

«ООО ЭЛГЕС»

**СИСТЕМА ПОДГОТОВКИ УПРАВЛЯЮЩИХ
ПРОГРАММ
СПИ ДГТ**

РУКОВОДСТВО ПРОГРАММИСТА

Фрязино 2007 г.

ГЛАВА 1 Интерфейс СПП ДГТ 3

Главное окно СПП ДГТ 3

Команды меню СПП ДГТ 4

Кнопки управления 5

Окно автоматического задания элементов контура 6

«Горячие» клавиши СПП ДГТ 7

ГЛАВА 2 Функции СПП ДГТ 8

Прорисовка траектории УП 8

Вывод УП в формате ЧПУ 9

Работа с перфоратором 10

ГЛАВА 3 Входной язык СПП ДГТ 11

Описание входного языка СПП ДГТ 11

Правила формирования контуров 13

Переменные 16

Макросы 17

Циклы 18

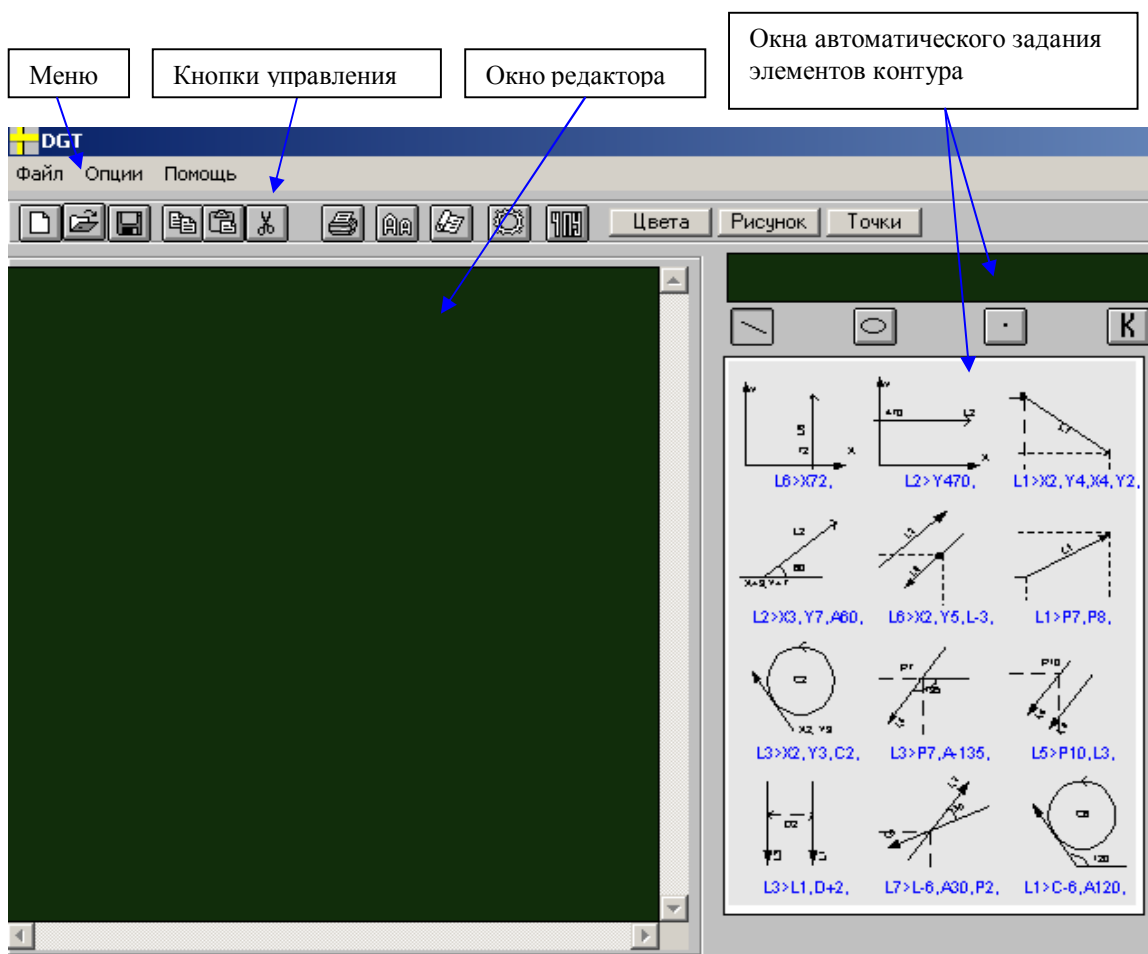
Комментарии 18

Задание номеров точек пересечения 19

Файлы определений 19

ГЛАВА 1 Интерфейс СПП ДГТ

Главное окно СПП ДГТ



Главное окно СПП ДГТ состоит из четырех основных частей:

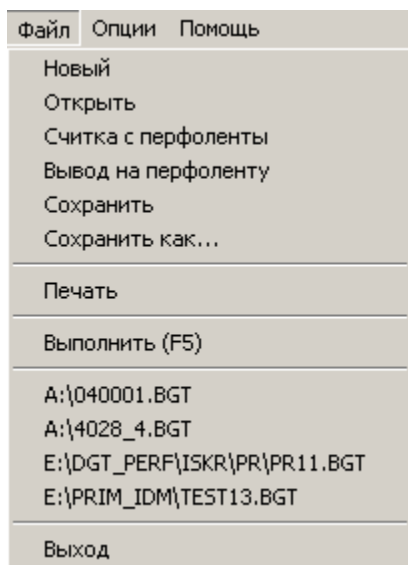
- **Меню.** Из пунктов Меню программы вызываются ее основные функции.
- **Кнопки управления.** Кнопки управления дублируют некоторые (наиболее часто используемые) команды Меню.
- **Окно редактора.** Окно редактора предназначено для ввода и корректировки управляющих программ.
- **Окна автоматического задания элементов контура.** Эти окна служат для быстрого задания элементов контура (прямых, дуг и точек).

