

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Курганский государственный университет»

Кафедра «Автоматизация производственных процессов»

**АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ
УПРАВЛЯЮЩИХ ПРОГРАММ В ИНСТРУМЕНТАЛЬНОЙ
СИСТЕМЕ «ГЕММА – 3D»**

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

к практическим занятиям
по дисциплине «Технические средства автоматизации и управления»
для студентов направления
27.03.04 – «Управление в технических системах»

Курган 2019

Кафедра автоматизации производственных процессов

Дисциплина: «Технические средства автоматизации и управления»

Составил: канд. техн. наук, доцент Н. Б.Сбродов

Утверждены на заседании кафедры

11 октября 2018 г.

Рекомендованы методическим советом университета 20 декабря 2017 г.

ВВЕДЕНИЕ

Технико-экономическими предпосылками создания систем автоматизированного проектирования (САПР) являются повышение требований к качеству выпускаемой продукции, усложнение производственных процессов, увеличение мощности оборудования, напряженность в области трудовых ресурсов. Рост производительности труда, в том числе путем его автоматизации, становится важнейшим источником расширения производства.

В настоящее время существует большой выбор систем автоматизированного проектирования отечественных и зарубежных фирм – разработчиков. Многие из них имеют в своем составе модули создания программ для станков с ЧПУ.

Использование систем автоматизированной подготовки управляющих программ (САПР УП) для станков с ЧПУ, значительно ускоряет и удешевляет процесс их подготовки, делает управляющие программы более технологичными, повышает точность обработки. Кроме перечисленных преимуществ использования САПР УП, существует одна немаловажная особенность, которая на первых порах применения указанных систем может вызвать определенные затруднения. Особенность эта заключается в необходимости высокой квалификации и универсальности подготовки пользователя.

Целью практических занятий является получение навыков работы в автоматизированной системе проектирования управляющих программ «Гемма-3D» [1].

1 КРАТКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СИСТЕМЫ «ГЕММЫ-3D»

САПР УП «Гемма 3D» – программный пакет, основной задачей которого является разработка программ обработки на станках с ЧПУ сложных деталей машиностроения, изготавливаемых с использованием фрезерования, сверления, электроэрозионной и лазерной резки, точения, гравирования, вырубки. Для этого в составе системы имеются все необходимые составляющие. Основным для системы Гемма-3D является интерактивный (диалоговый) графический режим работы технолога-программиста. В этом режиме технолог непосредственно указывает на экране дисплея необходимые геометрические элементы, корректирует их форму в соответствии с технической документацией и технологией изготовления. В сложных случаях может сам, с помощью средств системы, выполнить дополнительные геометрические построения. В интерактивном графическом режиме может быть выполнен анализ траекторий обработки деталей и при необходимости ее обработка и коррекция.

В составе системы имеются полнофункциональный геометрический редактор, библиотека постпроцессоров. Обеспечивается архивирование данных, задание и редактирование технологических параметров.

Геометрический редактор является важнейшей составляющей системы ГеММа-3D. Именно с его использованием создаются математические модели деталей, подлежащих изготовлению на станках с ЧПУ.

2 ОПИСАНИЕ РАБОТЫ В ГЕОМЕТРИЧЕСКОМ 2D – РЕДАКТОРЕ

2.1 Начальные установки для работы с системой

Для задания основных настроек работы с системой необходимо выбрать пункт меню **Файл/Установки**. При этом появится меню настроек, содержащее закладки (рисунок 1) [1].

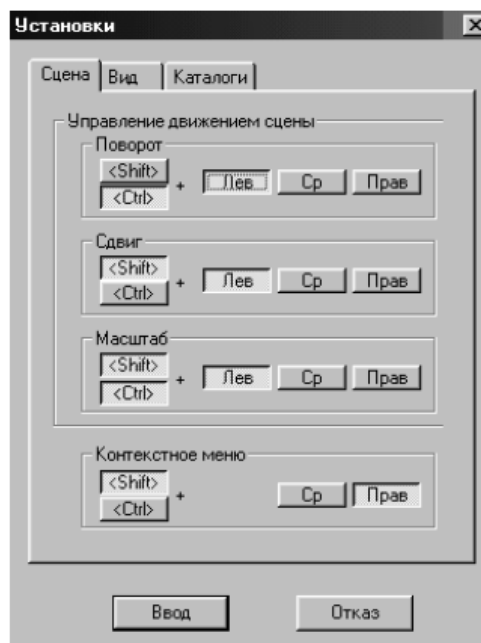


Рисунок 1 – Окно задания основных настроек работы системы

Закладка **Сцена** – отвечает за задание комбинации кнопок, которые будут участвовать в управлении движением сцены.

Изображение в графическом окне можно вращать, сдвигать и приближать/удалять. Для этого применяются комбинации клавиш <Ctrl>, <Shift> вместе с передвижением мыши с нажатой левой кнопкой. По умолчанию применяются следующие комбинации клавиш для управления движением сцены в графическом окне:

<Ctrl> + левая кнопка мыши – вращение сцены относительно экранной системы координат (относительно оси OX при вертикальном движении мыши и оси OY- при горизонтальном);

<Shift> + левая кнопка мыши – сдвиг сцены в графическом окне вслед за движением мыши;

<Ctrl> + <Shift> + левая кнопка мыши – приближение/удаление сцены при движении мыши вниз/вверх соответственно.

<Shift> + правая кнопка мыши – вызывает контекстное меню.

Закладка **Вид** – отвечает за настройку графического окна. Пользователь может задать размер кнопок (это бывает удобно при работе с разным разрешением экрана), толщину всех линий (включая UV-линии поверхностей), цвет фона рабочей области экрана и размер курсора.

Закладка **Каталоги** – отвечает за выбор каталогов для записи АРТ – фай-

лов (управляющих программ в инвариантных кодах) и MSH – файлов (управляющих программ в машинных кодах конкретного станка с ЧПУ).

Установки запоминаются, и будут действовать в последующих сеансах работы с системой.

2.2 Стандартный ответ пользователя

В процессе диалога система задает пользователю вопросы, требующие стандартного ответа типа «Да», «Нет», «Отказ». Для ввода этих ответов используются следующие способы:

«Да» - нажатие на левую кнопку мыши в любой области экрана или клавишу **<Enter>**, или кнопку **Ввод** (если она присутствует в конкретном окне диалога).

«Нет» - нажатие на правую кнопку мыши в любой области экрана. Этот ответ служит также сигналом окончания ввода.

«Отказ» - нажатие на клавишу **<Esc>** или кнопку **Отказ** (если она присутствует в конкретном окне диалога), что является сигналом полного отказа от выполняемой операции.

2.3 Работа в 2D – редакторе

Рассмотрим работу на примере чертежа, приведенного на рисунке 2.

