

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Курганский государственный университет»

Кафедра «Автоматизация производственных процессов»

**АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ  
УПРАВЛЯЮЩИХ ПРОГРАММ  
ФРЕЗЕРНОЙ ОБРАБОТКИ НА СТАНКАХ С ЧПУ**

Методические указания  
к выполнению лабораторной работы  
по дисциплинам:

«Программное управление технологическим оборудованием»,  
«Технические средства автоматизации и управления»  
для студентов направлений

15.03.04 «Автоматизация технологических процессов и производств»,  
27.03.04 «Управление в технических системах»

Курган 2022

Кафедра автоматизации производственных процессов.

Дисциплины: «Программное управление технологическим оборудованием», «Технические средства автоматизации и управления».

Направления: 15.03.04 «Автоматизация технологических процессов и производств»,

27.03.04 «Управление в технических системах».

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

Печатается в соответствии с планом издания, утверждённым методическим советом университета «16» декабря 2021 года.

Утверждены на заседании кафедры «13» декабря 2022 года.

## ВВЕДЕНИЕ

Целью лабораторной работы является получение навыков работы в CAD/CAM системе «Гемма–3D» при проектировании управляющих программ фрезерной обработки на станках с ЧПУ [1].

### 1 ПРИМЕР РАЗРАБОТКИ УПРАВЛЯЮЩЕЙ ПРОГРАММ ФРЕЗЕРНОЙ ОБРАБОТКИ НА СТАНКЕ С ЧПУ

#### 1.1 Построение контура детали в 2D-редакторе

Рассмотрим работу в 2D и 3D-редакторах системы «Гемма–3D» при построении объемной модели пуансона матрицы манипулятора «мышь» с последующим формированием управляющей программы (УП) обработки данной детали, включая черновую, получистовую и чистовую обработку.

После запуска основного меню системы сохраните файл с именем «Пуансон» или любым другим: меню «Файл» \ «Сохранить как».

Перейдите в геометрический редактор 2D, нажав вверху в меню кнопку «2D» (рисунок 1). Укажите плоскость обработки XY, в которой будут производиться геометрические построения, и нажмите кнопку «Ввод».

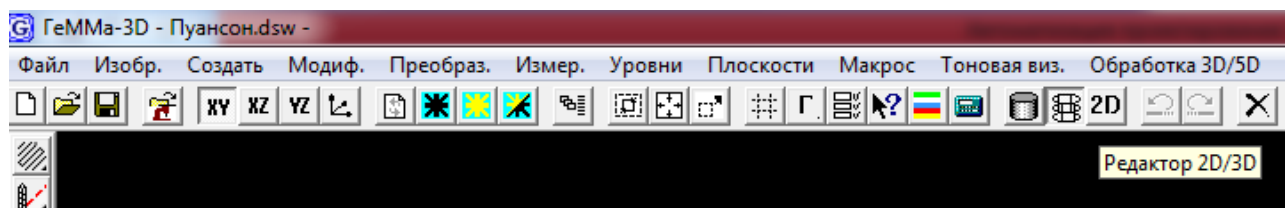




Рисунок 1 – Переход в 2D-редактор

Справа от графического окна укажите пункт меню «Построение отрезков» . В появившемся ниже меню укажите кнопку «Многоугольник» .

Внизу экрана возникает окно «Параметры ввода» (рисунок 2), в котором с клавиатуры введите координаты X и Y точек контура:

120,0 «Ввод»

0,0 «Ввод»

0,80 «Ввод»

120,80 «Ввод».

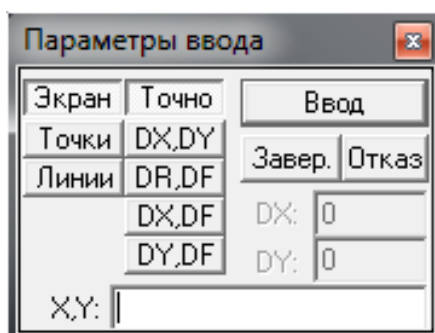


Рисунок 2 – Окно «Параметры ввода»




Завершите ввод кнопкой «Заверш.» или правой кнопкой мыши, а затем «Esc». Нажмите кнопку «Авторазмер» в верхнем меню . На экране появится построенный полигон, преобразованный в контур голубого цвета (рисунок 3).