Ниже вышеперечисленные элементы главного окна будут рассмотрены более подробно.

Команды меню СПП ДГТ

Меню СПП ДГТ состоит из трех пунктов: **Файл**, **Опции** и **Помощь**.

Меню Файл



Этот пункт меню предоставляет следующие возможности:

Новый - создание нового файла

Открыть - открытие уже существующего файла

Считка с перфоленты - Считка заранее сохраненной на перфоленте

программы на входном языке

Запись на перфоленту - сохранение файла на перфоленте

Сохранить - сохранение файла на диске

Сохранить как... - сохранение файла на диске под новым именем

Печать - печать текста исходной программы на принтере

Выполнить - прорисовка программы

Следующие четыре пункта меню служат для открытия недавно использованных программ

Выход - Выход из программы.

Меню Опции

Этот пункт меню предоставляет функции для работы с текстом программы (копировать, вырезать, вставить, выделить все), а также позволяет производить дублирование перфоленты.

Меню Помощь

Этот пункт меню позволяет вызывать контекстную справку по работе с программой.

Кнопки управления

Кнопки управления в СПП ДГТ делятся на 4 группы:

1 группа **Работа с файлами управляющих программ**



- Эти кнопки служат соответственно для (1)Создания, (2)Открытия и (3)Сохранения файлов управляющих программ (далее - УП).

2 группа **Работа с текстом программы**



- Эти кнопки служат соответственно для (1)Копирования, (2)Вставки, (3)Вырезания выделенных фрагментов редактируемых УП, (4)Печати и (5)Изменения размера шрифта УП.

3 группа **Сервисные функции**



- Эти кнопки служат соответственно для (1)Вывода на экран текста УП во внутреннем формате СПП ДГТ, (2)Задания/Изменения цветов СПП ДГТ, (3)Вывода на экран рассчитанных контрольных точек УП.

4 группа **Функции выполнения**



- Эти кнопки служат соответственно для (1)Вывода на экран траектории УП, (2)файла УП, переведенного в формат выбранной Вами системы ЧПУ, (3) траектории УП с отображением безэвидистантного контура.

Окно автоматического задания элементов контура

Элементы в СПП ДГТ определяются следующим образом:

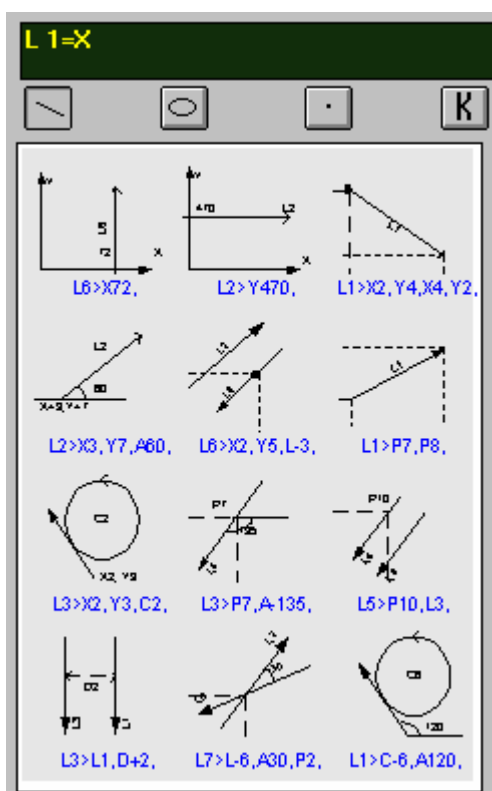
(элемент)(номер)=(элемент)(номер)[,] (элемент)(номер)....

Например: C12=X5,Y7,X6,Y8 X7 Y0

Знак запятой используется для разделения элементов в определении, однако может и опускаться.

Кроме прямого набора программ с клавиатуры существует еще один способ формирования элементов контура.

В правой части экрана расположена следующая таблица:



В ее верхней части находятся четыре кнопки с изображениями прямой, окружности, точки и буква К. Нажимая на эти кнопки, Вы можете перейти соответственно к способам задания прямых, окружностей и точек. Нажав на кнопку "К" Вы можете перейти к примерам программ.

В нижней части таблицы находятся рисунки с подписями, изображающие способы задания элементов контура. Щелкнув на первом из способов задания прямых (под ним написано L6>X72), Вы увидите, что в верхней части таблицы появилась надпись L 1 = X. L1 - прямая с номером 1, если нужно, исправьте этот номер. Далее введите координату X и нажмите пробел. В экране

редактора появится строка программы, определяющая нужную Вам прямую. Если в определении элемента контура больше чем одна составляющая, то после ввода значения каждой нажимайте Пробел, и на экране будет появляться следующая. После окончания ввода элемента контура в верхней части таблицы появится заготовка для следующего элемента такого же типа. Для того чтобы закончить ввод элементов контура - нажмите клавишу Esc.

