоначально был описан в работе [2], второй вариант - в работе [3].

2. Постановка задачи

Пусть задана ограниченная область $D \subseteq P = [x_N, x_K] \times [y_N, y_K]$ в R^2 и функция $F : D \rightarrow R$, заданная явно или таблицей значений в некоторых точках области D (при табличном задании обязательна интерполяция с переходом к заданию на всей D).

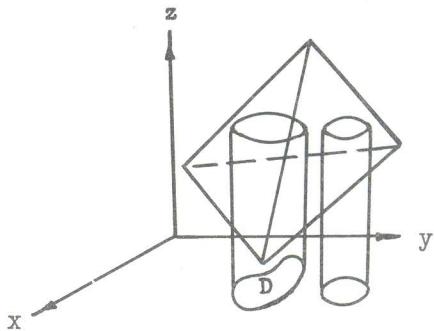


Рис. I

Поверхность $\{z = F(x, y) | (x, y) \in D\}$ в пространстве $D \times R$ сечется семейством плоскостей $z = \text{const}$. Спроектировав эти сечения на плоскость xu , получим линии на этой плоскости. Они и называются изолиниями функции F в области D . Обозначим через D_1 образ D при отображении $L : P \rightarrow P_1$. Помимо D, F, x_N, x_K, y_N, y_K для процедуры изображения изолиний необходима информация о привязке P к листу. Это обеспечивается заданием параметров $(H_x, H_y, x_{NL}, y_{NL})$, смысл которых ясен из рисунка 2. P_1 — образ прямоугольника P при

отображении на лист. Необходимо также задать количество уровней K_U и массив значений уровней $M_u[1:K_U]$. Остальные параметры задают способ изображения и маркировки изолиний. Они различны в вариантах [2], [3] и описываются ниже.

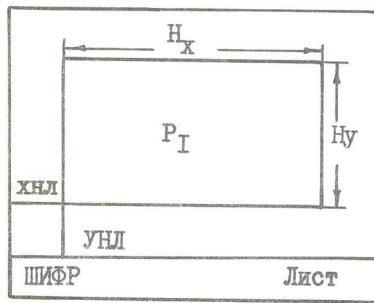


Рис. 2.

3. Интерполяция

В этой статье мы будем считать, что функция F задана

всюду на области D . В случае табличного задания F перед отрисовкой изолиний по заданной таблице должна быть построена всюду заданная функция F_1 . Метод интерполяции нас интересовать не будет, так как он не имеет непосредственного отношения к теме статьи.

Интересующихся этим вопросом мы отсылаем к работе [7].

4. Сканирование непрямоугольных областей

В качестве области задания F используется произвольная ограниченная область D , принадлежащая некоторому прямоугольнику P . Оба алгоритма ведут сканирование области при поиске изолиний по прямоугольнику P . Для того чтобы линии рисовались только в D , достаточно построить функцию F таким образом, чтобы в точках $(x,y) \in P \setminus D$ $F(x, y)$ была равна некоторому специальному числу \varPsi .

Тогда процедура изображения изолиний всегда может исключить точки P , не принадлежащие D , из рассмотрения. В обеих процедурах принято $\varPsi = 7.13 \times 10^{16}$. Вероятность того, что это число будет значением $F(x, y)$ в D , очень мала (можно просто ввести ограничение на F , чтобы $F(x, y)$ была меньше 10^{16}).

Итак, мы можем считать, что сканирование ведется на P . При этом F построена так, что $F(x, y)$ при $(x,y) \in P \setminus D$ равно 7.13×10^{16} .

5. Алгоритм №I

5.1. Дополнения к описанию параметров (п.2).

5.1.1. Элементы массива MU должны быть упорядочены:
 $MU[1] < MU[2] < \dots < MU[KU]$.

5.1.2. Добавляется параметр $MAPKEP$, который задает тип маркировки для всех изолиний. Маркировка может производиться путем постановки на линии либо номера уровня (HU) (при $MAPKEP = 10$), либо значения $MU[HU]$ уровня HU с заданным числом цифр в мантиссе или дробной части (при $abs(MAPKEP) \leq 4$). Во втором случае $MAPKEP$ задает вид выдачи $MU[HU]$ так же, как параметр VID в процедуре $ЧИСЛО[5]$. Если $MAPKEP \neq 10$ и $abs(MAPKEP) \geq 5$, то маркировка не производится.

5.2. Описание алгоритма №I (процедура ЛИНУР).

Прямоугольник Р1 разбивается на стандартные квадраты (СТК) размером 30 x 30 МК (малых квадратов). Размер единицы МК задается процедурой ДЕКАР (см. [5]). Для нашего описания размер МК не существен. Мы можем считать МК = 1 мм.

Сначала отрисовываются все уровни изолиний на первом СТК, затем на втором и т.д. Для поиска и вычерчивания уровней на СТК наводится сетка малых квадратов (МК). В процедуре ЛИНУР описан массив КЕКС с граничными парами [0:30, 0:30], в котором хранятся значения функции в узлах сетки МК. Вычисление этих значений происходит до вычерчивания уровней на СТК. Младший (первый) разряд каждой ячейки этого массива используется для пометки тех МК, через которые нужно провести рассматриваемый уровень (причем все углы МК лежат в Д1). Ясно, что изменение этого разряда незначительно изменит значение функции и не окажет существенного влияния на картину уровня. Признак прохождения уровня через МК устанавливается путем сравнения знаков разности КЕКС [$f, k]$ - МУ [НУ] на концах сторон МК. Если хотя бы на одной из сторон эта разность меняет знак, то через рассматриваемый МК проходит уровень МУ [НУ].