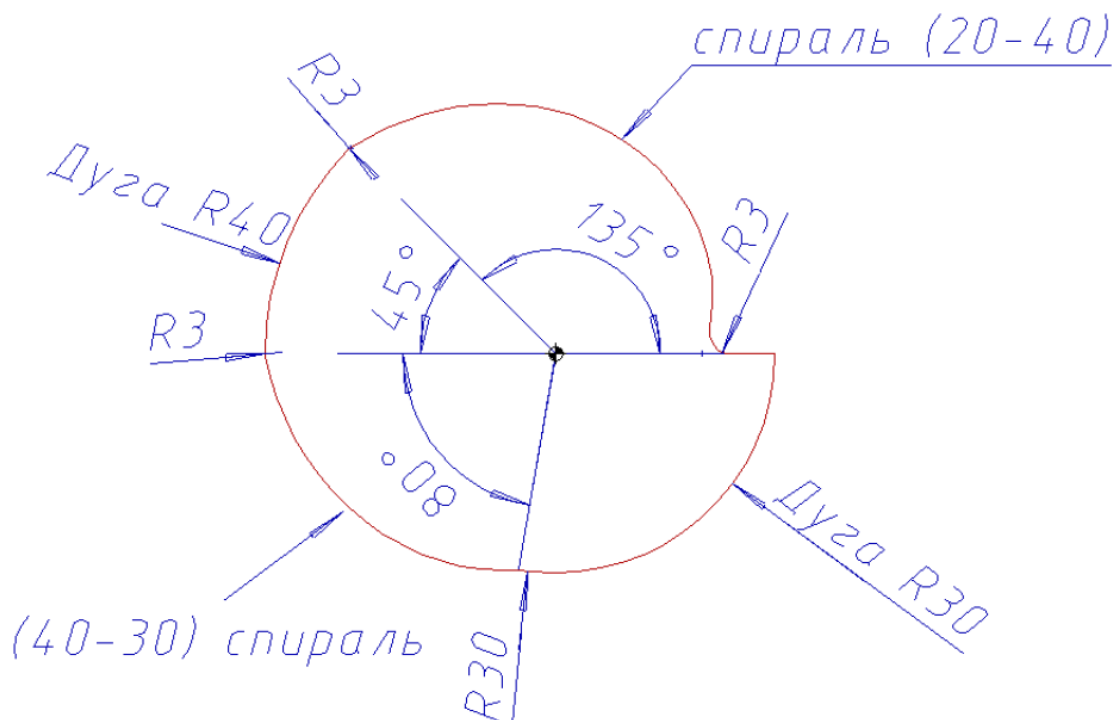


Рисунок 2 – Чертеж спирального кулачка

Пример иллюстрирует работу в 2D - редакторе системы, в котором осуществляется построение основного контура кулачка, дополнительные технологические построения эквидистанты и траектории обработки контура.

Контур спирального кулачка представляет собой гладкий контур, состоящий из дуг и отрезков. Траектория фрезы строится по эквидистанте к контуру, которая сдвигается на радиус фрезы. Обработка, базирующаяся на такой эквидистанте, обладает несколькими преимуществами.

Запустите 2D-редактор системы: меню «Пуск» в левой нижней части экрана → Программы → папка GeMMA-3D → ярлык GeMMA-2D.

После запуска основного меню системы сохраните создаваемый файл. Рассмотрим построение контура спирального кулачка (рисунок 2) в 2D-редакторе.

3 ПРИМЕР РАБОТЫ В 2D-РЕДАКТОРЕ

3.1 Построение точки центра кулачка

Справа от графического окна укажите пункт меню «Построение точек» \ «Точка указанием» в меню «Параметры ввода» введите координаты точек: X:0; Y:0 «Ввод» (рисунок 3).

Завершить ввод: кнопка «Завер.» или правой кнопкой мыши в любой области экрана.

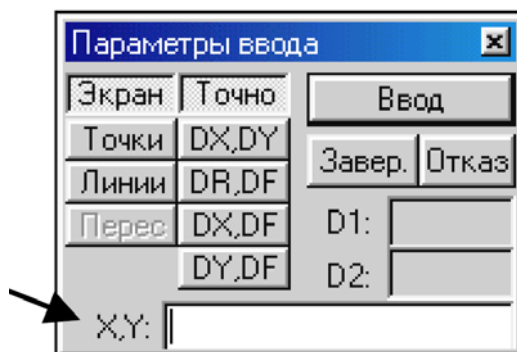


Рисунок 3 – Меню «Параметры ввода»

Нажмите кнопку «Автора размер» в верхнем меню.

3.2 Построение контуров кулачка

Построение спирали (20 – 40) (рисунок 2):

Справа от графического окна укажите пункт меню «Построение кривых» \ «Спираль». Появится меню задания параметров спирали (рисунок 4).

В появившемся меню введите значения:

Начальный радиус: 20

Конечный радиус: 40

Начальный угол: 0

Конечный угол: 135

Запрос: «Координаты центра спирали»

В меню «Параметры ввода» введите с клавиатуры координаты $x=0$ и $y=0$ «Ввод» (или выберите пункт «Точки» и укажите левой кнопкой мыши, создан-

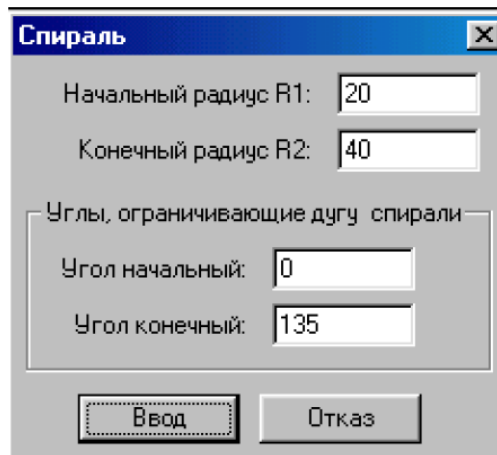


Рисунок 4 – Меню «Спираль»

ную ранее точку центра кулачка (рисунок 5). Далее нажмите «Esc».

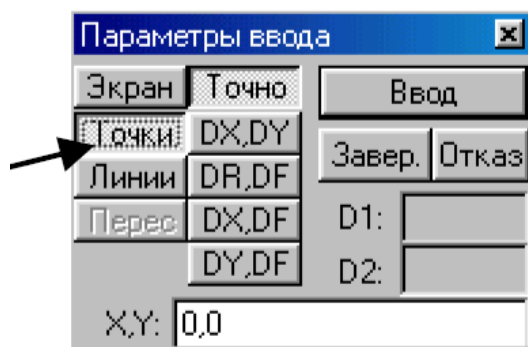


Рисунок 5 – Меню «Параметры ввода»

Построение дуги R40 (рисунок 2):

Справа от графического окна укажите пункт меню «Построение дуг» \ «Дуга по центру, радиусу и двум углам». Запрос: «Координаты центра дуги?»

В меню «Параметры ввода» введите координаты точки: $x=0$, $y=0$ «Ввод» (или выберите пункт «Точки» и укажите левой кнопкой мыши созданную ранее точку центра кулачка (рисунок 5).

Введите значения:

Радиус $R=40$

Угол $\Phi_1=135$

Угол $\Phi_2=180$ «Ввод» \ «Esc» (рисунок 6).



Рисунок 6 – Меню ввода R, Φ_1 и Φ_2

Построение спирали (40-30) (рисунок 2):

Пункт меню «Построение кривых» \ «Спираль». Появится меню параметров задания спирали (рисунок 7). В появившемся меню введите значения:

Начальный радиус: 40

Конечный радиус: 30

Начальный угол: 180

Конечный угол: 260 «Ввод»

Координаты центра спирали: $x=0, y=0$ «Ввод» \ «Esc».