Рисунок 3 – Контур пуансона

Для построения дуги (рисунок 3) справа от графического окна нажмите кнопку «Построение дуг» , а затем – кнопку «Сопряжение двух точек радиусом» .

Введите с клавиатуры координаты X и Y точек:  
120,80 «Ввод»  
120,0 «Ввод».

В появившемся окне «Параметры ввода» введите радиус дуги  $R=40$  и нажмите кнопку «Ввод». Если положение дуги соответствует положению дуге на рисунке 3, то подтвердите левой кнопкой мыши. Если нет, то откажитесь правой кнопкой и система изменит положение дуги. Подтвердите левой кнопкой мыши. Завершите ввод правой кнопкой мыши. Нажмите кнопку «Авторазмер» в верхнем меню.

В меню «Построение дуг» укажите пункт «Сопряжение двух элементов радиусом» . В окне «Отсечение» выберите режим «Делать». В окне «Параметры указания» оставьте пункт «Линии», отключив указанием курсора остальные галочки.

На запрос в строке состояния «Укажите объект» укажите левой кнопкой линию 1 (рисунок 3), подтвердите левой кнопкой мыши, затем укажите второй объект – линию 2, подтвердите, а затем введите радиус сопряжения  $R=10$  и нажмете кнопку «Ввод» или левую кнопку мыши. Система строит сопряжение.

Аналогично сделайте сопряжение элементов – линии 2 и линии 3 радиусом  $R=10$  (рисунок 4). Нажмите кнопку «Авторазмер» в верхнем меню.

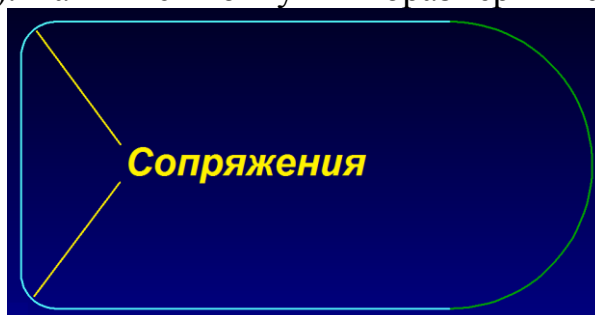




Рисунок 4 – Сопряжения элементов контура пуансона

## 1.2 Построение замкнутого контура из созданных элементов

Справа от графического окна укажите пункт меню «Построение контуров» , а далее – «Присоединить к контуру элемент» .

В окне «Параметры указания» укажите галочкой пункт «Контур».

Укажите следующие элементы (рисунок 3): контур (подтвердите левой кнопкой), затем дуга (подтвердите левой кнопкой). Откажитесь от дальнейшего ввода кнопкой «Отказ». Элементы объединяются в единый контур голубого цвета.

В верхнем меню выберите пункт «Утилиты» / «Уклон». В появившемся окне задайте величину угла 2 и высоту 30 (рисунок 5). Нажмите кнопку «Ввод».

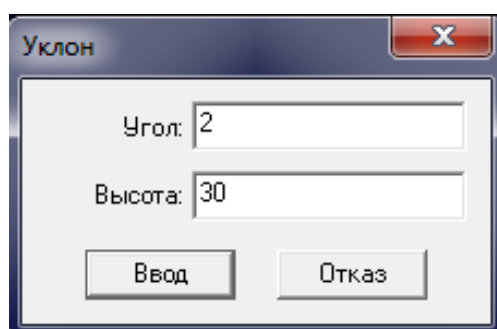


Рисунок 5 – Меню «Уклон»



На запрос системы «Укажите набор объектов» укажите левой кнопкой созданный контур. На контуре появится стрелка. Она должна быть направлена внутрь. При необходимости для смены направления стрелки еще раз нажмите левую кнопку. При правильном направлении стрелки откажитесь от дальнейшего выбора нажатием правой кнопки.

На запрос «Этот объект?» подтвердите нажатием левой кнопки.



Система построила белый контур, являющийся эквидистантным к исходному. На запрос «Вы уверены?» подтвердите нажатием левой кнопки.

Контур окрасится в голубой цвет. Появится окно «Уклон». Откажитесь от дальнейшего построения правой кнопкой.

