

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО
СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ РСФСР

КУЙБЫШЕВСКИЙ ордена ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ
АВИАЦИОННЫЙ ИНСТИТУТ имени АКАДЕМИКА С.П. КОРОЛЕВА

**АЛГОРИТМИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ
ИЗОБРАЖЕНИЙ
ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ЧЕРТЕЖЕЙ
СРЕДСТВАМИ МАШИННОЙ ГРАФИКИ**

Методические указания

КУЙБЫШЕВ 1990

УДК 681.3

Алгоритмическое описание изображений при выполнении чертежей средствами машинной графики: Метод. указания /Куйбышев. авиац. ин-т; Сост.; С. А. Карева, В. Я. Фадеев. Куйбышев, 1990. 20 с.

В работе рассмотрены методы составления алгоритмов плоских изображений и размерной сети деталей. Приведены примеры выполнения и правила оформления студентом индивидуального задания.

Методические указания предназначены для студентов спец. 13.01, 13.06 и 13.07, изучающих курс «Основы машинной графики». Составлены преподавателями кафедры «Инженерная графика».

Печатаются по решению редакционно-издательского совета Куйбышевского ордена Трудового Красного Знамени авиационного института имени академика С. П. Королева

Рецензенты: А. Г. Керженков, Л. П. Юмашев

Цель работы — ознакомить студентов с некоторыми элементами машинной графики, привить им первичные практические навыки по автоматизированному выполнению чертежей на чертежных автоматах (ЧА).

Порядок выполнения работы

Студент получает индивидуальное задание — чертеж плоской детали. Задача — подготовить чертеж для получения его на ЧА. Для этого:

- выбрать и расположить на изображении автономную систему координат;
- нанести опорные точки;
- составить математическую модель (ММ) изображения в виде алгоритма определения координат опорных точек;
- составить схему алгоритма определения вариантов изображения детали;
- составить алгоритм размерной сети.

Алгоритм составляется из условия, что существует пакет программ для изображения, к которому необходимо звать величины, указанные в табл. 2 прил. 3.

ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА МАШИННОЙ ГРАФИКИ

В общем объеме проектных работ более половины заключается в разработке множества различных чертежей, схем, планировок и других видов графической документации. В настоящее время все большее внимание уделяется разработке систем автоматизированного проектирования (САПР). Эти системы предназначены для разработки конструкторской (КД) и технологической (ТД) документации с помощью ЭВМ. Сокращение трудоемкости разработки графической документации в значительной мере может быть до-

стигнуто путем автоматизированного выполнения чертежей (АВЧ) средствами машинной графики.

Машинной графикой называется совокупность технических средств и методов автоматизации кодирования, обработки, декодирования, хранения и передачи графической информации (ГИ).

Технические средства машинной графики подразделяются на несколько групп:

- устройства ввода ГИ (кодирование);
- устройства вывода (декодирование);
- устройства ввода-вывода (графические дисплеи).

В настоящее время в качестве устройств вывода ГИ применяют в основном чертежные автоматы (графопостроители). Они дают возможность документировать в виде чертежей результаты обработки ГИ на ЭВМ.

В системах автоматизированного проектирования применяют электромеханические, электронные и растровые (электрохимические, электротермические и др.) ЧА.

Электромеханические ЧА являются устройствами с числовым программным управлением (ЧПУ). Точки, линии и символы наносятся на бумагу пишущим узлом ЧА, который приводится в действие специальным устройством.

На рис. 1 дана схема ЧА планшетного типа. Нанесение чертежа на бумагу происходит на чертежном планшете 1 пишущим узлом 2. Вдоль планшета в двух взаимно перпендикулярных направлениях X и Y перемещается пишущий узел. Перемещение пишущего узла обеспечивает шаговый электропривод. Пишущий узел имеет перьевиджатыли, в которых фиксируются шариковые и перьевые самописцы (ранидографы).