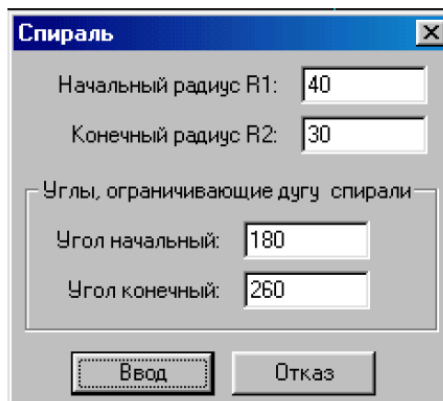


Рисунок 7 – Меню «Спираль»

Построение дуги R 30 (рисунок 8):

Справа от графического окна укажите пункт меню «Построение дуг» \ «Дуга по центру, радиусу и двум углам». Запрос: «Координаты центра дуги?».

В меню «Параметры ввода» введите координаты точки: $x=0, y=0$ «Ввод» или укажите точку курсором.

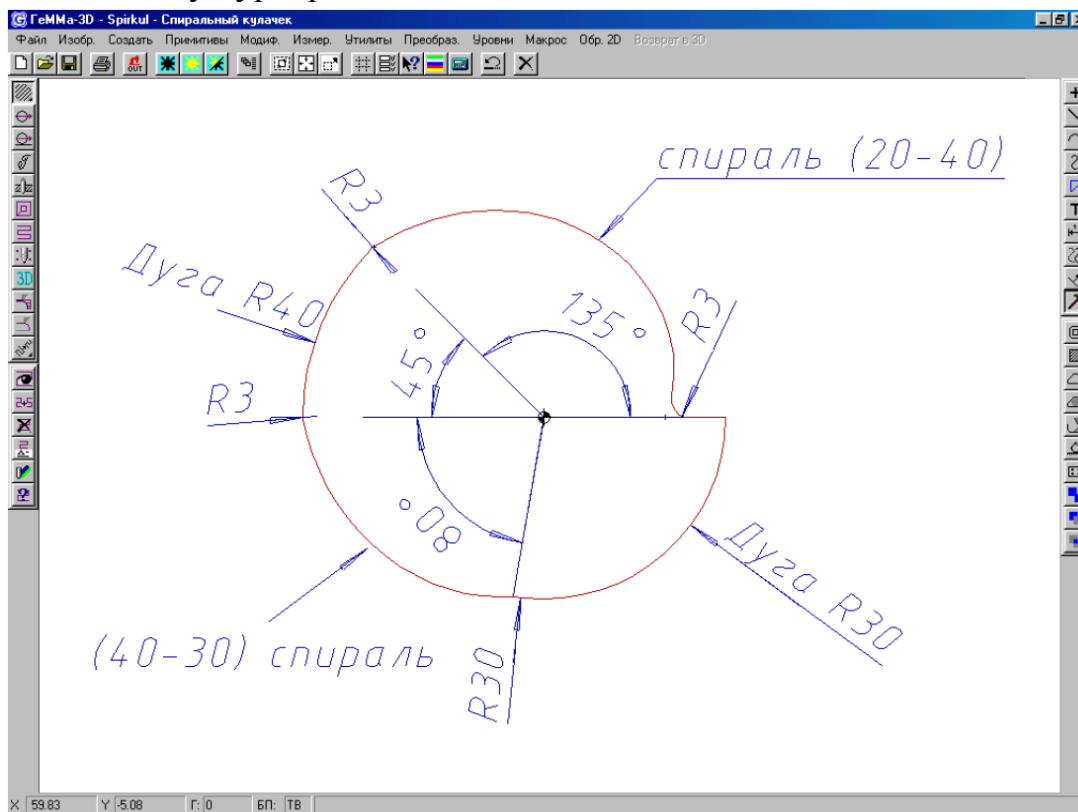


Рисунок 8 – Контур спирального кулачка

Введите значения (рисунок 9):

Радиус $R=30$

Угол $\Phi_1=260$

Угол $\Phi_2=360$ «Ввод» \ «Esc».

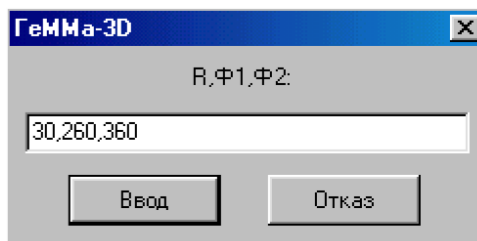


Рисунок 9 – Меню ввода R, Φ_1 и Φ_2

Соединение концов спирали прямой.

Справа от графического окна укажите пункт меню «Построение отрезков» \ «Отрезок по двум точкам». В меню «Параметры ввода» введите: Координаты первой точки: $x=20$, $y=0$. Координаты второй точки: $x=30$, $y=0$ «Ввод» \ «Esc».

Вписать дуги в места соединения элементов.

Справа от графического окна укажите пункт меню «Построение дуг» \ «Сопряжение двух элементов радиусом». Запрос: «Отсечение делать?».

Выберите «Делать отсечение» «Ввод». Запрос: «Укажите объект». Укажите левой кнопкой мыши первый объект: Спираль 20 – 40 (Рисунок 8). Объект выделится белым цветом. Запрос: «Этот объект?». Подтвердите левой кнопкой мыши. Укажите второй объект: Дуга $R40$. Объект выделится белым цветом. Запрос: «Этот объект?». Подтвердите левой кнопкой мыши. Запрос: « $R 0$ » (радиус сопряжения). Введите радиус $R=3$ «Ввод». Запрос: «Вы уверены?». Подтвердите левой кнопкой мыши. Запрос: «Укажите объект». Аналогично выполните сопряжение элементов:

Дуга $R40$ и Спираль 40 – 30 радиусом $R=3$ (рисунок 8);

Спираль 40 – 30 и Дуга $R30$ радиусом $R=30$;

Спираль 20 – 40 и отрезок прямой радиусом $R=3$.

По окончанию операции сопряжения нажмите «Esc».

3.3 Объединение всех созданных элементов в единый контур

Справа от графического окна укажите пункт меню «Построение контуров» \ «Создать контур». Запрос в строке состояния: «Укажите объект». Левой кнопкой мыши укажите два последовательно расположенных элемента (подтверждая левой кнопкой мыши). Элементы объединяются в контур голубого цвета (цвет по умолчанию). После создания контура нажмите «Esc».

3.4 Построение эквидистанты – контура, смещенного относительно исходного на заданное расстояние

Справа от графического окна укажите пункт меню «Технологические по-

строения» \ «Построение эквидистанты».

В меню «Параметры эквидистанты» (рисунок 10) введите: Сдвиг эквидистанты: 2мм (в данном случае эквидистанта определяет траекторию фрезы, смещенную относительно исходного контура на радиус фрезы, диаметром 4мм). Укажите: Тип эквидистанты – Обычная. Остальные параметры принять по умолчанию, нажать <Ввод>.