## 1.3 Построение кривых, образующих верхнюю поверхность пуансона

Перейдите в геометрический редактор 3D, отжав в верхнем меню кнопку . Перейти в изометрический вид, нажав кнопку . В графическом окне появилось два контура: один на высоте  $Z=0$ , второй на высоте  $Z=30$  (рисунок 6).

Для дальнейшего построения еще раз войдите в 2D-редактор, выбрав в качестве базовой плоскости XZ.

Справа от графического окна укажите пункт «Построение дуг» , а далее нажмите кнопку «Сопряжение двух точек радиусом» .

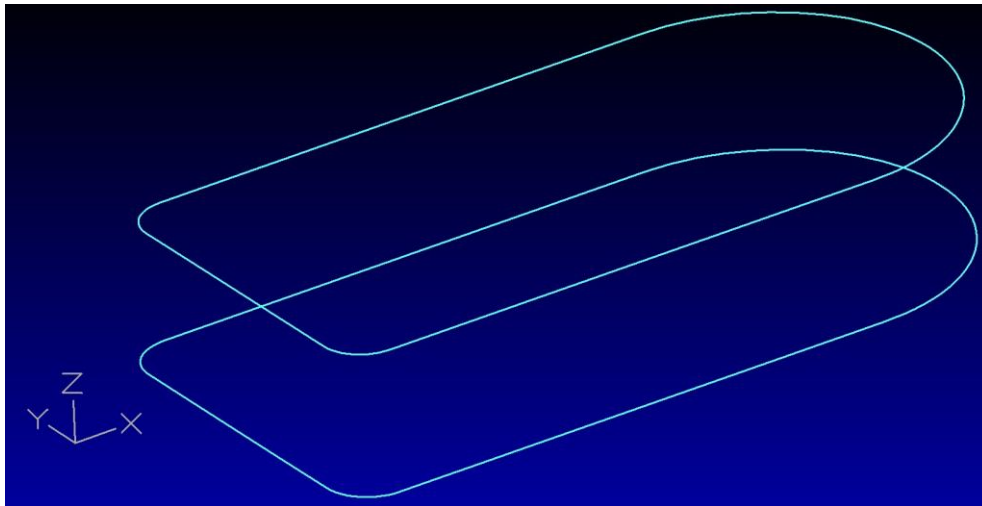





Рисунок 6 – Меню «Спираль»

С клавиатуры введите координаты X и Y точек:

-30,0 «Ввод»

190,0 «Ввод».

В появившемся окне введите радиус дуги:  $R=220$  и нажмите кнопку «Ввод». Подтвердите левой кнопкой мыши, а затем откажитесь правой кнопкой для завершения операции.

Перейдите в геометрический редактор 3D, нажав в верхнем меню кнопку . Перейдите в изометрический вид, нажав кнопку . Нажмите кнопку «Авторазмер» в верхнем меню . Созданный элемент переместится из 2D в 3D-редактор и отобразится на экране (рисунок 7).

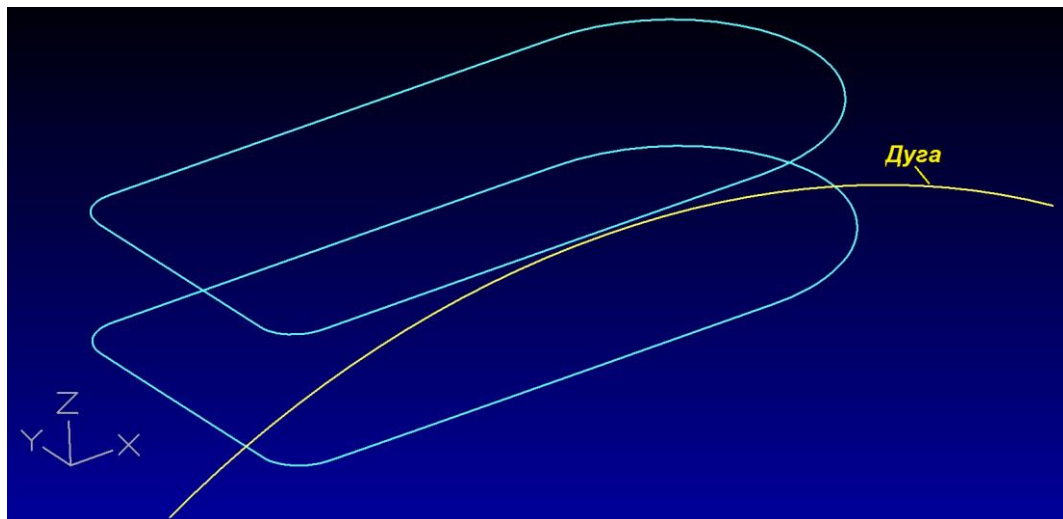




Рисунок 7 – Созданная дуга в 3D-редакторе

Для построения поверхности необходимо минимум две образующие. Первой образующей является созданная дуга. Вторую образующую можно получить копированием первой.