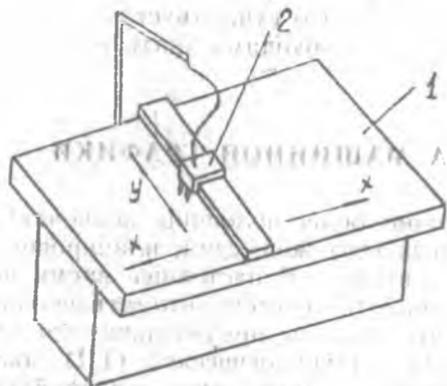


Рис. 1. Графопостроитель планшетного типа

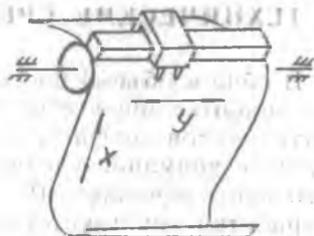


Рис. 2. Графопостроитель барабанного типа

В ЧА барабанного типа пишущий узел перемещается только вдоль оси Y , а ведущий барабан перемещает бумагу вдоль оси X (рис. 2).

Команды, управляющие ЧА, наносятся на перфоленгу, магнитную ленту или передаются по каналу ЭВМ.

Существуют команды для указания начала и конца вычерчивания, движения по прямой, по окружности, по параболе, для черчения символов и т. д.

Команды, по которым вычерчиваются линии и символы чертежа, в общем случае содержат информацию: код команды («отрезок», «дуга», «символы» и т. д.); способ задания координат точек линий, номер самописца, код типа линии (сплошная, штриховая, штрихпунктирная, разомкнутая и т. д.); код положения самописца (опущен или поднят); координаты точек или другие параметры линий, позволяющие выполнять интерполяцию, изменять скорость вычерчивания, масштаб. Более подробно о ЧА изложено в [3].

ПРОГРАММНЫЕ СРЕДСТВА МАШИННОЙ ГРАФИКИ

К программным средствам машинной графики относятся языки общения с ЭВМ, математические модели (ММ) изделий и КД, алгоритмы и программы для преобразования моделей и управления техническими средствами [1].

По алгоритму описания контура изображения и размерной сетки составляются расчетная и графическая программы.

Если при составлении графической программы непосредственно программировать все линии, отличные от координатных перемещений пишущего устройства ЧА, а также знаки, типовые преобразования (масштаб, поворот, симметрия и т. д.) и стандартные построения (рамки форматов, основная надпись, штриховка разрезов и сечений), то программы будут очень громоздкими. Поэтому типовые и стандартные построения, преобразования и надписи чертежа и некоторые другие операции оформляются подпрограммами, имеющими постоянные операторы обращения к ним. Такой пакет подпрограмм (ПП), ориентированный на конкретный ЧА, называют его базовым программным обеспечением (БПО).

Для описания графической информации существуют специализированные графические языки (ГРАФОР, ФАП-КФ и др.) и ПП, каждый оператор которых предназначен для выполнения тех или иных действий. Чтобы применять эти языки, нужно описать каждый элемент чертежа качественно и количественно. Качественные характеристики линии — это ее геометрические особенности (прямая, дуга окружности), а также тип линии (сплошная толстая,

сплошная тонкая, штриховая, штрихпунктирная). Количественную характеристику каждого элемента (его размера и расположения на чертеже) получают с помощью алгоритмов расчета координат опорных точек.

Расчетная и графическая программы обрабатываются на ЭВМ и на выходе получают команды управления ЧА, записанные на перфоленту или магнитную ленту, если ЧА автономный, или передаваемые на ЧА по каналу его связи с ЭВМ.

АЛГОРИТМ ОПИСАНИЯ КОНТУРА ПЛОСКОЙ ДЕТАЛИ

Моделирование представляет собой замену исследуемого объекта (оригинала) некоторым другим объектом — моделью. Модель всегда приближенно отображает истинные свойства и характеристики оригинала. Модели могут быть физическими и математическими.

Математическая модель (ММ) геометрического объекта — это совокупность математических элементов (переменных) с указанием связей и отношений между ними, которые выражаются математическими соотношениями.

Чтобы реализовать ММ на ЭВМ, нужно представить ее в форме алгоритма, а затем — программы.

Ниже приведен пример алгоритмического описания контура детали, приведенной на рис. 3.