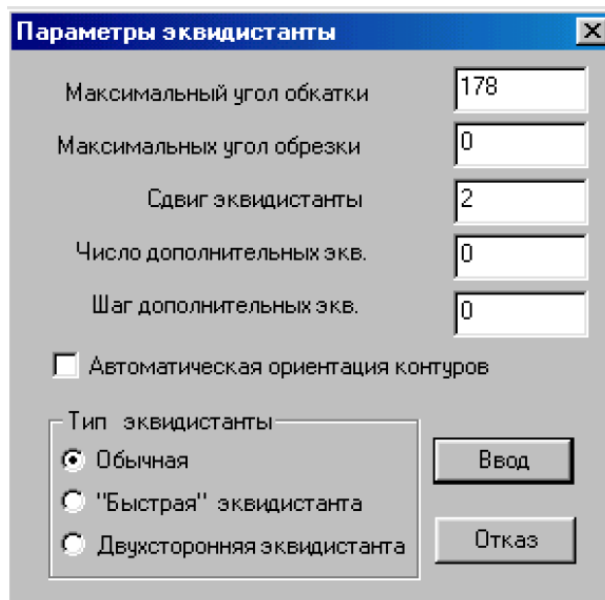


Рисунок 10 – Меню «Параметры эквидистанты»

Запрос: «Укажите набор объектов». Укажите левой кнопкой мыши голубой контур. Контур выделится пунктиром и на нем появится стрелочка направленная внутрь или наружу. Необходимо, чтобы стрелка была направлена наружу. Для смены направления еще раз укажите контур. Стрелочка направлена наружу. Нажмите вначале правую кнопку мыши, а затем подтвердите левой. На экране строится контур, эквидистантный исходному. Запрос: «Вы уверены?». Подтвердите левой кнопкой мыши.

3.5 Построение подхода – отхода фрезы к обрабатываемому контуру

Справа от графического окна укажите пункт «Технологические построения» \ «Подход – Отход». Появится меню задания параметров подхода – отхода (рисунок 11). Укажите способ подхода – отхода:

«По касательной дуге»

Длина перпендикуляра: 10 мм.

Радиус дуги: 30 мм.

Укажите «Формирование подхода и отхода» (в этом случае будут одновременно формироваться элементы подхода и отхода).

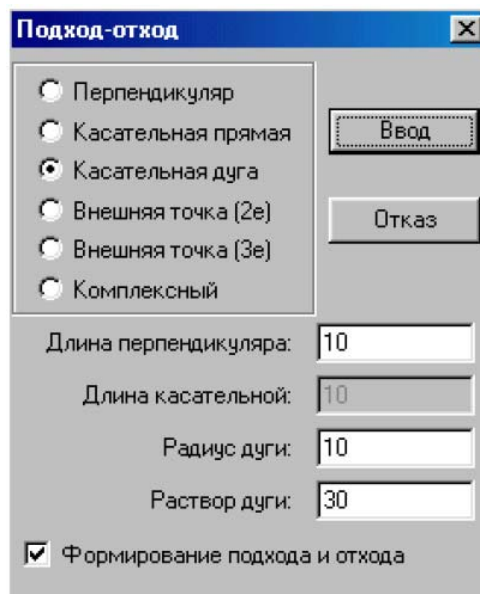


Рисунок 11 – Меню задания параметров подхода – отхода

Запрос: «Укажите контур».

Укажите созданную ранее эквидистанту (внешний контур) и подтвердите левой кнопкой мыши (рисунок 12). Запрос: «Укажите координаты точки на контуре». В меню «Параметры ввода» (рисунок 13) укажите пункт «Линии» (привязка к линии) и укажите курсором точку на эквидистанте в области зуба или введите точные координаты точки начала обработки. Подтвердите левой точкой мыши.

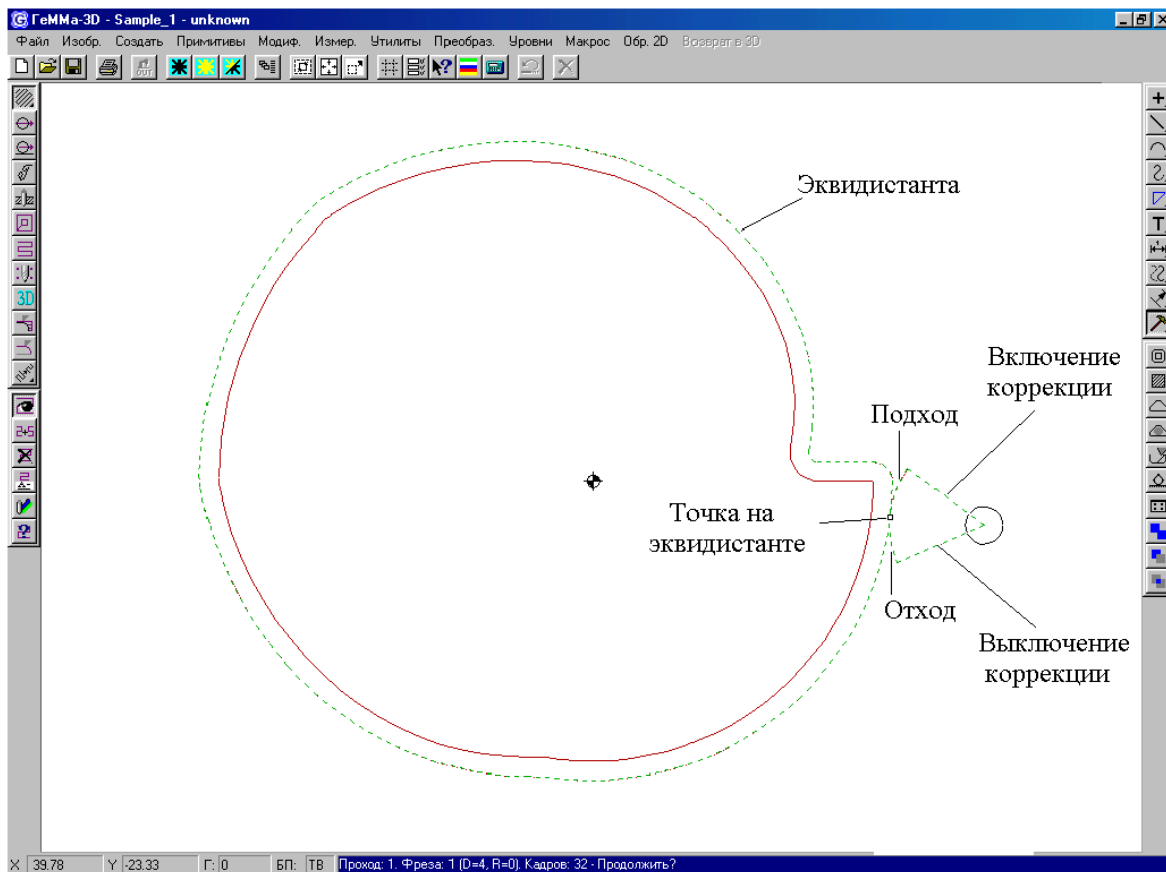


Рисунок 12 – Построение эквидистанты и подхода – отхода фрезы

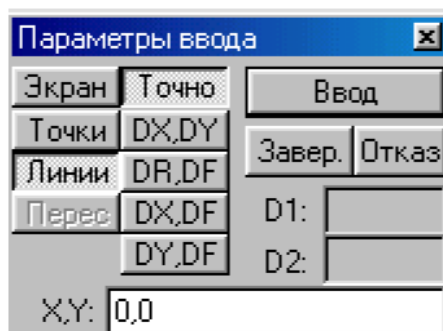


Рисунок 13 – Меню «Параметры ввода»

По касательной в указанной точке будет построен элемент подхода (дуга). Нажимая правую кнопку мыши, система будет предлагать возможные варианты подхода. Выберите подходящий вариант подхода и подтвердите левой кнопкой мыши. Система строит подход и отход по касательной дуге к контуру. (рисунок 12). После построения нажмите «Esc».