В таблицах типовых заданий элементов отсутствует пример задания системы координат.

Она задается следующим образом:

O1=X43 Y65 A20

«Горячие» клавиши СПП ДГТ

В СПП ДГТ используются следующие горячие клавиши:

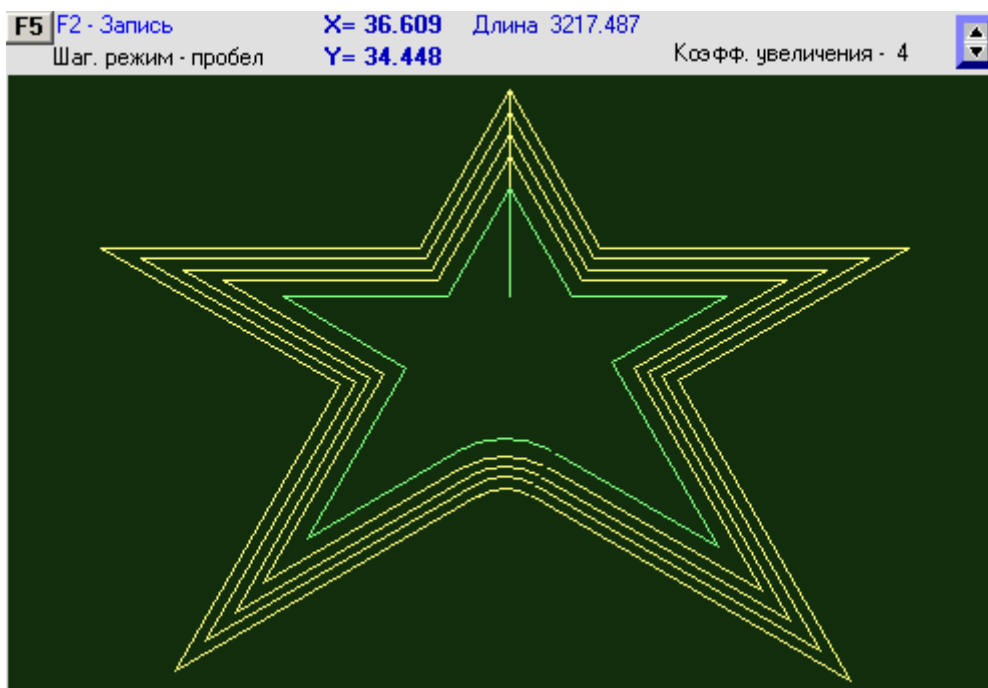
- **ESC** – выход из программы
- **F5** – прорисовка траектории УП
- **F7** – вывод на экран текста УП во временном формате СПП ДГТ
- **F8** – «Постпроцессирование» УП, вывод на экран УП для выбранной Вами системы ЧПУ.
- **F10** – вход в меню с клавиатуры
- **Ctrl + C, Ctrl + V, Ctrl + X** – копирование, вставка и вырезание ранее выделенного фрагмента программы.

ГЛАВА 2 Функции СПШ ДГТ

Прорисовка траектории УП

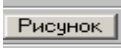
Режим прорисовки программ служит для того, чтобы просмотреть на экране результат выполнения программы.

Режим вызывается нажатием клавиши F5, соответствующей кнопки на экране редактора, кнопки Рисунок или выбором пункта Выполнить в меню Файл.



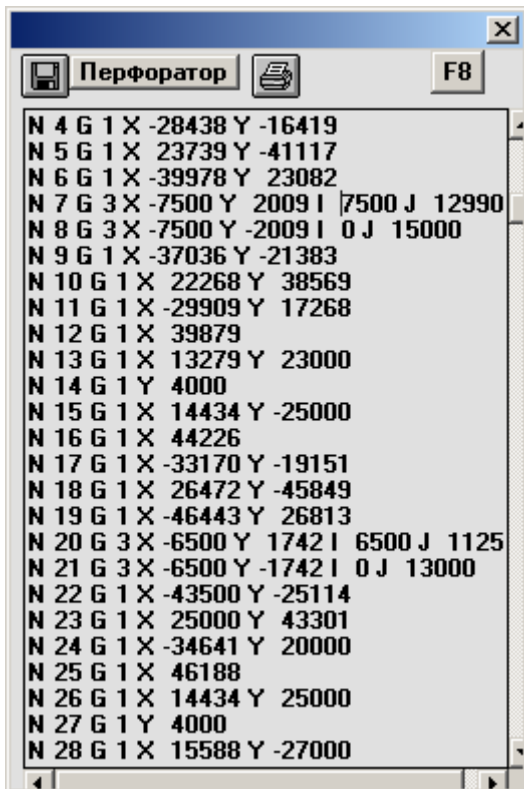
В верхней части окна указаны текущие координаты (X,Y) положения курсора (в масштабе детали), а также общая длина линий, составляющих контур детали.

Для того, чтобы увеличить/уменьшить изображение, щелкните левой кнопкой мыши на интересующей Вас точке. Масштаб увеличения задается стрелками в правой верхней части окна. Для того, чтобы выполнить прорисовку детали по шагам, нажимайте клавишу Пробел.


В данном случае показан результат нажатия кнопки  Зеленым цветом показан безэвидистантный контур, а желтым – контур, полученный в результате расчета.