Если некоторый уровень не пересекает поверхность на данном СТК, переходим к следующему уровню. Иначе, начинаем просмотр признаков в массиве КЕКС.

Просмотр идет построчно. Пусть найден признак в ячейке с номером (f_0, k_0). Насчитываем первую точку линии, производя линейную интерполяцию внутри МК. Насчитав первую точку,

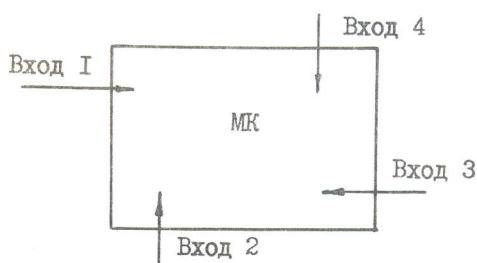


Рис.3

далее действуем стандартно. При входе в очередной МК насчитываем вторую точку и стираем признак в первом разряде ячейки (f, k). (f – номер строки МК, k – номер столбца). Таким образом, в первый МК мы входим дважды (то есть дважды проходим

блок насчета точки изолинии). Блоки черчения и насчета точек работают в зависимости от номера входа в МК (рис.3).

Во время движения по линии, до входа в следующий МК, проверяется признак этого МК. Если признака нет (линия замкнулась или вышла за границу СТК или D_1), то происходит переход на блок маркировки.

При движении по линии уровня заполняется буферный массив на 9 точек линии. Когда он заполнен, происходит вычерчивание линии до его первой точки и сдвиг информации в нем. Таким образом, получается задержка величиной в 9 точек линии, нужная для постановки маркера. Если маркер действительно необходимо и возможно нарисовать, то он рисуется, как показано на рисунке 4. Здесь А – первая точка буферного массива, С – его последняя точка, а точка В определяется из размеров маркера. Стрелкой показано направление вычерчивания.

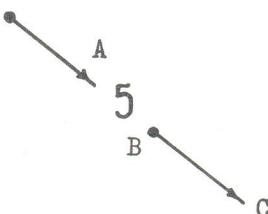


Рис.4

Для предотвращения накладывания маркеров друг на друга их координаты хранятся в специальном массиве. При переходе к следующему СТК этот массив обновляется.

По окончании работы блока маркировки оставшиеся точки накопителя (от В до С) отрисовываются, и происходит переход к блоку поиска нового куска изолинии.

Если весь СТК просмотрен, начинает обрабатываться следующий уровень.

6. Алгоритм №2

6.1. Дополнения к описанию параметров.

6.1.1. Добавляется параметр МАРКЕР (п.5.1.2).

6.1.2. Добавляется массив МЦ [I:КУ] (массив цветов). Элемент МУ [НУ] этого массива задает номер пера, которым должен отрисовываться уровень с номером НУ.

6.1.3. Добавляется массив МЛИН [I : КУ] (массив линий). Элемент МЛИН [НУ] задает вид линии, которой отрисовывается уровень с номером НУ.

Нумерация видов линий соответствует нумерации линий в [6].

6.1.4. Добавляется параметр ТМ (точность в миллиметрах), который задаст размер стороны единичного квадрата, на которые разбивается РІ (соответствует МК в пункте 5).

6.2. Описание алгоритма №2 (процедура ЛИНУРМ).

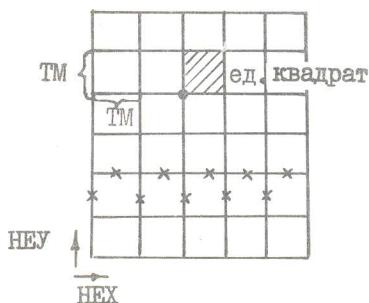


Рис.5

концах сторонах ЕК). Если хотя бы на одной из сторон ЕК эта разность меняет знак, то через рассматриваемый ЕК проходит уровень с номером НУ.

Алгоритм построен так, что если мы нашли некоторую изолинию, то мы либо узнаем, что ее рисовали, либо отрисовываем ее. Поэтому проверять, меняет ли разность $F - MU$ [НУ] знак на всех четырех сторонах, нужно только на первой строчке ЕК. Для всех остальных строк достаточно проверить левые и верхние для этой строчки стороны единичных квадратов (на рисунке 5 для второй строчки эти стороны помечены крестиком. НЕХ и НЕУ – координаты ЕК по х и у). Действительно, если бы пересечение имелось с нижней стороной квадрата, оно было бы обнаружено при просмотре предыдущей строчки.

После нахождения ЕК, через который проходит уровень линейной интерполяции, вычисляем координаты точек пересечения уровня с его сторонами и засыпаем их в массив СКЛАД.

Поиск точек пересечения со сторонами ЕК для первой строчки происходит последовательно от стороны с номером 1 к стороне 2, стороне 3 и, наконец, стороне 4.