Контур плоской детали состоит из отрезков прямых и дуг окружностей, расположенных в определенной последовательности. Чтобы раундограф ЧА провел отрезок какой-либо линии, нужно указать координаты начала и конца отрезка. Наклонные прямые и кривые линии заменяются ломаной линией путем перемещения раундографа последовательно в направлениях осей X и Y с небольшим шагом ($0,01 \div 0,1$ мм) от начала до конца отрезка. Точки начала и конца каждого отрезка линии будем называть опорными.

Координаты опорных точек определяются в автономной системе координат изображения, которая ориентируется относительно собственной системы координат ЧА.

На рис. 3 даны координатные оси, начало которых расположено в центре окружности в левой части детали.

Оси автономной системы выбираются так, чтобы координаты опорных точек определялись как можно проще. На одном изображении может быть расположено несколько автономных осей координат, которые ориентируются в системе координат ЧА.

В табл. 1 приведены координаты опорных точек, нанесенных на изображении (см. рис. 3). На рис. 4—6 даны пояснения к определению координат опорных точек 17—19.

Относительное размещение отрезков линий, составляющих контур изображения детали, определяется размерами, обозначенными на чертеже.

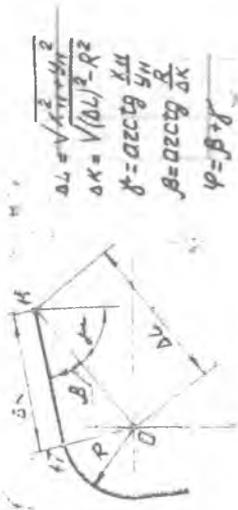
Чтобы получить конкретное изображение детали на ЧА, нужно буквы заменить числами и рассчитать координаты по приведенному в табл. 1 алгоритму.

В зависимости от фактического соотношения размеров изображение детали может изменяться, при этом может изменяться и алгоритм определения координат некоторых опорных точек.

Таблица

№ опорных точек	Аналитическое координат	выражение	Примечание
	X	Y	
1	2	3	4
1	$-(C-M_1)$	$-K_2$	
2	M	$-K_2$	
3	$X_2 + H - C$	$Y_2 + (H - C) \operatorname{tg} \alpha$	
4	$X_3 - E \sin \alpha$	$Y_3 + E \cos \alpha$	
5	$X_5 - E \sin \alpha$	$Y_5 + E \cos \alpha$	
6	$X_3 + E \cos \alpha$	$Y_3 + E \sin \alpha$	
7	$X_2 + (A - C - F)$	$Y_2 + (A - C - F) \operatorname{tg} \alpha$	
8			Схема алгоритма рис. 8
9	$X_1 + A$	$Y_2 + K_1 + (A - C) \operatorname{tg} \alpha$	
10	X_{23}	$Y_{23} - N$	

1	2	3	4
11	L_1	$Y_{23} - \{[A - (C - M)] - L_1\} \operatorname{tg} \alpha_2$	
12	$-\frac{B}{2}$	$-\left(\frac{A}{2} + T\right)$	
13	X_{12}	$-\frac{A}{2} \cos \beta$	$\frac{B - 2TC \sin \beta}{2}$
14		Y_{12}	
15		Y_{13}	
16	$\frac{(20 - 40)^2 + 14 \cdot 40^2 - (R1)^2}{2 \cdot 40}$	$X_{16} < X_{10};$ Y_{16}	см. рис. 5 б
17	$-\{[\Delta K \sin \varphi - X_{11}]\}$	$Y_{11} - \Delta K \cdot \cos \varphi$	см. рис. 5 в
18	$-R \sin \varphi$	$-R \cos \varphi$	см. рис. 5
19	$X_{16} - R_1 \sin \alpha_2$	$Y_{16} + R_1 \cos \alpha_2$	рис. 5 а
20	$X_8 - R_2$	Y_8	
21	$X_8 - R_2 \sin \alpha_1$	$Y_8 + R_2 \cos \alpha_1$	
22	X_7	$Y_0 - F \cdot \operatorname{tg} \alpha_1$	
23	$A - (C - M)$	$Y_2 + (A - C) \cdot \operatorname{tg} \alpha + K$	
24	$A - (C - M)$	$Y_2 + (A - C) \operatorname{tg} \alpha$	