Вывод УП в формате ЧПУ

Этот режим служит для просмотра, сохранения и вывода на перфоленту подготовленных управляющих программ. Вход в него осуществляется с помощью соответствующей кнопки или нажатием F8.



Внимание! Окно доступно только после выполнения (прорисовки) программы обработки.

Сразу после нажатия кнопки  (F8) СПП ДГТ попросит Вас указать нужный тип постпроцессора.

После этого на экране появится текст самой программы. Вы можете изменить его, записать на дискету (нажав на соответствующую кнопку) или вывести на перфоратор (кнопка Перфоратор).

Для получения той же программы, но для другого станка, Вам необходимо заново выполнить прорисовку программы обработки.

Работа с перфоратором

Система СПИ ДГТ, при наличии соответствующего оборудования, предоставляет возможность работы со стандартным перфоратором ПЛ-150 (М) и фотосчитывателем FS-1501.

Допустимы следующие действия:

Запись управляющей программы на перфоленту

Запись производится из окна Файл ЧПУ с помощью кнопки Перфоратор. Эта кнопка доступна только при существовании управляющей программы и выбранном типе постпроцессора (в этом случае текст управляющей программы виден на экране). Вы можете изменить записываемую программу вручную прямо на экране (ввести дополнительные технологические команды, сменить координаты и т.д.). Формат записи - ISO-7.

Считка обрабатываемой программы с перфоленты

Если у вас на перфоленте сохранились старые программы обработки, Вы можете преобразовать их и сохранить в электронном виде на дисках компьютера. Для этого выберите в меню Файл пункт считка с перфоленты и выполняйте указания программы.

Дублирование перфоленты

Дублирование существующей перфоленты производится с помощью подпункта Дублирование перфоленты меню Опции.

ГЛАВА 3 Входной язык СПП ДГТ

Описание входного языка СПП ДГТ

Входной язык СПП ДГТ представляет собой набор геометрических выражений, позволяющих описывать прямые, окружности и точки, составляющие контур детали. Ввод программ осуществляется либо с клавиатуры, либо с использованием вспомогательных средств (готовых наборов геометрических способов задания элементов контура).

Ввод производится латинскими буквами.

Ввод программ осуществляется по специальным правилам и с использованием операторов языка.

1. Существует несколько базовых элементов контура:

A - угол поворота системы координат

C - окружность

D - расстояние перемещения

I - номер точки пересечения окружности и прямой/двух окружностей (1 или 2)

K - контур

L - прямая

O - система координат

P - точка

R - радиус окружности

V - фаска

W - эквидистанта (смещение контура на заданное расстояние) - ставится в начале контура

U - эквидистанта - ставится внутри контура

X - координата точки по оси X

Y - координата точки по оси Y

M – м-команда

T – пауза, задается в секундах

2. Все элементы контура имеют порядковые номера, которые вводятся после обозначения элемента, например L1, C4 и т.д.

3. Элементы **A, D, R, V, W, X, Y** не имеют порядковых номеров. Вместо номера за их обозначением следует абсолютная величина.

Кроме обозначений элементов контура, язык СПП ДГТ позволяет использовать некоторые операторы и выражения:

= (равно) - Оператор определения элемента

, (запятая) - Знак разделения элементов в определении (может опускаться)

' (апостроф) - Комментарий

- (минус) - поставленный перед номером элемента, меняет его направление (для прямых и окружностей)

G54 - оператор задания точки, с которой будет продолжаться обработка детали

G0, F0 - обозначение холостых перемещений

FOR, NEXT - операторы цикла

MAC - оператор вставки макроса

N, B, "" - обозначение переменной

Контуры задаются с помощью определенных сочетаний элементов контура.

Способы задания элементов контура

Способы задания прямых:

	Пример	Описание
L=X	L1 = X10	Вертикальная прямая, проходящая через точку с координатой X=10
L=Y	L1 = Y15	Горизонтальная прямая, проходящая через точку с координатой Y=15
L=XYXY L=PP	L1 = X0Y0 X5Y5 L1 = P1P2	Прямая, проходящая через 2 заданные точки
L=XYL L=PL	L2 = X0 Y0 L1 L2 = P1 L1	Прямая, проходящая через заданную точку, и параллельная заданной прямой
L=LD	L2 = L1 D10	Прямая, параллельная заданной прямой, и отстоящая от нее на заданное расстояние (D)
L=XYC L=PC	L1 = X0 Y0 C1 L1 = P1 C1	Прямая, проходящая через заданную точку, и являющаяся касательной к заданной окружности
L=XYA L=PA	L1 = X0 Y0 A30 L1 = P1 A30	Прямая, проходящая через заданную точку под заданным углом к оси X
L=CA	L1 = C1 A30	Прямая, касательная к заданной окружности и проходящая под заданным углом к горизонтали
L=CC	L1 = C1 C2	Прямая, касательная к двум заданным окружностям
L=LAP	L2 = L1 A30 P1	Прямая, проходящая через заданную точку (P), и пересекающая заданную прямую под углом A

Способы задания окружностей:

	Пример	Описание
C=XYR C=PR	C1 = X0 Y0 R10 C1 = P1 R10	Окружность с центром в заданной точке и заданным радиусом (R)
C=XYXYXY C=PPP	C1=X0Y1X1Y0X0Y-1 C1 = P1 P2 P3	Окружность, проходящая через 3 заданные точки
C=LLR	C1 = L1 L2 R10	Окружность с радиусом R, касательная к двум заданным прямым
C=LRC C=ILRC	C2 = L1 R10 C1 C2 = I2 L1 R10 C1	Окружность с радиусом R, касательная к заданной прямой и окружности
C=CRC C=ICRC	C3 = C1 R10 C2 C3 = I2 C1 R10 C2	Окружность с радиусом R, касательная к двум заданным окружностям.
C=PMAR	C1 = P1 M10 A 30 R5	Окружность, центр которой лежит на прямой, проходящей через точку P1 под углом A к горизонтали, на расстоянии M от точки P1. Радиус окружности R=35.