Для остальных строк: если вошли через граничную сторону

I, то выход ищем в последовательности 2 - 3 - 4, если со стороны 4 - то I - 2 - 3 (входу присваивается номер стороны, на которой найдена первая точка пересечения, выходу - номер стороны, на которой лежит вторая точка пересечения).

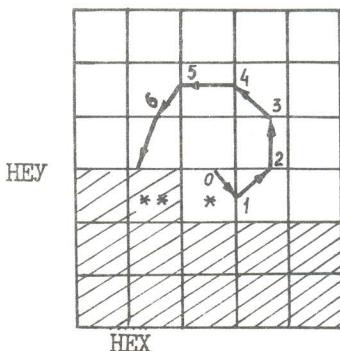


Рис.6

Эти координаты записываем в массив СКЛАД. Аналогично предыдущему, сравниваем знаки разности F - MU [НУ] на всех сторонах, кроме стороны, через которую мы вошли. Затем переходим в следующий ЕК и так далее.

Мы не храним никакой информации об уже отрисованных линиях, поэтому, попадая на некоторую линию, мы должны узнать, рисовали мы ее раньше или нет. Если при движении по линии мы попали в область, где уже все изолинии отрисованы (заштрихована на рисунке 7), то прекращаем идти по ней и начинаем искать новую линию, анализируя следующий уровень на том ЕК (помечен на рис.7 ж), с которого мы начали линию.

На рисунке 7 видно, что, двигаясь из квадрата ж через I - 2 - 3 - 4 - 5 - 6, попадаем в заштрихованную область. Следовательно, наша ли-



ния уже отрисована (она была обнаружена в квадрате ж , который был проанализирован раньше j в общем цикле просмотра PI).

Если при проходе линии мы не попадаем в заштрихованную область, то возможны два случая (см. рисунок 8).

а) Изолиния замкнулась. К этому моменту в массиве СКЛАД содержатся все координаты точек пересечения сторон ЕК с линией уровня. Обращаясь с этим массивом к блоку вычерчивания, проводим отрисовку и маркировку изолинии.

б) Если мы при движении по линиинаткнулись на границу PI или D1, то возвращаемся в тот ЕК, с которого мы начинали, и идем по изолинии в другую сторону. Для этого заменяем номер входа в первом квадрате на номер выхода и наоборот, а затем повторяем алгоритм. К моменту выхода за границу в

массиве СКЛАД от 0 до M накоплены точки линии. Поэтому чтобы обеспечить правильный порядок вычерчивания, массив СКЛАД надо "перевернуть", заслав координаты нулевой точки на место координат M-й точки (первой - на место M-I-й и так далее).

После этого идем по изолинии до встречи с другой границей PI или D1. В момент встречи границы массив СКЛАД снова содержит все нужные точки линии. Обращаясь к блоку вычерчивания, рисуем изолинию.

Блок вычерчивания делит линию на куски размером $\leq 100\text{мм}$ и рисует их через процедуру ГФКИН [6]. Это позволяет слгладить линию и использовать различные виды линий.

Между кусками $\leq 100\text{мм}$ ставятся маркеры. Алгоритм их постановки аналогичен алгоритму пункта 5, но координаты маркеров хранятся для всего PI, а не для одного СТК.