Для того чтобы переместить (скопировать) образующую кривой (дуги) вдоль оси Y: справа от графического окна указать пункт меню «Преобразова-



ние объектов» . На запрос системы «Укажите набор объектов для преобразования» в появившемся меню нажмите кнопку «Перенос по вектору» . Укажите левой кнопкой дугу (рисунок 7). Она выделяется пунктиром.

Нажмите правую кнопку мыши (отказ от дальнейшего указания). На запрос «Эти объекты?» подтвердите левой кнопкой.

В появившемся окне введите значения вектора переноса:  $dx=0$ ;  $dy=110$ ;  $dz=0$  и нажмите кнопку «Ввод». На запрос: «Число новых объектов» в появившемся окне введите количество копий 1 и нажмите кнопку «Ввод». Дуга скопируется переносом вдоль оси  $Y$  на 110 мм (образующая 2 на рисунке 8).

Переместим исходную дугу таким образом, чтобы контур пуансона находился между образующими (рисунок 8). На запрос: «Вектор переноса ( $dx$ ,  $dy$ ,  $dz$ )» в появившемся окне введите значения вектора переноса:  $dx=0$ ;  $dy=-20$ ;  $dz=0$  и нажмите кнопку «Ввод». Дуга переместится вдоль оси  $Y$  на 20 мм в отрицательном направлении (образующая 1 на рисунке 8).

На запрос: «Число новых объектов» в появившемся окне введите количество копий 0 и нажмите кнопку «Ввод».

В оперативном меню нажмите кнопку «Изометрия» , а затем – кнопку «Авторазамер» . Все созданные объекты появятся на экране в изометрической проекции.

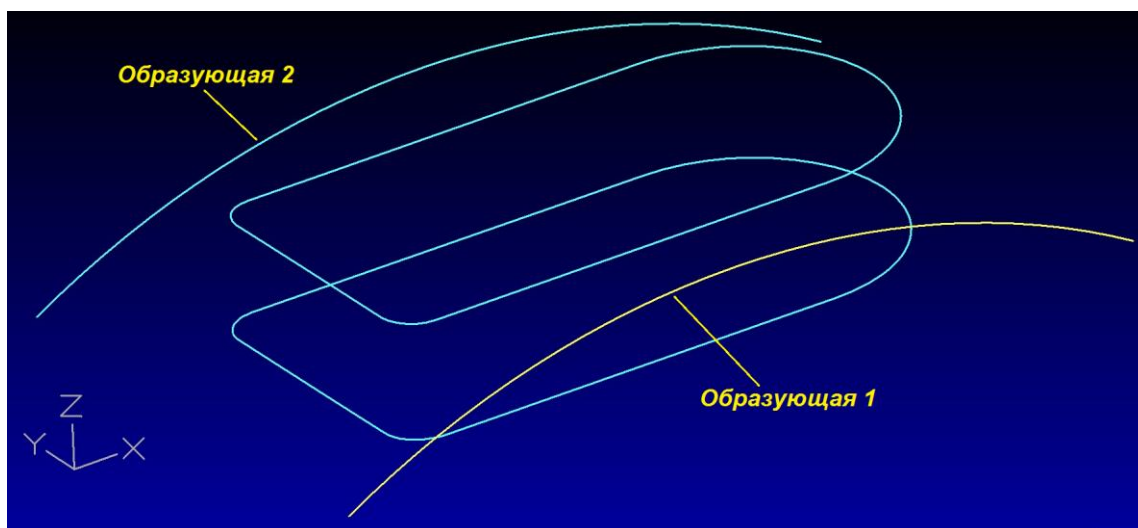




Рисунок 8 – Кривые, образующие образующих верхнюю поверхность пуансона, в изометрической проекции.