$$\Delta L = \sqrt{R^2 - \Delta K^2}$$

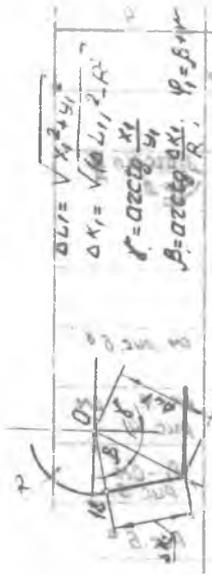
$$\Delta K = \sqrt{(\Delta L)^2 - R^2}$$

$$\beta = \arcsin \frac{\Delta K}{R}$$

$$\gamma = \arcsin \frac{\Delta L}{R}$$

$$\varphi = \beta + \gamma$$

Рис. 4. Определеие координат точки 17



$$\Delta L_1 = \sqrt{R^2 - \Delta K_1^2}$$

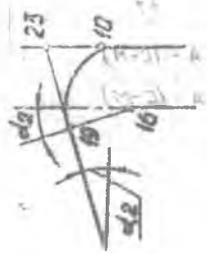
$$\Delta K_1 = \sqrt{(\Delta L_1)^2 - R^2}$$

$$\beta = \arcsin \frac{\Delta K_1}{R}$$

$$\gamma = \arcsin \frac{\Delta L_1}{R}$$

$$\varphi = \beta + \gamma$$

Рис. 5. Определеие координат точки 18



а

Рис. 6. Определеие координат точек 19 и 16

На рис. 7 показаны варианты изображения правой части детали, которые получаются при различных соотношениях между размерами.

Алгоритм описания этого места детали должен содержать такие условия, при которых автоматически можно было бы перейти от одного вида изображения к другому, в данном случае — рассчитать центр дуги сопряжения, который определяется пересечением двух прямых или двух окружностей, или прямой и окружности. На рис. 8 дан алгоритм определения центра дуги 8, записанный в виде схемы алгоритма.

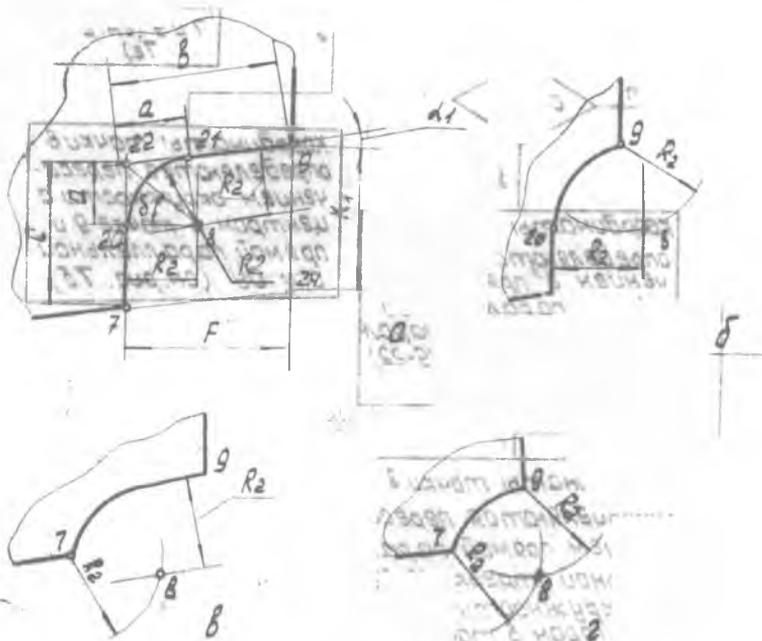


Рис. 7. Варианты определения центра дуги сопряжения R_2 при различных соотношениях размеров F , K_1 , R_2

Если некоторые размеры детали изменяются от нуля до какой-либо величины, то при размере, равном нулю, получается вариант изображения, в котором отсутствует один из элементов детали. На рис. 9 приведена схема алгоритма с комментариями, по которой видно изменение изображения детали при отсутствии паза, определяемого опорными точками 3—6, и углубления — 7—9, 20, 21. При продолжении исследования размеров можно получить варианты изображения детали за счет изменения угла и других размеров.