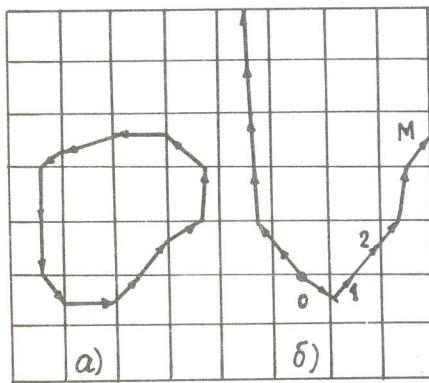
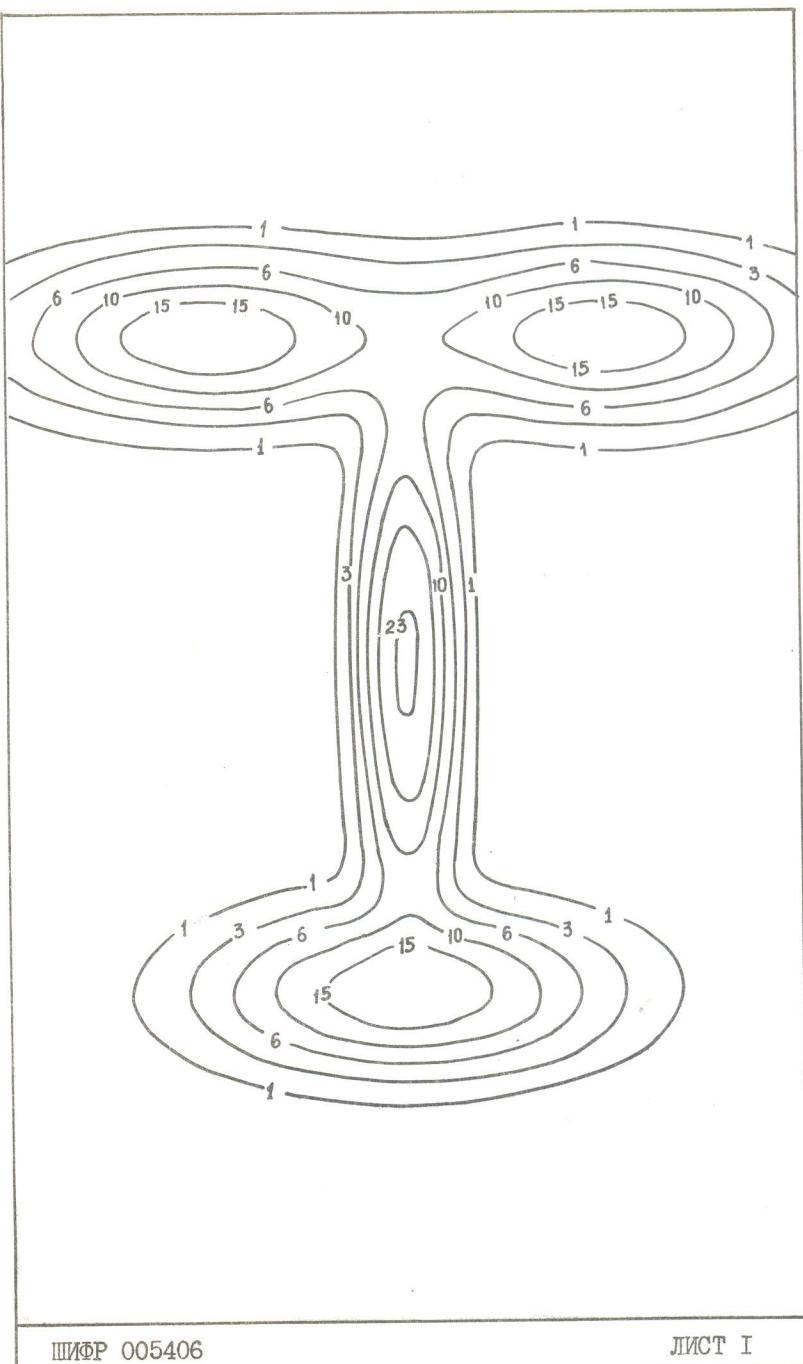
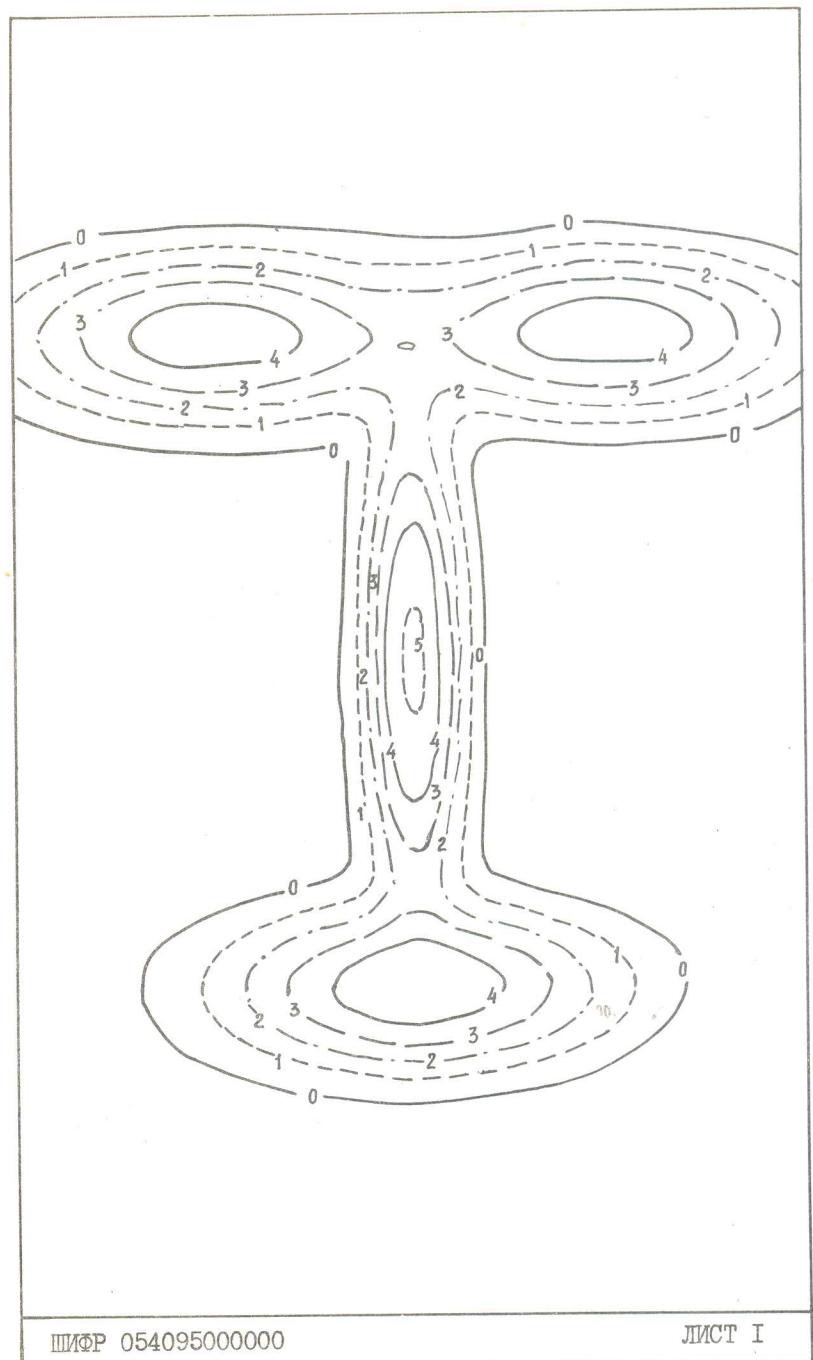