Способы задания точек:

	Пример	Описание
P=XY	P1 = X0 Y0	Точка, заданная координатами XY
P=C	P1 = C1	Точка, являющаяся центром окружности C
P=LL	P1 = L1 L2	Точка пересечения двух заданных прямых
P=LC P=ILC	P1 = L1 C1 P1 = I2 L1 C1	Точка пересечения заданной прямой и окружности Вторая точка пересечения
P=CC P=ICC	P1 = C1 C2 P1 = I2 C1 C2	Точка пересечения двух заданных окружностей Вторая точка пересечения
P=MAP	P2 = M5 A30 P1	Точка, лежащая на прямой, проходящей через заданную точку P1 под углом A к горизонтали, и отстоящая от заданной точки на расстоянии M

Способы задания систем координат:

	Пример	Описание
O=XYA O=PA	O1 = X0 Y0 A30	Система координат, заданная точкой центра и углом поворота

Правила формирования контуров

Контур - набор команд, составляющий собственно программу обработки детали.

Контур задается следующим образом:

К(номер) (элемент)(номер)[,] (элемент)(номер)...

Внимание! Контур задается без знака "="

Пример: **K3 W4 L1,L4,C1 P5 G0 L6 L9**

Задание контура может производиться на нескольких строках. Если строка контура не начинается с буквы К, то в ней должна быть хотя бы одна запятая. В строке, следующей за

последней строкой контура, должно содержаться определение элемента или следующий контур.

Пример:

K3 W4 L1,L4,C1 P5 G0 L6 L9

L6 P6 C5,

K4

Контуры задаются с помощью определенных сочетаний элементов контура. Например, L1L2, L1C2L5 и тд. Примеры готовых программ можно посмотреть нажав кнопку К, расположенную в левой части экрана редактора.

Ниже приведены все допустимые сочетания элементов контура:

	Пример	Описание
LL	L1 L2	Двигаться по прямой L1 до пересечения с прямой L2
LD	L1 D4	Двигаться по прямой L1 на расстояние D
CL	C1 L1	Двигаться по окружности C1 до пересечения с прямой L1
LC	L1 C1	Двигаться по прямой L1 до пересечения с окружностью C1
CC	C1 C2	Двигаться по окружности C1 до пересечения с окружностью C1
LRL	L1 R0.5 L2	Сопрячь прямые L1 и L2 радиусом 0,5мм. Т.е. двигаться по прямой L1 до пересечения с окружностью радиусом 0,5 мм, касающейся обеих прямых, затем двигаться по рассчитанной окружности до пересечения с прямой L2
LRC	L1 R0.5 C1	Сопрячь прямую L1 и окружность C1 радиусом 0,5мм. Т.е. двигаться по прямой L1 до пересечения с окружностью радиусом 0,5 мм, касающейся прямой L1 и окружности C1, затем двигаться по рассчитанной окружности до пересечения с окружностью C1
CRL	C1 R0.5 L1	Сопрячь окружность C1 и прямую L1 радиусом 0,5мм. Т.е. двигаться по окружности C1 до пересечения с окружностью радиусом 0,5 мм, касающейся прямой L1 и окружности C1, затем двигаться по рассчитанной окружности до пересечения с прямой L1
CRC	C1 R0.5 C2	Сопрячь окружности C1 и C2 радиусом 0,5мм. Т.е. двигаться по окружности C1 до пересечения с окружностью радиусом 0,5 мм, касающейся обеих окружностей, затем двигаться по рассчитанной окружности до пересечения с окружностью C2
LP LXY	L1 P1 L1 X3 Y4	Отход от контура по нормали. Двигаться по прямой L1 до пересечения с безэквилигрантной прямой, образованной нормалью, проведенной через точку P.
PL XYL	P1 L1 X3 Y1 L1	Подход к контуру по нормали, проведенной через заданную точку.
PC XYC	P1 C1 X3 Y3 C1	Подход к контуру по нормали. Подход к контуру по прямой, проведенной через заданную точку и центр окружности C.
CP	C1 P1	Отход от контура по нормали.
LVL	L1 V5 L2	Снятие фаски.
LX XL	L1 X10 X10 L1	Встать в точку пересечения прямой L с прямой, проходящей через точку с координатой X=10.
LY YL	L1 Y10 Y10 L1	Встать в точку пересечения прямой L с прямой, проходящей через точку с координатой Y=10.
LZL	L1 Z10 L3	Задание перемещения по трем координатам (x y z)

LAL	L1 A30 L3	Поворот системы координат на угол A, начиная с прямой L3
CAL	C1 A30 L5	Поворот системы координат на угол A, начиная с прямой L5
CVC	C1 V C2	Двигаться по касательной к окружностям C1 C2
LUL	L1 U5 L2	Смена эквидистанты начиная с прямой L2
CUL	C1 U5 L3	Смена эквидистанты начиная с прямой L3
LUC	L1 U5 C7	Смена эквидистанты начиная с окружности C7
W		Задание эквидистанты, действующей на весь контур
I		Задание номера точки пересечения
A		Задание угла поворота
O		Задание системы координат
T		Задание паузы (сек)
G		Задание способа перемещения: G0 – холостой ход, G54 – установка начальной точки
M		Задание технологической команды
F		Задание скорости перемещений
Z		Задание перемещения по координате Z
S		Задание скорости шпинделя

Переменные

В СПП ДГТ используется два типа переменных текстовые (В) и числовые (N).