Рассчитать величины
 $\delta = \frac{90 - \alpha}{2}$; $\beta = \sqrt{F^2 + (F \cdot \operatorname{tg} \alpha)^2}$
 $a = R \cdot \operatorname{tg} \delta$
 $c = k_1 + F(\operatorname{tg} \alpha - \operatorname{tg} \delta)$. Рис 7

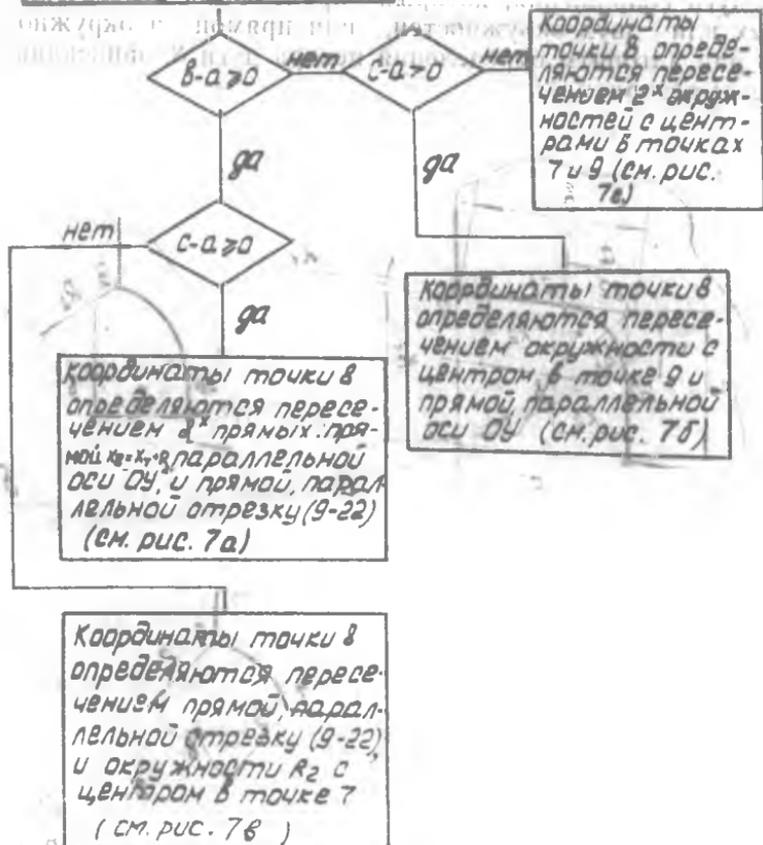


Рис. 8. Схема алгоритма определения центра дуги сопряжения, точки 8.

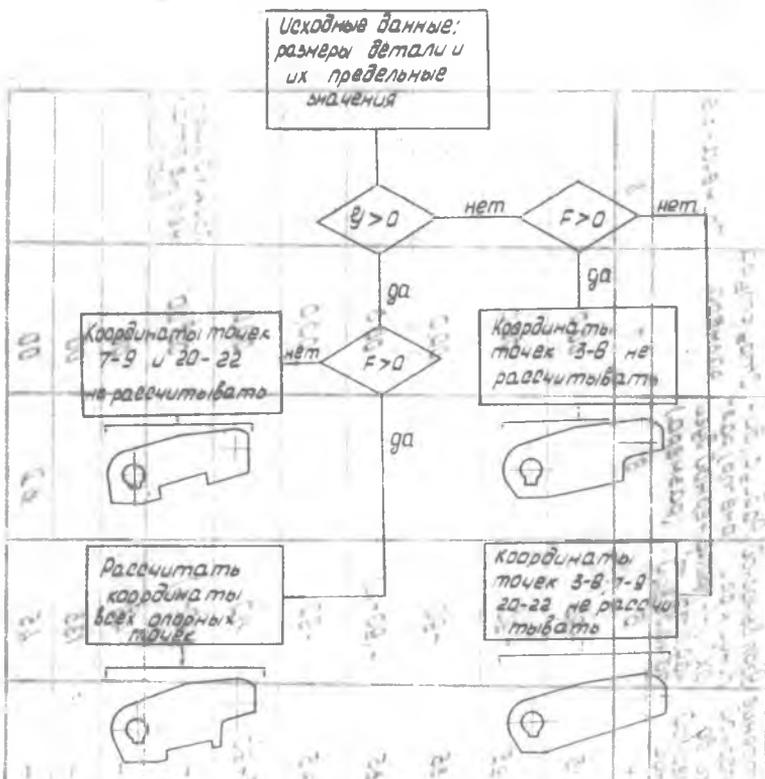


Рис. 9. Схема алгоритма определения вариантов изображения детали типа «Рычаг»