Рис.8



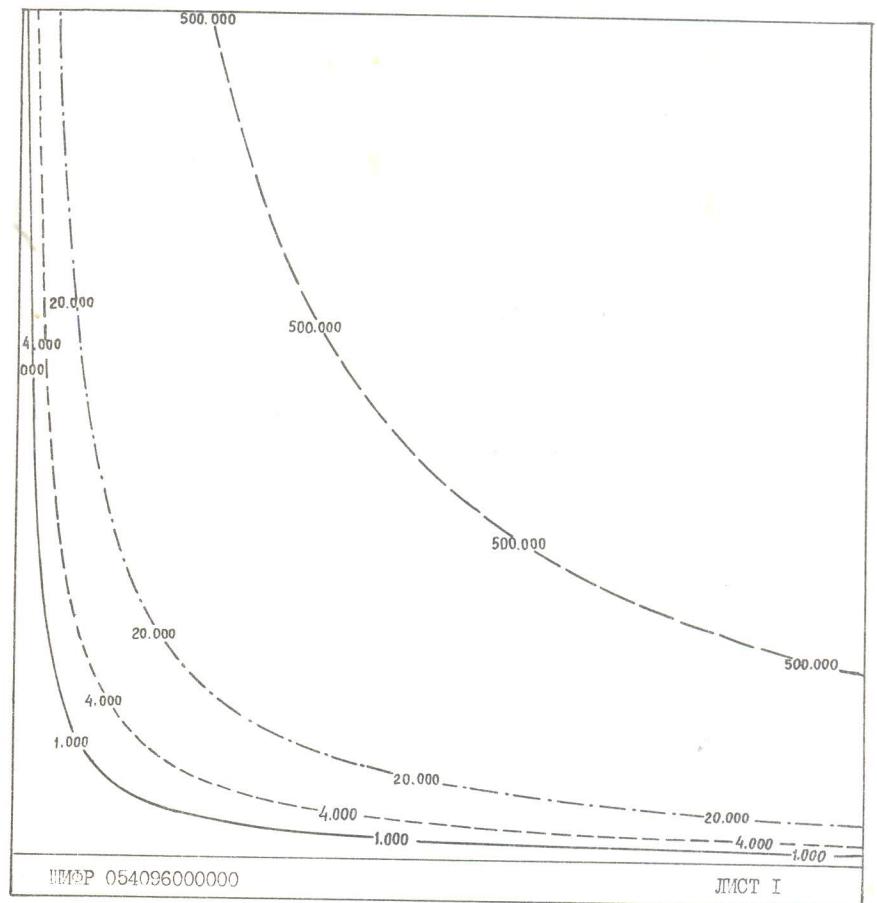
ШИФР 005406

ЛИСТ I



ШИФР 054095000000

ЛИСТ I



7. Сравнительные характеристики алгоритмов

Сравнение проводится для машины БЭСМ-6. ЛИНУР занимает $\approx 700_{10}$ ячейк, ЛИНУРМ - 800_{10} . Массивы ЛИНУРа - 1000_{10} , ЛИНУРМа - 3000_{10} . Время работы ЛИНУРМ примерно в полтора-два раза больше, чем у ЛИНУР (на аналогичных рисунках). Это объясняется тем, что ЛИНУРМ иногда производит повторный просчет значений функции в точках тех линий, которые уже отрисованы. Однако ЛИНУРМ обладает преимуществом лучшего черчения линий и лучшей маркировки (так как она производится не отдельно для СТК, а для всего рисунка).

Поэтому, со временем, можно надеяться на улучшение показателей ЛИНУРМ (путем введения усовершенствований в алгоритм).

Для иллюстрации приводим три рисунка. Первый выполнен ЛИНУР, остальные два - ЛИНУРМ (с разными видами линий и маркировки). Причем первый рисунок ЛИНУРМ и рисунок ЛИНУР выполнены для одной и той же функции.

Л и т е р а т у р а

1. G.Cottafava and G.Le Moli.Automazic Contour Map.Momunifications of the ACM,v,12,no.7,1969,p.386-391.
2. ДВОРЖЕЦ В.И. Процедуры вывода изолиний.-В сб.:Машинная графика и ее применение, вып. I, Новосибирск, ВЦ СО АН СССР, 1973.
3. ЗВЕНИГОРОДСКИЙ Б.Е. Методы расчета и вычерчивания изолиний в непрямоугольных областях.Дипломная работа.Новосибирск, НГУ, математический факультет, 1974.
4. ЭФРОС Л.Б. Комплекс процедур вывода информации на печать.Процедура ИЛИН.-В сб.:Стандартные программы и процедуры, вып. УШ. Новосибирск, ВЦ СО АН СССР, 1968.
5. Математическое обеспечение для графопостроителей. I уровень.Под ред.А.Я.Куртукова.Новосибирск, ВЦ СО АН СССР, 1971.
6. ДВОРЖЕЦ В.И. Комплект процедур вывода графиков.-В сб.:Машинная графика и ее применение, вып. I, Новосибирск, ВЦ СО АН СССР, 1973.
7. Машинная графика и ее применение. Под ред.Ю.А.Кузнецова. Новосибирск, ВЦ СО АН СССР, 1973.