## 1.4 Построение базовых поверхностей пуансона

Справа от графического окна нажмите кнопку «Создание поверхностей» . В появившемся меню выберите пункт «Линейчатая» .

На запрос системы «Укажите первый контур» укажите левой кнопкой образующую 1 (рисунок 8). Образующая изменит цвет. Подтвердите левой кнопкой мыши.

На образующей появится стрелка. На запрос «Направление верно?» подтвердите левой кнопкой мыши.

На запрос системы «Укажите второй контур» укажите левой кнопкой образующую 2 (рисунок 8). Образующая изменит цвет. Подтвердите левой кнопкой мыши. На образующей появится стрелка. На запрос «Направление верно?» подтвердите левой кнопкой мыши. Необходимо, чтобы направление стрелок на образующих 1 и 2 совпадало. Подтвердите левой кнопкой мыши.

Система строит верхнюю линейчатую поверхность (рисунок 9).

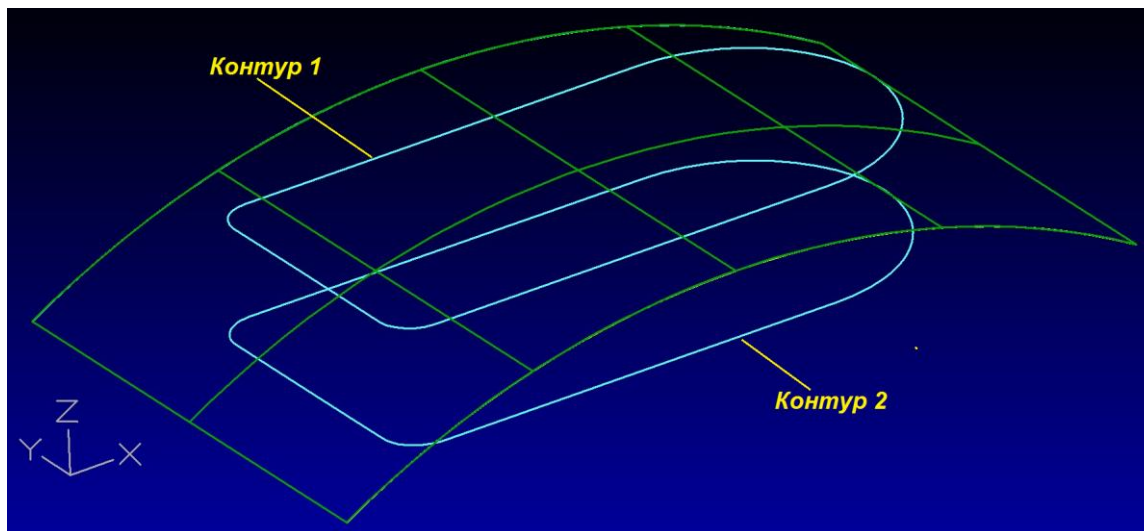


Рисунок 9 – Верхняя поверхность пуансона

Завершите операцию правой кнопкой.

Аналогично по двум контурам 1 и 2 (рисунок 9) постройте боковую линейчатую поверхность 2 пуансона (рисунок 10).