Сохраните полученные результаты, нажав кнопку «Сохранить».

3.6 Формирование траектории и управляющей программы обработки кулачка

3.6.1 Построение прохода обработки контура кулачка

Слева от графического окна укажите пункт меню «Проход по контуру». Появится меню «Построение прохода по контуру» (рисунок 14), содержащее закладки.

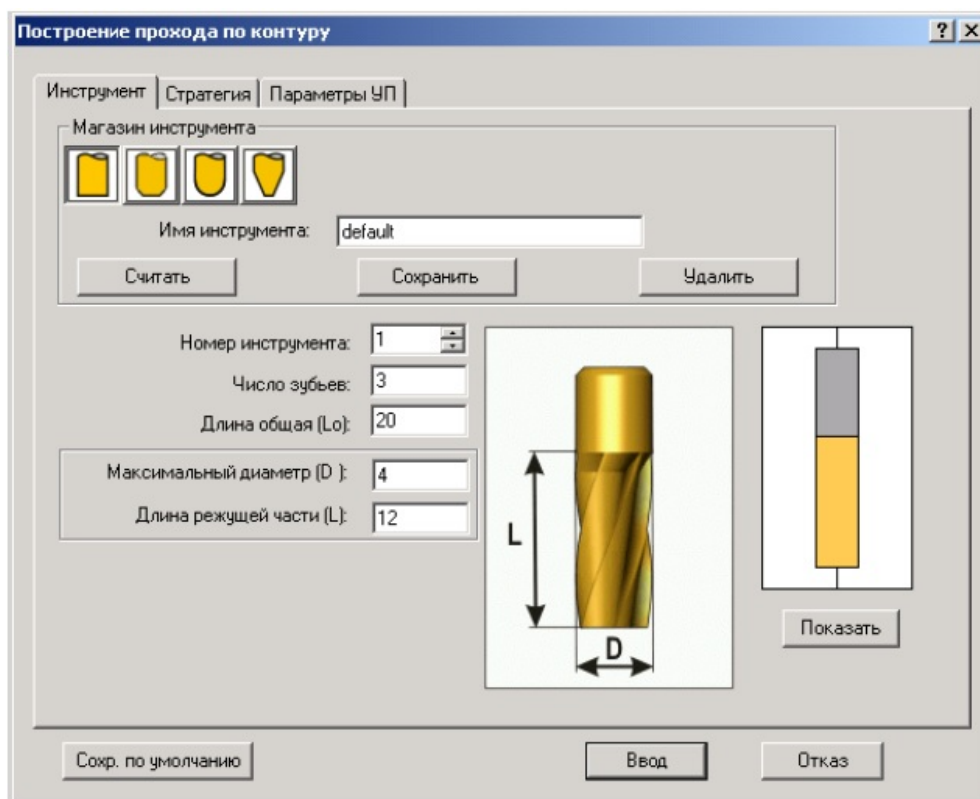


Рисунок 14 – Меню «Построение прохода по контуру»

Выберите закладку «Инструмент» (рисунок 15), отвечающую за задание геометрии режущего инструмента.

Номер инструмента: 1
Диаметр фрезы (D): 4
Радиус скругления (Rs): 0
Длина общая: 10
Число зубьев: 1

Рисунок 15 – Закладка «Инструмент»

Введите параметры инструмента (диаметр фрезы D=4 мм).

Выберите закладку «Стратегия», отвечающую за выбор стратегии обработки (рисунок 16).

Подход к контуру
 Используется
 Не используется

Отход от контура
 Используется
 Не используется

Врезание
 Наклонное
 Вертикальное

Коррекция
 Использовать
 Не использовать

Рисунок 16 – Закладка «Стратегия»

Укажите: Подход – Отход → Используется; Врезание → Вертикальное; Коррекция на радиус фрезы → Использовать.

Выберите закладку «Высоты», отвечающую за задание технологических параметров обработки, которые автоматически будут восприниматься при формировании управляющей программы (рисунок 17).

Поддачи

Безопасная: 1000
Врезания: 100
Рабочая: 200
Торможения: 100

Высоты

Безопасная: 100
Начала обработки: 0
Рабочая: -2
Слоя: 0

Обороты шпинделя: 600
 Сохранять параметры в проходе

Рисунок 17 – Закладки «Высоты» и «Поддачи»

Укажите подачи обработки:
Безопасная (при переходе по воздуху на безопасной высоте): 100 мм/мин;
Врезания (при врезании инструмента в заготовку): 100 мм/мин;
Рабочая (подача, на которой происходит рабочее движение инструмента):
200 мм/мин;
Торможения (на участках торможения): 100 мм/мин.
Задайте высоты обработки:
Безопасная (на которой происходит переход по воздуху): 100 мм;
Начала обработки (на которой включается рабочая подача): 0;
Рабочая (минимальная высота, на которую опустится инструмент при обработке): -2 мм;
Слоя (припуск, определяемый высотами «Начала обработки» и «Рабочей»), можно выбрать слоями, величина которых задается высотой слоя): 0 мм (т.е. припуск 2 мм будет снят за один проход фрезы).
Обороты шпинделя: 600 об/мин.
Установленный флаг «Сохранить параметры в проходе» позволит передавать заданные величины в управляющую программу.
После ввода всех параметров нажмите <Ввод>.
Запрос: «Укажите подход к контуру».
Укажите элемент «Подход» (рисунок 12), подтвердите левой кнопкой мыши.
Запрос: «Укажите обрабатываемую часть контура».
Укажите контур «Эквидистанта» (рисунок 2), подтвердите левой кнопкой мыши.
Запрос: «Укажите отход от контура».
Укажите элемент «Отход» (рисунок 2), подтвердите левой кнопкой мыши.
Запрос: «Укажите элемент включения коррекции».
Укажите отрезок «Включение коррекции» (рисунок 2), подтвердите левой кнопкой мыши.
Запрос: «Укажите элемент выключения коррекции».
Укажите отрезок «Выключение коррекции» (рисунок 2), подтвердите левой кнопкой мыши.
Система строит проход (рисунок 2).
Запрос: «Проход: 1. Фреза: 1 (D=4,R=0). Кадров 32 - Сохранить?».
Подтвердите левой кнопкой мыши и введите комментарий к созданному проходу (рисунок 18).

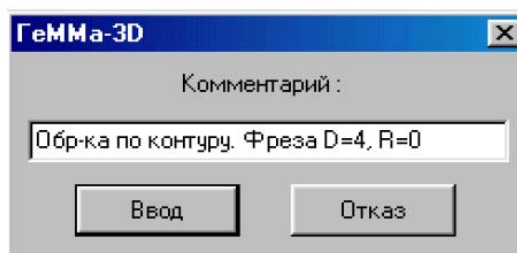


Рисунок 18 – Комментарий к созданному проходу

Проход сохраняется в базе данных системы.