С.В.Горин, В.И.Дворжец

С М О ДИСПЛЕЯ ДЛЯ М-222

Описываемая в статье система матобеспечения дисплея (СМОД) была разработана и написана по заказу конкретной организации и носит специфический характер. Поэтому статья не претендует на общность, а имеет чисто практический интерес. Интересна также привязка дисплея к диспетчеру М-222 и использование подпрограмм СМОГ в работе с дисплеем.

СМОД была написана для дисплея УВ-1000 и ЭВМ М-222. Базовая часть СМОД состоит из четырех основных программ: а) РЕЗИДЕНТА, б) РЕДАКТОРа, в) ТАБУЛЯТОРа, г) ПРОЕКТИРОВЩИКА. Для связи СМОД с ДМ-222 используется - в СМОД программа РЕЗИДЕНТ, в ДМ-222 программа ПЛЕЙ (см.рис. I). Программа РЕДАКТОР выполняет редактирование типографских текстов, алгол-, автокод- и эпсилон-программ, а так же массивов системы проектирования печатных плат. ТАБУЛЯТОР выполняет генерацию таблиц печати, а ПРОЕКТИРОВЩИК - корректировку информации системы проектирования печатных плат. В данной статье наибольшее внимание уделяется организации работы программ ПЛЕЙ и РЕЗИДЕНТ. Несколько меньше будет сказано об остальных программах. Вообще говоря, можно провести некоторую аналогию между этой системой и СМОГ БЭСМ-6. ПЛЕЙ соответствует подпрограмме КАНАТ (см. [2]). РЕЗИДЕНТ является аналогом первого уровня СМОГ (он в частности содержит многие подпрограммы СМОГ), а остальные программы - второго.

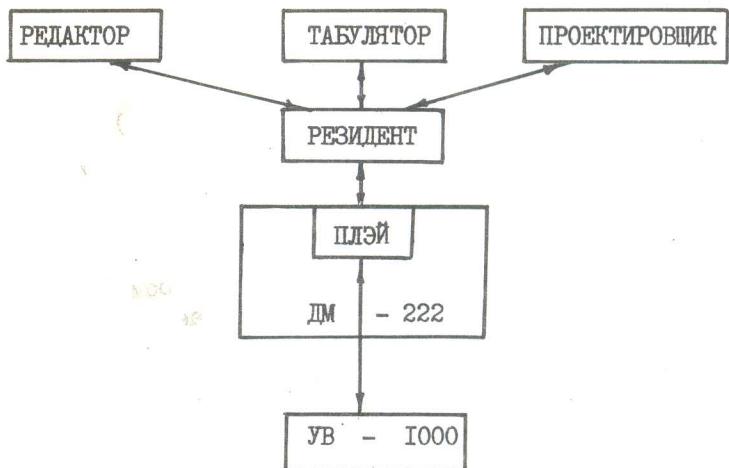


Рис. I

Для понимания работы программы ПЛЕЙ необходимо знакомство с системой команд М-222 и диспетчером ЭВМ М-222 (см. [3]). Программа ПЛЕЙ является блоком ДМ-222 и обрабатывает прерывание по макрокоманде 7. С программой ПЛЕЙ можно работать в двух режимах: в режиме прямого обмена (режим M) и в режиме редакции (Режим R). Опишем оба режима.

I. РЕЖИМ M

Работа ведется через макрокоманду 7. Она имеет вид:

π_m	КОП						A_1	A_2	A_3			
π_m	50						0007	RП Аобм	RП Арсвн	RП Арф	RП Асот	A обмена
π_{m+1}	I	I	I	I	I	I	A peak. ев.пера	A peak.фкл.	A слова ответа			

Пр. ЗП Пр. обм. Пр. Уст. Пр. Уст. Пр. Уст. Пр. Уст.
A обм. A рсвн A.Фкл. A сотв.

Макрокоманда может выполнить следующие действия.

I.I. Вывести на экран или ввести с экрана массив графи-

ческих команд, начиная с адреса Аобм. по адрес Аобм. + $I777_8$.
Ограничение: Аобм. $\neq 0$.

1.2. Установить адреса реакции на прерывания от дисплея и выдать слово ответа дисплея.

Все адреса обоих слов макрокоманды могут быть индексированы. Для того чтобы изменить один или несколько адресов (Аобмена, Ареак.св.п., Ареак.фкл., А слова ответа), не меняя других, необходимо в признаках изменения соответствующих адресов в КОПе слова 2 макрокоманды 7 поставить 1, а в остальных – 0.

После выдачи макрокоманды 7 программа может продолжать работу или ждать прерывание от дисплея. При любом таком прерывании в ячейку по адресу А слова ответа выдается код слова ответа. Он содержит код набора, код функциональной клавиатуры (ФКЛ) или код символа, адрес последней занятой ячейки буферного запоминающего устройства (БЗУ) дисплея.