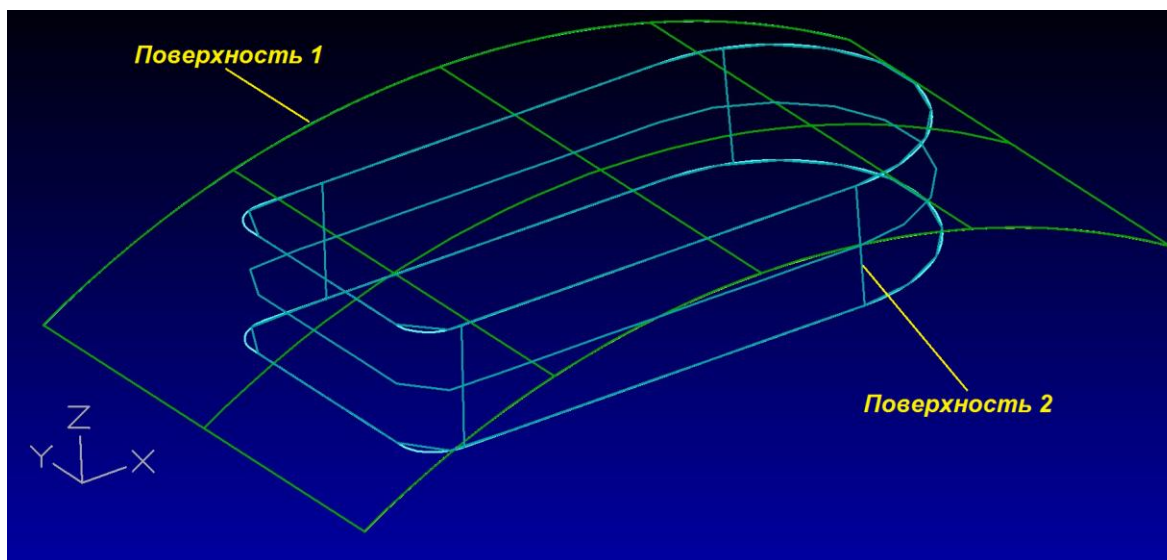


Рисунок 10 – Боковая линейчатая поверхность пуансона

Качество боковой поверхности может быть неудовлетворительным (наличие ребер). Это дефект визуализации. Для улучшения качества визуализации поверхности необходимо изменить параметры (количество точек) на кривых поверхности.

Подведите курсор к боковой поверхности пуансона, нажмите кнопку



«Shift» клавиатуры и одновременно правую кнопку мыши. Появится контекстное меню (рисунок 11).

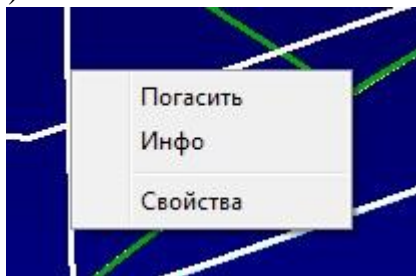


Рисунок 11 – Контекстное меню

Укажите курсором «Свойства». В появившемся окне «Свойства поверхности» (рисунок 12) необходимо увеличить число точек на U-линиях. Ребристость поверхности исчезнет.

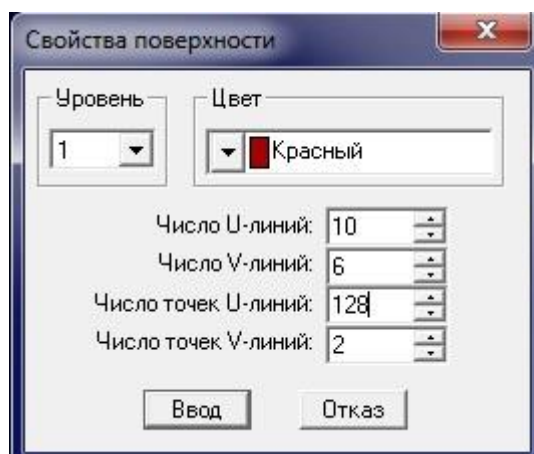




Рисунок 12 – Окно «Свойства поверхности»

### 1.5 Построение поверхности радиусного сопряжения двух созданных поверхностей

В меню «Создание поверхностей»  нажмите кнопку «Радиусное сопряжение» . Появится окно «Параметры радиусного сопряжения» (рисунок 13).

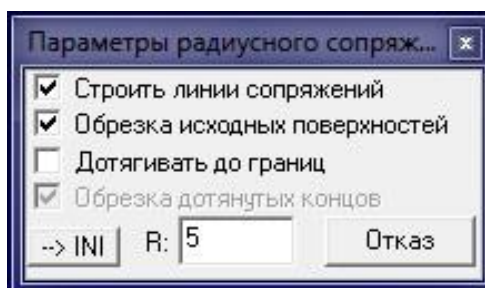


Рисунок 13 – Окно «Параметры радиусного сопряжения»

Введите  $R=5$ , уберите галочку у флага «Дотягивать до границ» и укажите поверхность 2 (рисунок 10). На запрос «Этот объект?» подтвердите левой кнопкой мыши.

На поверхности появится стрелка, направленная внутрь или наружу. Стрелка должна быть направлена внутрь. Для изменения направления стрелки нажмите правую кнопку мыши.

На запрос «Направление верно?» подтвердите левой кнопкой мыши.