Назначение текстовых переменных:

Если в программе несколько раз повторяется какой-либо контур, то для того, чтобы не вводить его несколько раз, используют текстовые переменные. Текстовые переменные обозначаются буквой В с порядковым номером (В1, В2). В программе одновременно может использоваться не более 30 текстовых переменных, то есть максимальный номер переменной - 30 (В30). Текстовые переменные определяются следующим образом:

В(номер)="(элемент)(номер) (элемент)(номер)... ,"

Значение переменной закрывается в кавычки и перед последней кавычкой обязательно ставится запятая.

Пример:

В1="С2 Р4 L5,"

К1 В1,

К3 W3 В1,

Назначение числовых переменных:

Числовые переменные применяются для замены абсолютных значений. Наиболее оправданно применение числовых переменных при написании макросов и циклов. Числовые переменные обозначаются буквой N с порядковым номером (N1, N2). В программе может использоваться не более 30 числовых переменных одновременно.

Определение числовых переменных:

N(номер)=[N(номер)]+(число)

Пример:

N1=9

Над числовыми переменными могут производиться следующие действия:

Сложение (+)

Вычитание (-)

Умножение (*)

Деление (/)

Пример:

N1=4

N2=5

N3=7

N4=76

$$N5=N1*N2+N2-N3/N4$$

Арифметические операции с переменными в СПП ДГТ выполняются по порядку. То есть в данном примере сначала выполнится умножение, затем сложение, затем вычитание и после этого деление $(N1*N2+N2-N3)/N4$.

Макросы

Макросы - универсальные модули, которые могут быть вставлены в любую программу. Для вставки готового макроса в программу следует набрать команду **MAC** [имя файла макроса] **параметр_1, параметр_2, параметр_n**,

Например:

MAC KVAD 10,20,30,40,

Внимание! Параметры, передаваемые макросу должны разделяться запятыми. Запятая также должна ставиться после последнего параметра!

Все макросы должны храниться в директории **\dgt\mac**.

Правила написания макросов.

Макрос пишется как и обычная программа, с той лишь разницей, что вместо абсолютных значений в него подставляются **переменные** величины N1,N2 ... N30.

Пример (макрос KVAD, входящий в комплект поставки СПП ДГТ):

L 11=X N1

L 12=Y N2

L 13=X N3

L 14=Y N4

P 11=X 5 Y 5

K1= W 3 P 11G 0 L11V 6 L12 V 6 L-13 V 6 L-14 V 6 L11

Важно помнить, что если вставить макрос в программу, порядковые номера элементов контура программы не должны совпадать с номерами элементов программы. В данном случае в программе **не должно** быть прямых L11, L12, L13, L14, точки P11 и переменных N1, N2, N3, N4. Переменные, однако, можно обнулять после окончания работы макроса и использовать их снова. Элементы контура можно также переопределять после окончания работы контура.

Циклы

Операторы FOR и NEXT служат для создания циклов. Цикл - это способ неоднократного повторения некоторой части программы. Циклы необходимы для того, чтобы не повторять несколько раз один и тот же набор контуров.

Формат написания цикла:

FOR число повторений

(тело цикла) - набор команд, который нужно повторить

NEXT

Внутри тела цикла могут находиться переменные величины, которые могут меняться как внутри цикла, так и за его пределами, и подставляться вместо абсолютных величин. Такие переменные обозначаются буквой N с порядковым номером (N4, N6).

Пример:

N1=0.2

FOR 5

K1 AN1 C1L1C4

N1=N1+0.1

NEXT

В данном случае меняться будет угол поворота системы координат (от 0,2 до 0,7 - пять раз).

Комментарии

Комментарии обозначаются знаком ' (апостроф). Текст строки, расположенный после ремарки, пропускается программой и не выполняется. Таким образом, у комментариев существует два основных предназначения:

1. Вставка в программу ремарок

Пример:

' Программа написана И.И. Ивановым

L1=X34

L2=Y43

O1=X1 Y32 A120 ' Смена системы координат

K1 L1 O1 L2 ' Контур обработки детали

2. Отладка программы

Выполнение отдельных частей контура

K1 L1 L3 ' C5 L5 P2 C3 L4 D45

K1 L1 L3 C5 L5 ' P2 C3 L4 D45

(жирным выделена выполняемая часть контура)

Задание номеров точек пересечения

Для задания номеров точек пересечения в системе ДГТ используется несколько способов:

- Перед нужным элементом контура (дугой) ставится команда I2. В этом случае программы возьмет вторую точку пересечения.

Пример: **L1 I2 C1**

- Перед нужным элементом контура ставится одна из следующих команд:

I3 - точка пересечения с большей координатой X

I4 - точка пересечения с большей координатой Y

I5 - точка пересечения с меньшей координатой X

I6 - точка пересечения с меньшей координатой Y

- Следующий способ равнозначен предыдущему, только вместо команд I... ставятся команды X>, Y>, X<, Y<.