Далее, если код набора фальш-панели дисплея равен нулю, то считается, что это прерывание по световому перу и происходит переход по Арсвп, иначе это прерывание по ФКЛ и управление передается на команду по адресу Арфкл.

2. РЕЖИМ R

Имеется возможность работы ПЛЕЙ с некоторой программой, размещенной в 3 – 4 кубах МОЗУ "на фоне" счета задач в 0 – 2 кубах. Такая программа должна быть специальным образом организована.

2.1. Вызов этой программы (ей является РЕЗИДЕНТ) происходит с пульта дисплея. Для вызова необходимо набрать код 377 на фальш-панели и набрать нулевую ФКЛ. Будут установлены регистры защиты 0 – 2 и 7 кубов МОЗУ и управление передается в ячейку 0031 куба 3.

2.2. Схема работы РЕЗИДЕНТА.

2.2.1. Начало работы. На экран выдается какой-то текст, выдается макрокоманда 7, устанавливаются адреса реакций и управление передается в фоновую программу, на прерванное в 2.1 место.

2.2.2. После этого возможны любые действия с пульта и повторные прерывания, однако необходимо изменить набор фальш-панели.

2.2.3. ПЛЕЙ запоминает два адреса прерывания: "первый" и "последний". Это позволяет в некоторых случаях работать самому РЕЗИДЕНТу, ожидая прерывания, а не уходить для ожидания в фоновую задачу. Кроме того это дает некоторые гарантии на случай повторного прерывания РЕЗИДЕНТА, когда первое уже обрабатывается, но обработка не завершилась. Для выхода в фоновую задачу (или некоторый прерванный блок РЕЗИДЕНТА) необходимо подать макрокоманду 7 специального вида:

050	0007	0000	0000
000	0000	0000	0000 - выход по адресу первого прерывания
050	0007	0000	0001
000	0000	0000	0000 - выход по адресу последнего прерывания

2.2.4. При выходе по адресу первого прерывания этот адрес "забывается" ПЛЕЙ. Если после этого снова произойдет прерывание от дисплея, то оно теперь уже считается "первым" и запоминается новый адрес.

2.2.5. По окончании работы с программой в режиме R необходимо набрать нулевую ФКЛ при коде набора 377. Произойдет выход по адресу "первого" прерывания и ПЛЕЙ вернется в первоначальное состояние, то есть можно снова вызывать РЕЗИДЕНТ или работать в режиме M.

3. РАБОТА С РЕЗИДЕНТОМ В РЕЖИМЕ M

РЕЗИДЕНТА можно вызвать не только прерыванием от дисплея. Это может сделать также любая программа с помощью макрокоманды 7 следующего специального вида:

050	0007	0000	0002
000	0000	0000	0000

После этого открываются кубы 0 – 4 и можно по специальным командам РЕЗИДЕНТА работать с ним в режиме M.

Естественно, этот режим невыгоден, с точки зрения расхода машинного времени, но, возможно, окажется полезным при использовании более широких возможностей РЕЗИДЕНТА, чем при обращениях к ПЛЕЙ напрямую (п. I).

В пункте 2.2 описаны возможности РЕЗИДЕНТА с точки зрения программы ПЛЕЙ. В существующем варианте программа РЕЗИДЕНТ может выполнять следующие действия:

1). Вызвать одну из рабочих программ СМОД (РЕДАКТОР, ТАБУЛЯТОР, ПРОЕКТИРОВЩИК).

2) Выполняет заказы на вывод на УВ-1000 от рабочих программ СМОД или программ пользователя (при работе в режиме М).

3) Обеспечивает ввод с УВ-1000 необходимой информации для этих программ.

Вызов рабочих программ СМОД может производиться только в режиме Р. Для этого сначала вызывается РЕЗИДЕНТ (как это описано в 2.1), который выводит на экран текст:

ДАЙ ПРИКАЗ

1ФКЛ - РЕДАКТОР

2ФКЛ - ТАБУЛЯТОР

3ФКЛ - ПРОЕКТИРОВЩИК

КОД НАБОРА = 376

Для вызова одной из этих программ необходимо изменить код набора на 376 и набрать нужную ФКЛ. После этого произойдет вызов соответствующей рабочей программы, и она выдаст на экран свое сообщение. При дальнейшей работе с этой рабочей программой набор любой ФКЛ означает (при коде набора ≠ 377 и 376) передачу управления в эту программу, с передачей ей содержимого экрана дисплея.

Для вызова другой рабочей программы СМОД нужно набрать требуемую ФКЛ при коде набора 376.

Отказ от работы со СМОД описан в 2.2.5.

Программа РЕЗИДЕНТ обслуживает заказы на обмен с УВ-1000. С такими заказами к РЕЗИДЕНТУ могут обращаться:

1) Рабочие программы СМОД (режим Р).

2) Программы пользователя (режим М).

3) Оператор за пультом дисплея.

РЕЗИДЕНТ выполняет заказы независимо от того, кто и в каком режиме их подал. Различия в режимах проявляются только в способе вызова СМОД и в установке разных значений регистров защиты памяти при подаче оператором ответа на запрос из машины. Перед дальнейшим описанием работы РЕЗИДЕНТА позволим себе небольшое отступление.