3.6.2 Построение АРТ-программы

В верхней части графического окна укажите пункт меню: «Обработка 2D» → «Управляющая программа» → «Новая» (рисунок 19).

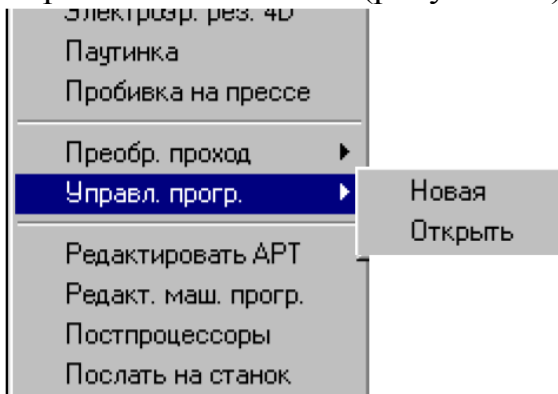


Рисунок 19 – Выбор пункта меню

Появится меню «Построение управляющей программы» (рисунок 20).

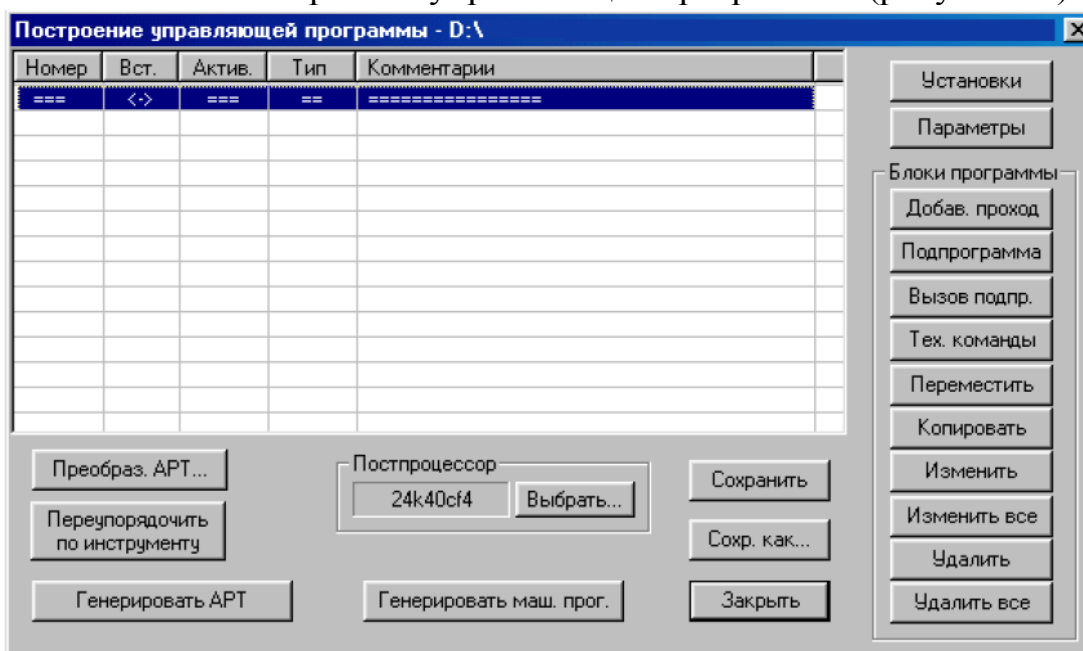


Рисунок 20 – Меню «Построение управляющей программы»

Нажмите на кнопку «Установки». Появится меню задания координат точек положения инструмента (рисунок 21).

Наберите с клавиатуры координаты точек положения инструмента:

Начальная точка: X=0; Y=0; Z=100

Конечная точка: отметьте пункт «Совпадение с начальной».

Укажите вид обработки: «Фрезерная». Координаты остальных точек принять равными 0. Нажмите «Ввод».

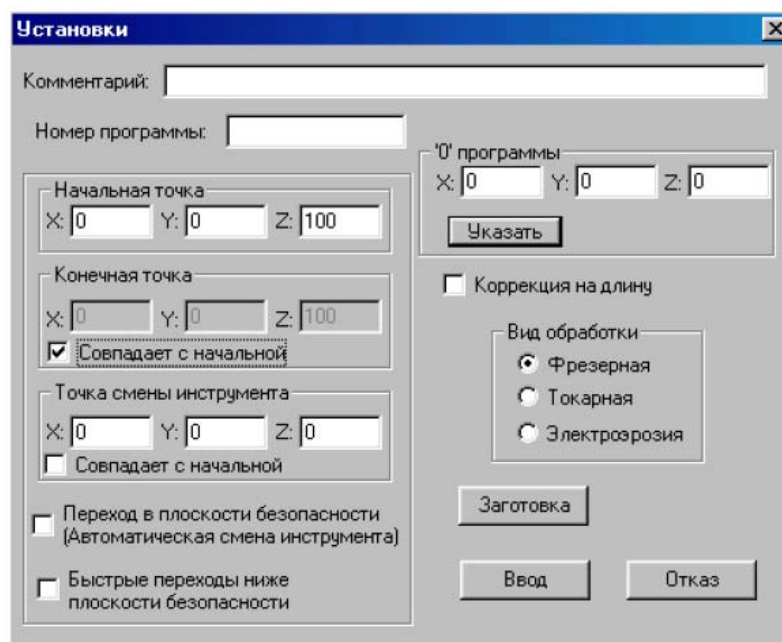


Рисунок 21 – Меню «Установки»

В меню «Построение управляющей программы» нажмите кнопку «Параметры». Появится меню «Параметры АРТ-программы» (рисунок 22).