Файлы определений

Система ДГТ позволяет использовать отдельные файлы для задания определений элементов контура. Это может быть полезно в том случае, если на обработку одной детали требуется несколько управляющих программ. Файл определений создается так же, как и обычная управляющая программа с расширением *.bgt. Далее, во все файлы управляющих программ, использующих данные определения, вводится следующая строка:

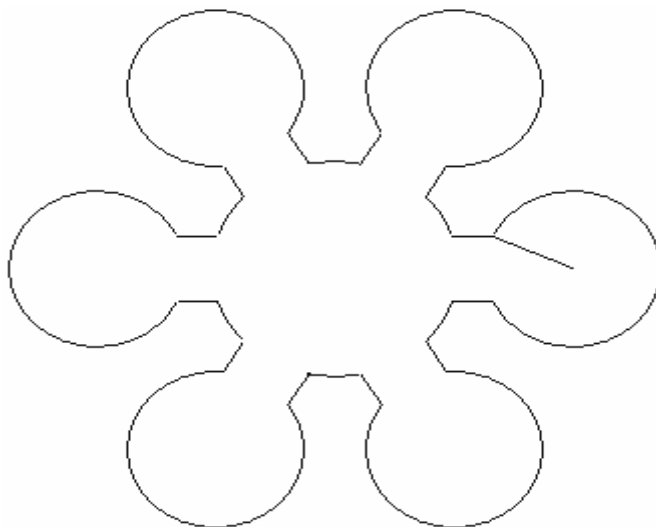
OPR <имя> , где имя - имя файла определений без расширения.

Например:

OPR det1opr , где det1opr.bgt - файл определений.

Файлы определений должны записываться в ту же директорию, что и программы обработки. Пользоваться файлами определений можно **только после сохранения** управляющей программы.

Примеры программ



Программа 1P.bgt

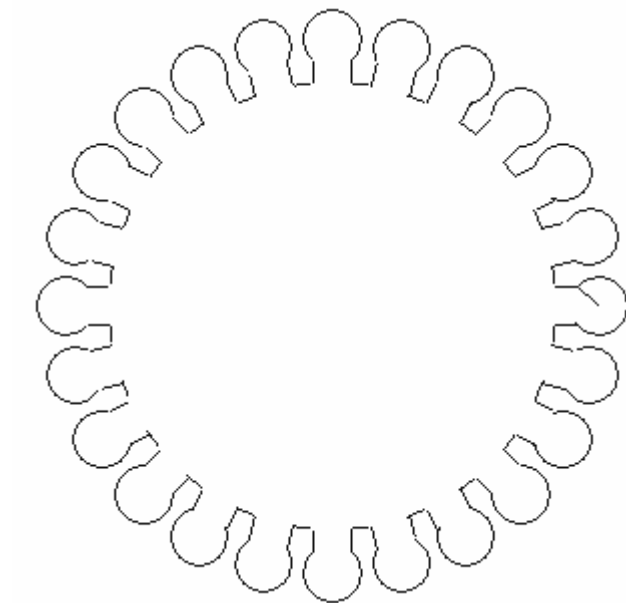
```
L 1=Y2  
L 2=Y-2  
C 1=X0 Y0 R7  
C 2=X14 Y0 R-5  
G54 X14 Y0  
K1 W 0.2 L1 C2 L-2 C-1  
A-60, L1 C2 L-2 C-1.  
A-120, L1 C2 L-2 C-1  
A-180, L1 C2 L-2 C-1  
A-240, L1 C2 L-2 C-1  
A-300, L1 C2 L-2 C-1.  
A-0, L1 C2  
G0 X14 Y0
```

Программа 2P.bgt

Программирование с использованием переменных и циклов

```
L 1=Y 2  
L 2=Y -2  
C 1=X 0 Y 0 R7  
C 2=X 14 Y 0 R -5  
G54 X14 Y0  
K1 W 0.2 L1 C2 L-2 C-1  
FOR 5  
N1=N1-60  
AN1, L1 C2 L-2 C-1  
NEXT  
A-0, L1 C2  
G0 X14 Y0
```

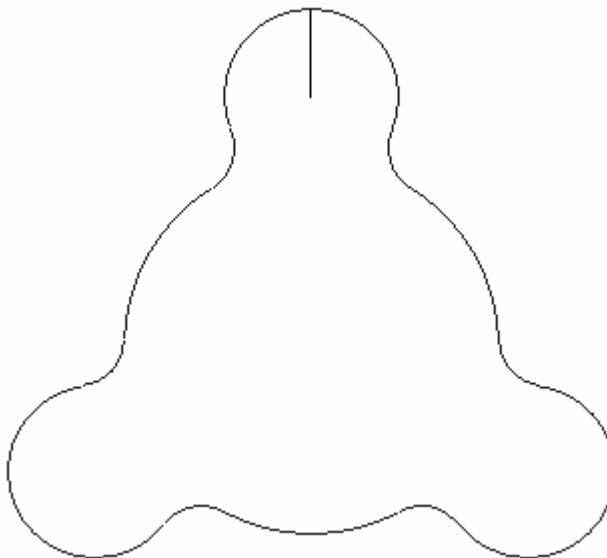
Программа ЗР.bgt



```
L 1=Y 2
L 2=Y -2
C 1=X 0 Y 0 R25
C 2=X 30 Y 0 R -3 ' ИЗМЕНИВ ЗНАК, ПОЛУЧИМ НОВЫЙ КОНТУР
G54 X30 Y0 ' НАЧАЛЬНОЕ ПОЛОЖЕНИЕ
' ПЕРЕЙТИ В ТОЧКУ ПЕРЕСЕЧЕНИЯ L1 C2
K1 W 0.2 L1 C2 L-2 C-1
FOR 23 ' КОЛИЧЕСТВО ЦИКЛОВ = 23
N1=N1-15 ' УМЕНЬШИТЬ N1 НА 15
AN1, L1 C2 L-2 C-1 ' ПОВЕРНУТЬ КОНТУР НА ЗНАЧЕНИЕ N1
NEXT ' КОНЕЦ ЦИКЛА

A-0, L1 C2 ' ВСТАТЬ В ТОЧКУ ПЕРЕСЕЧЕНИЯ L1 C2
G0 X30 Y0 ' ВЕРНУТЬСЯ В НАЧАЛЬНУЮ ТОЧКУ.
```