При разработке технического задания на программу РЕЗИДЕНТ мы с удивлением заметили, что большинство подпрограмм СМОГ совершенно естественно могут использоваться и в работе с дис-

шлеем. Этот приятный сюрприз значительно помог в разработке и написании программы РЕЗИДЕНТ. Фактически программа РЕЗИДЕНТ представляет собой часть СП СМОГ с добавлением туда блоков вызова рабочих программ СМОД и блоков реакций на прерывания. Естественно, что подпрограммы СМОГ претерпели изменения (в основном в сторону уменьшения). Общий принцип обращения к подпрограммам был сохранен и он полностью аналогичен СМОГ М-220.

Итак, каждый заказ на обмен с УВ-1000 есть обращение к некоторой подпрограмме РЕЗИДЕНТА. Номера и названия этих подпрограмм такие же, как и в СМОГ:

- 4. ЛИСТ
- 5. ТРА
- 7. ПЕРО
- 9. СИМ
- 10. ЧИСЛО
- 11. ТЕКСТ
- 12. ДЕКАР

Как уже говорилось, подпрограммы СМОГ пришлось изменить. В первую очередь это связано с организацией обмена между СМОДом и УВ-1000. Программа пользователя или рабочая программа СМОД при работе через посредство РЕЗИДЕНТА имеет дело не с экраном дисплея, а с одной из его двух копий в памяти. Одна из них используется как буфер ввода, другая – как буфер вывода. Оба буферных массива расположены в кубе РЕЗИДЕНТА. Каждая из программ РЕЗИДЕНТА добавляет или изменяет что-либо на буфере вывода, то есть происходит накопление информации в этом массиве.

Затем, обратившись к одной из подпрограмм, можно произвести вывод на УВ-1000 с буфера вывода. После этого управление передается в фоновую задачу и ожидается реакция от оператора, сидящего за пультом дисплея.

Вывод можно сделать также макрокомандой (обращением к ПЛЕЙ), что более удобно при работе в режиме M, так как фоновой задачи здесь нет.

После того, как оператор нажмет клавишу прерывания, в буфер ввода попадет копия экрана, каким он будет в момент этого прерывания. При этом буфер вывода останется таким же,

каким он был в момент последнего вывода. Это позволяет, сравнив содержимое буферов, узнать, что оператор изменил или добавил на экране дисплея.

Кроме того сделанные изменения зависят от возможностей УВ-1000. Подпрограмма ЛИСТ в СМОД организует зачистку буфера вывода или вывод на УВ-1000 и уход в фоновую задачу. Подпрограмма ТРА не менялась. Подпрограмма ПЕРО используется для задания размера символов, мерцания и яркости. Подпрограмма СИМ существенно упростилась. Для работы СИМ необходимо указать только номер символа и его адрес в БЗУ. Сама процедура лишь пересыпает номер символа в массив вывода. Подпрограмма ЧИСЛО не менялась. В подпрограмме ТЕКСТ добавилась возможность представлять текст в кодировке УПП и выбирать его из любого куба МОЗУ. Это явилось следствием задуманного расширения СМОГ М-220. Подпрограмма ДЕКАР не менялась. Естественно, что сменилась внутренняя подпрограмма СМОГ - БУФЕР.

В заключение статьи опишем рабочие программы СМОД. На ленте СМОД заводится архив, в который могут быть записаны алгол-, автокод- и эпсилон-программы, типографские тексты и массивы специального вида. Программа РЕДАКТОР позволяет оператору, находящемуся за пультом дисплея, вызывать любой модуль по его имени во временный архив, отображать на экране предложения с произвольного номера, вставлять, выбрасывать и заменять предложения из вызванного модуля, а также вводить исправленные на экране предложения.

Экран УВ-1000 имеет 16 строк по 64 позиции. Стока автокода уже содержит 72 символа, поэтому РЕДАКТОР работает со строкой, содержащей две строки дисплея, то есть 128 позиций. Шесть из них отводятся под номер строки или предложения, а все предложения, приказы и диагностические тексты располагаются с 7-й позиции. Всего в распоряжении РЕДАКТОРА восемь строк. Первые пять строк отводятся под выводимые предложения, в шестой строке задаются все приказы программе РЕДАКТОР, в седьмой строке набирается вставляемое предложение, восьмая строка предназначена для вывода диагностических текстов.

Программа ТАБУЛЯТОР преобразует заданную на экране УВ-1000 таблицу в вид, необходимый для работы с СП-202.

Программа ПРОЕКТИРОВЩИК осуществляет корректировку ин-

формации системы проектирования печатных плат. Она носит специальный характер и здесь не описывается.

Л и т е р а т у р а

1. Математическое обеспечение для графопостроителей. I уровень под редакцией А.Я.Куртукова. Новосибирск, ВЦ СО АН СССР, 1971, 82 с.
2. Горин С.В., Дворжец В.И., Дебелов В.А., Куртуков А.Я. Структура СМОГ БЭСМ-6.- Настоящий сборник.
3. Ляшенко В.Ф. Программирование для ЦВМ с системой команд типа М-20. М., "Советское радио", 1974, 415 с.

95