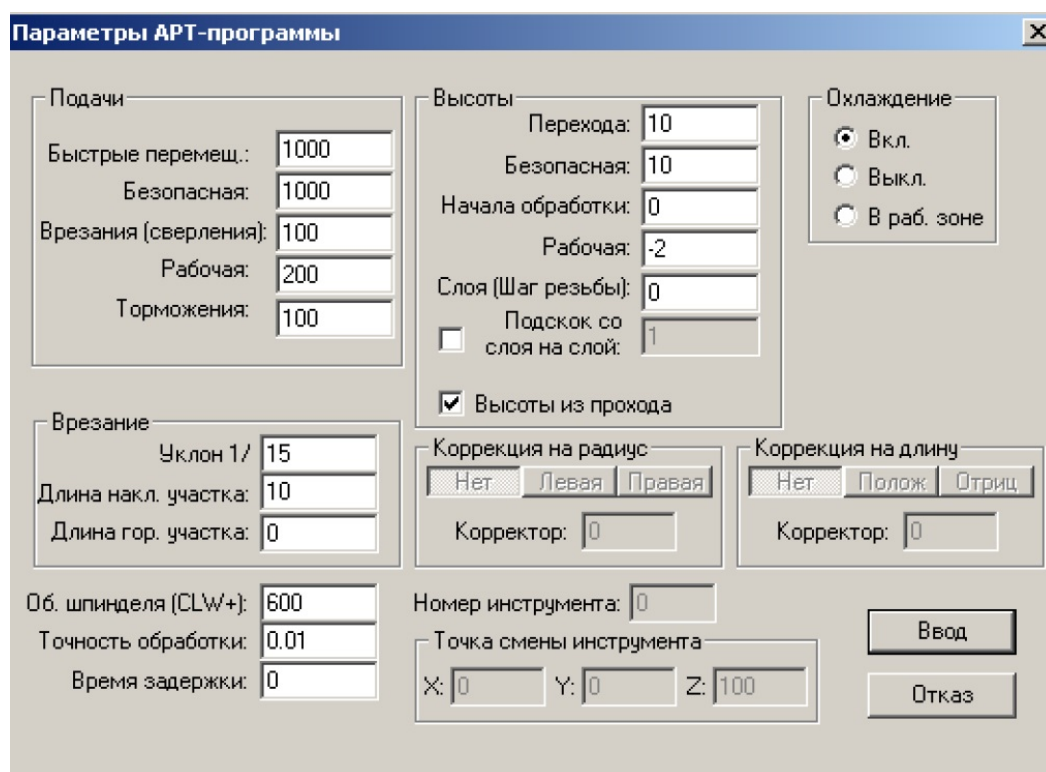


Рисунок 22 – Меню «Построение АРТ-программы»

Параметры подачи и высоты соответствуют ранее заданным при формировании прохода по контуру.

Укажите: Число оборотов шпинделя: 600

Точность обработки: 0,01

Остальные параметры обработки принять по умолчанию. Нажмите

«Ввод».

В меню «Построение управляющей программы» нажмите кнопку «Добавить проход». Появится таблица проходов «Выбор прохода», в котором указаны созданные проходы. Выделите левой кнопкой мыши проход «Номер 1» и нажмите «Ввод». На экране появится построенная ранее траектория фрезы и запрос в командной строке: «Проход:1. Фреза: 1 (D=4, R=0). Кадров 32 – Продолжить?». Подтвердите левой кнопкой мыши. Запрос: «Комментарий:». Оставьте введенный ранее комментарий (он выводится по умолчанию) или введите новый. Нажмите «Ввод». В том случае, если при формировании прохода был указан пункт использования коррекции, то явится меню задания параметров коррекции (рисунок 23).

Укажите: Коррекция на радиус: Левая;

Номер корректора: 9.

Нажмите «Ввод».

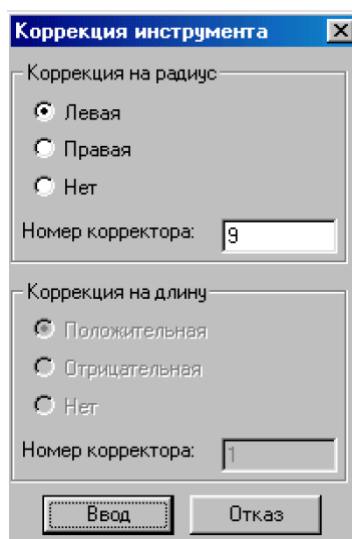


Рисунок 23 – Меню «Коррекция инструмента»

Появится меню «Построение управляющей программы», в первой строке которого будет виден добавленный проход.

Нажмите кнопку «Сохранить», а затем нажмите «Генерировать АРТ». Система генерирует АРТ-программу и автоматически сохраняет ее в рабочем каталоге с именем «*.A01». Нажмите кнопку «Заккрыть».

3.6.3 Просмотр и редактирование созданной управляющей АРТ-программы

В верхней части графического окна укажите пункт меню: «Обработка 2D» \ «Редактировать АРТ». Появится меню «Открытие файла».

Выберите файл вами созданный «*.A01» и нажмите кнопку «Открыть». Справа от графического окна появится текстовый редактор, в котором будет видна созданная программа в инвариантных кодах (универсальная программа) (рисунок 24).

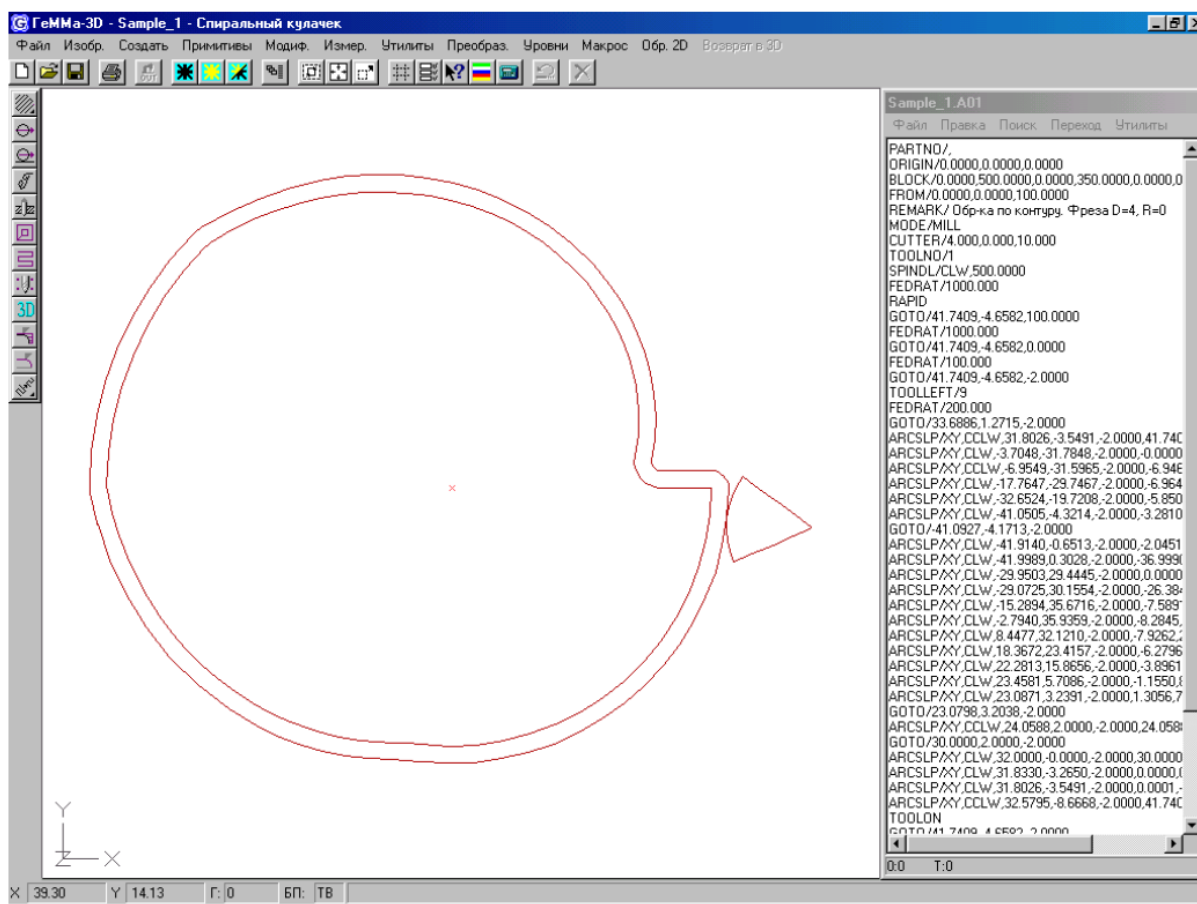


Рисунок 24 – Созданная АРТ-программа

Функции меню редактора «Файл», «Правка», «Поиск» аналогичны функциям других приложений Windows.