АЛГОРИТМ ОПИСАНИЯ РАЗМЕРНОЙ СЕТИ

Нанесение размеров на чертеже выполняется по ГОСТ 2.307-68. Для автоматизированного нанесения размеров на чертеже с помощью ЧА необходимо знать координаты начала и конца выносной и размерной линии, тип линии, место расположения размерного числа, угол, под которым пишется размерное число, количество символов в размерном числе. Для угловых размеров даются радиус размерной дуги и расположение ее: угол до первой выносной линии и собственно угол («+» — против часовой стрелки, «-» — по часовой стрелке).

Если иметь заранее разработанный пакет прикладных программ (ППП), которые помогут проводить выносные и размерные линии, определить, размещается ли размерное число между выносными линиями, вынести его, если оно не размещается, и т. д.,

№	Символическое обозначение размера	Номера опорных точек	Расстояние между опорными точками по размерной линии	Угол выноской линии к оси ОХ (+ - протекание за отсчет по часовой стрелке)	Радиус (диаметр) окружности (размера)	Структурный размер	Примечание
1	2	5	4	0	8	7	8
1	М	20	15	-50		00,0	
2	С	21	25	-50		00,0	
3	Н	21	35	-50		00,0	
4	Э	28	35	-(90-х)		00,0	101
5	А	124	45	-50		00,0	
6	К	21	3+20	180		00,0	
7	Х	2	-	-(90-х)		00,0	Примечание: не берется во внимание
8	В	16	-	45		00	
9	Р	0	-	135		00	
10	0	0	-	45	0,0	00	

то алгоритм и программа на размерную сеть получаются менее трудоемкими. В табл. 2 дан алгоритм размерной сети в случае применения пакета ПП. На кафедре такой пакет ПП имеется.

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОФОРМЛЕНИЮ ГРАФИЧЕСКОЙ РАБОТЫ

Задание состоит из расчетной и графической части (прил. 1).

Графическая часть задания выполняется на листе формата А3. На нем в левой части листа изображается чертеж плоской детали, на котором все размеры обозначаются буквами, а также укывыва-

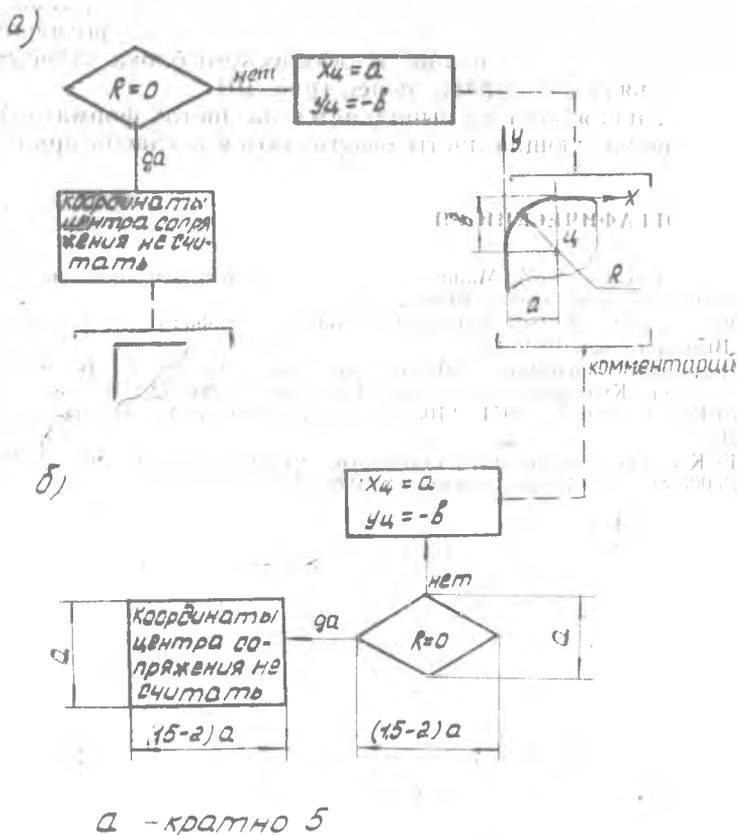


Рис. 10. Размеры блоков в схемах алгоритмов и программ

ются пределы изменения некоторых размеров. В правой части над основной надписью дается схема алгоритма поиска варианта изображения плоской детали при предельных значениях изменяющихся размеров.