Программа 4P.bgt



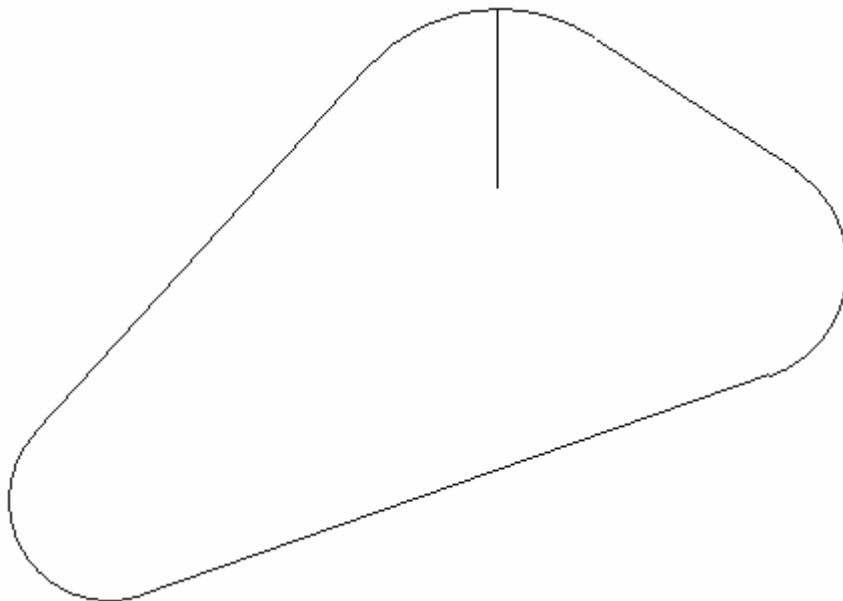
```
N1=5          ' РАДИУС МАЛОЙ ОКРУЖНОСТИ
N2=3          ' РАДИУС СОПРЯЖЕНИЯ
P1=X0 Y0
C 1=X 0 Y 0 R11
C 2=X 0 Y 15 RN1      ' РАДИУС ЗАДАН N1.
C 3=P1 M15 A -30 RN1  ' M15 ДЛИНА ВЕКТОРА A -30 УГОЛ
C 4=P1 M15 A -150 R N1
P2= X0 Y16          ' ВСПОМОГАТЕЛЬНАЯ ТОЧКА
G54 X0 Y15          ' НАЧАЛЬНОЕ ПОЛОЖЕНИЕ
                  ' ПЕРЕЙТИ В ТОЧКУ ПЕРЕСЕЧЕНИЯ P1 C2
K1 W 0.2 P2 C-2 RN2 C-1 RN2
C-3, RN2 C-1 RN2 C-4 RN2 C-1 RN2 C-2 P2
G0 X0 Y15          ' ВЕРНУТЬСЯ В НАЧАЛЬНУЮ ТОЧКУ.
```

Программа 4P.bgt

Без использования переменных

```
P1=X0 Y0
C 1=X 0 Y 0 R11
C 2=X 0 Y 15 R5      ' РАДИУС ЗАДАН N1.
C 3=P1 M15 A -30 R5  ' M15 ДЛИНА ВЕКТОРА A -30 УГОЛ
C 4=P1 M15 A -150 R5
P2= X0 Y16          ' ВСПОМОГАТЕЛЬНАЯ ТОЧКА
G54 X0 Y15          ' НАЧАЛЬНОЕ ПОЛОЖЕНИЕ
                  ' ПЕРЕЙТИ В ТОЧКУ ПЕРЕСЕЧЕНИЯ P1 C2
K1 W 0.2 P2 C-2 R3 C-1 R3
C-3, R3 C-1 R3 C-4 R3 C-1 R3 C-2 P2
G0 X0 Y15          ' ВЕРНУТЬСЯ В НАЧАЛЬНУЮ ТОЧКУ.
```

Программа 5P.bgt



P 1=X 0 Y 25

C 1=X 0 Y 20 R 12

C 2=X -25 Y 0 R 7

C 3=X 15 Y 15 R 8

G54 X0 Y 20

' C1 V C2 КАСАТЕЛЬНАЯ К ОКРУЖНОСТИ

K1 W0.6 P1 C1 V C2 V C3 V C1 P1

G0 X0 Y 20