Меню «Переход» позволяет перейти в конец программы. Система рисует на экране траекторию движения фрезы. Перейти к конкретному кадру программы, указав точку или элемент на траектории фрезы (но сначала необходимо перейти в конец программы): функция «Перейти к...»; система переходит к кадру, отвечающему за указанный элемент траектории. Перейти в начало программы: функция «В начало».

Для редактирования конкретной строки программы (или покадрового просмотра сформированной программы): курсор будет мигать на указанном кадре, при этом соответствующий элемент траектории выделится на экране белым цветом. Переместите курсор мыши на поле с программой и нажмите на левую кнопку мыши.

Перемещение курсора по кадрам осуществляется стрелками на клавиатуре или PageUp, PageDown. В нижней части редактора отображается номер текущей строки и текущее время обработки.

Выход из редактора АРТ – программ: «Файл» \ «Выход».

Для наглядного просмотра полученной АРТ - программы в состав пакета Гемма включено приложение G-Mill. Запустить его можно через меню «Пуск» \ «Программы» \ «Гемма 3D» \ «G-Mill».

3.6.4 Создание управляющей программы в G-кодах

Генерируем управляющую программу обработки для конкретного типа станка в G-кодах (машинную программу).

Зайдите в меню «Построение управляющей программы». В пункте меню «Постпроцессор» нажмите кнопку «Выбрать». Появится таблица постпроцессоров, имеющихся в базе данных системы (рисунок 25).

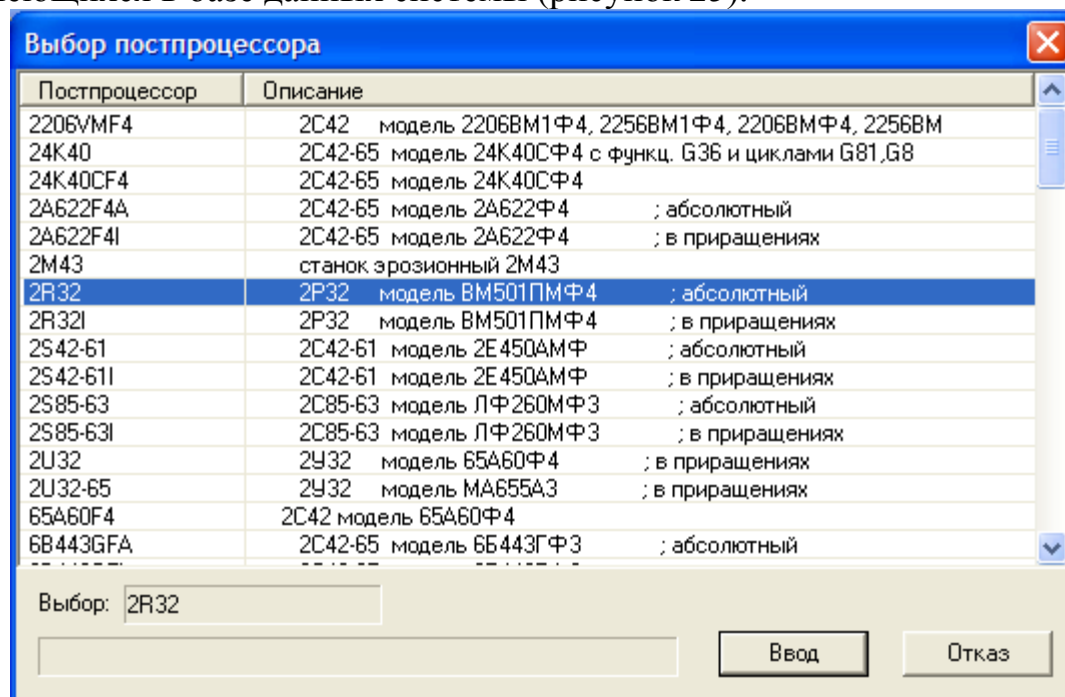


Рисунок 25 – Выбор постпроцессора

Укажите левой кнопкой мыши модель станка VM501ПМФ4, нажмите «Ввод», произойдет возврат в меню «Построение управляющей программы». В нем нажмите кнопку «Генерировать машинную программу» (система автоматически сформирует АРТ – программу (на случай если ранее не была сформирована) и выдает запрос на сохранение генерируемой машинной программы с нужным именем, по умолчанию: *.M01). Нажмите кнопку «Сохранить». После формирования машинной программы вы вернетесь в меню «Построение управляющей программы». Нажмите кнопку «Заккрыть».

3.6.5 Просмотр и редактирование созданной машинной программы

Слева от графического окна укажите пункт меню «Построение управляющей программы». Выберите редактор «Редакт. MSH» (редактирование машинной программы). Появится окно «Открытие файла», в нем укажите созданный файл «*.M01» и нажмите кнопку «Открыть». Справа от графического окна появится редактор и сгенерированная машинная программа.

Редактор работает аналогично редактору АРТ – программ.

Сохраните полученную модель: кнопка «Сохранить» в верхней части основного меню. Выход из системы: «Файл»\ «Выход».

4 ЗАДАНИЯ ДЛЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

1 Пользуясь разделами 1, 2, 3 настоящих методических указаний, изучить характеристику пакета «Гемма-3D» и методику работы в 2D редакторе.

2 Получить у преподавателя эскиз обрабатываемой детали.

3 Используя 2D редактор пакета «Гемма-3D», построить контур обрабатываемой детали и эквидистанту.

4 Выполнить построения траектории подхода, отхода инструмента к обрабатываемому контуру.

5 Создать для заданной модели станка управляющую программу в G-кодах

6 Оформить отчет о выполнении задания.

5 ОТЧЕТ ПО ПРАКТИЧЕСКИМ ЗАНЯТИЯМ

В отчете указывается цель практических занятий, и приводятся следующие результаты:

1 Эскиз обрабатываемой детали.

2 Скриншот с контуром заданной детали, эквидистантой и траекторией подхода – отхода инструмента к обрабатываемому контуру.

3 Скриншот с созданной управляющей программой.

4 Выводы по результатам практических занятий.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 Гемма-3D: краткое описание системы. – Жуковский : НТЦ Гемма, 2002. – 103 с.

Сбродов Николай Борисович

**АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ УПРАВЛЯЮЩИХ
ПРОГРАММ В ИНСТРУМЕНТАЛЬНОЙ СИСТЕМЕ «ГЕММА – 3D»**

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

к практическим занятиям
по дисциплине «Технические средства автоматизации и управления»
для студентов направлений
27.03.04 – «Управление в технических системах»

Авторская редакция

Подписано к печати 13.03.19	Формат 60x84 1/16	Бумага 65 г/м ²
Печать цифровая	Усл. печ. л.1,5	Уч. изд. л.1,5
Заказ 58	Тираж 25	Не для продажи

БИЦ Курганского государственного университета.
640020, г. Курган, ул. Советская, 63/4.
Курганский государственный университет.