Графическая часть задания дополняется пояснительной запиской, включающей таблицу координат опорных точек контура и размерной сети (по форме, приведенной в прил. 3), а также необходимые графические и текстовые пояснения (изображение отдельных фрагментов детали, необходимые дополнительные пояснения для определения координат опорных точек, описание расположения координатной системы, схемы алгоритмов и т. д.).

Схемы алгоритмов выполняются в соответствии с ГОСТ 19.003-80 и ГОСТ 19.002-80. Блоки вычерчиваются сплошной толстой линией $S = 0,8$ мм, а линии связи — сплошной тонкой линией $S/2$.

Поток информации, направленный в схеме алгоритмов сверху вниз и слева направо стрелкой не отмечается, в противном случае ставится стрелка. Решение от логического блока записывается над линией связи или справа от нее (рис. 10).

Пояснительная записка выполняется на листах формата А4. Титульный и последующие листы оформляются согласно прил. 2 и 3.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Зозулевич Д. М. Машинная графика в автоматизированном проектировании. М.: Машиностроение, 1976. 240 с.
2. Фролов С. А. Автоматизация процесса графического решения задач. Минск: Вышэйш. шк., 1980. 255 с.
3. Чертежные автоматы: Метод. указания /Сост. А. В. Соколов, Н. А. Золкина, Куйбышев. авиац. ин-т, Куйбышев, 1984. 32 с.
4. ЕСКД. Сборник: ГОСТ 2.105-79, ГОСТ 2.109-73. М.: Изд-во стандартов, 1978. 336 с.
5. ЕСКД. Государственные стандарты СССР: Сборник: ГОСТ 19.002-80, ГОСТ 19.003-80. М.: Изд-во стандартов, 1985. 128 с.

Кийбышевский районный
институт им. академика С.П. Королева

АЛГОРИТМ ИЗОБРАЖЕНИЯ
ПЛОСКОГО КОНТУРА

XX XXX XXX

номер работы

номер варианта

порядковый номер документа

Проверил

(подпись)

(фамилия)

Разработал (дата)

(подпись)

(фамилия)

(дата)

1990

Приложение 5

Таблица 1				
N опорн. точки	12	Аналитическое определение координат		Примечание
		x	y	
1	5			
	10			
15		65	65	40

Таблица 2

Обозначение размера	Номера опорных точек	Расстояние первой опорной точки до размерной линии	Угол размерной линии к оси OX (* - против час. стр, - - по час. стрелке)	Радиус (диаметр) размерной дуги (размера)	Ступенчатая разность	Примечание
1	2	3	4	5	6	7
60	20	40	30	30	15	30

* Для угловых размеров дается два угла: первый — между выносной линией и положительной осью OX; второй — соответственно угловой размер



АЛГОРИТМИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ ИЗОБРАЖЕНИЙ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ЧЕРТЕЖЕЙ СРЕДСТВАМИ МАШИННОЙ ГРАФИКИ

Составители: Карева Светлана Анатольевна
Фадеев Виктор Яковлевич

Редактор Л. Я. Черодтеева
Техн. редактор Н. М. Каленюк
Корректор Н. С. Куприянова

Сдано в набор 10.12.90. Подписано в печать 26.12.90.
Формат 60×84 1/16. Гарнитура литературная. Бумага оберточная.
Печать высокая. Усл.п.л. 1,16. Усл.кр.-отт. 1,26. Уч.-изд.л. 1,14.
Т. 350 экз. Заказ 906. Бесплатно.

Куйбышевский ордена Трудового Красного Знамени
авиационный институт имени академика С. П. Королева,
443086, Московское шоссе, 34.

Тип. ЭОЗ Куйбышевского авиационного института,
443001, Куйбышев, ул. Ульяновская, 18.