На запрос «Укажите оболочку» укажите поверхность 1 (рисунок 10). На запрос «Этот объект?» подтвердите левой кнопкой мыши. На поверхности появится стрелка, направленная вниз или вверх. Стрелка должна быть направлена вниз. Для изменения направления стрелки нажмите правую кнопку мыши.

На запрос «Направление верно?» подтвердите левой кнопкой мыши.

Система рисует поверхность радиусного сопряжения двух поверхностей и границы поверхности сопряжения. Исходные поверхности обрезаны по границам сопряжения (рисунок 14). Подтвердите левой кнопкой мыши.

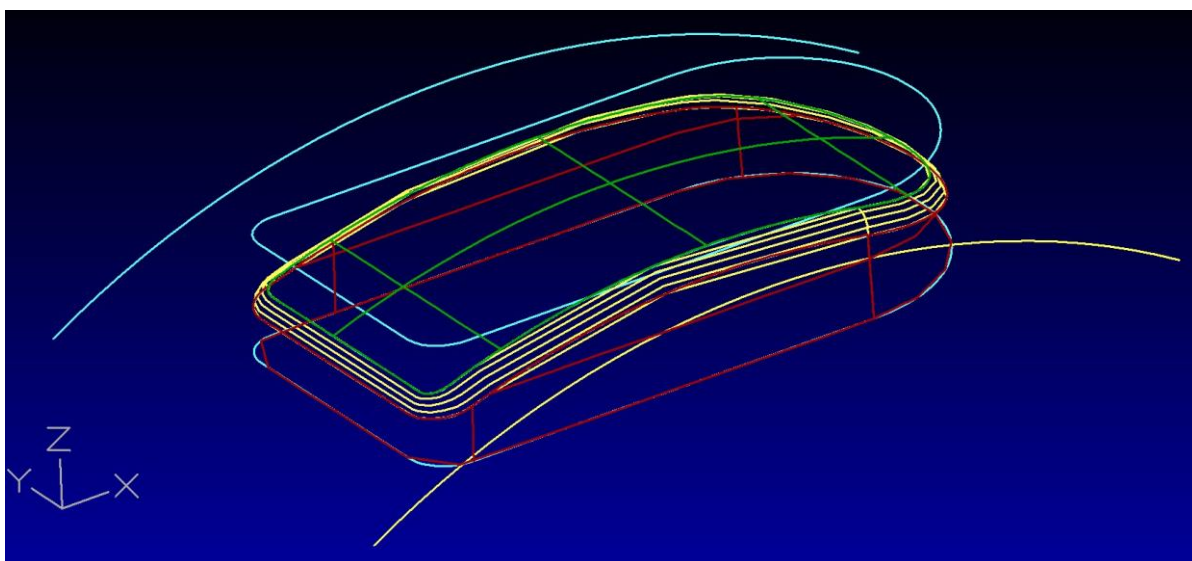




Рисунок 14 - Радиусное сопряжение двух созданных поверхностей

### 1.6 Объединение созданных поверхностей в единую оболочку для дальнейшей обработки

Справа от графического окна укажите пункт меню «Создание оболочек» , а затем нажмите кнопку «Объединить в оболочку» . В окне «Параметры указания» нажмите кнопку «Все». Галочкой должны быть отмечены «Поверхности» и «Оболочки» (рисунок 15).

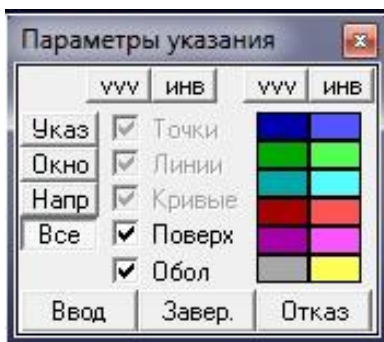


Рисунок 15 – Окно «Параметры указания»

Подтвердите левой кнопкой мыши. Откажитесь от дальнейшего указания правой кнопкой. Поверхности объединены в оболочку.


Погасим (удалим) все ненужные объекты, кроме поверхностей. Для этого вверху в основном меню укажем пункт «Погасить» , а в меню «Параметры указания» отключим галочку «Поверхности». Затем выберем пункт «Все» оставшиеся объекты (рисунок 16). Результат приведен на рисунке 17.



Рисунок 16 – Окно «Параметры указания»

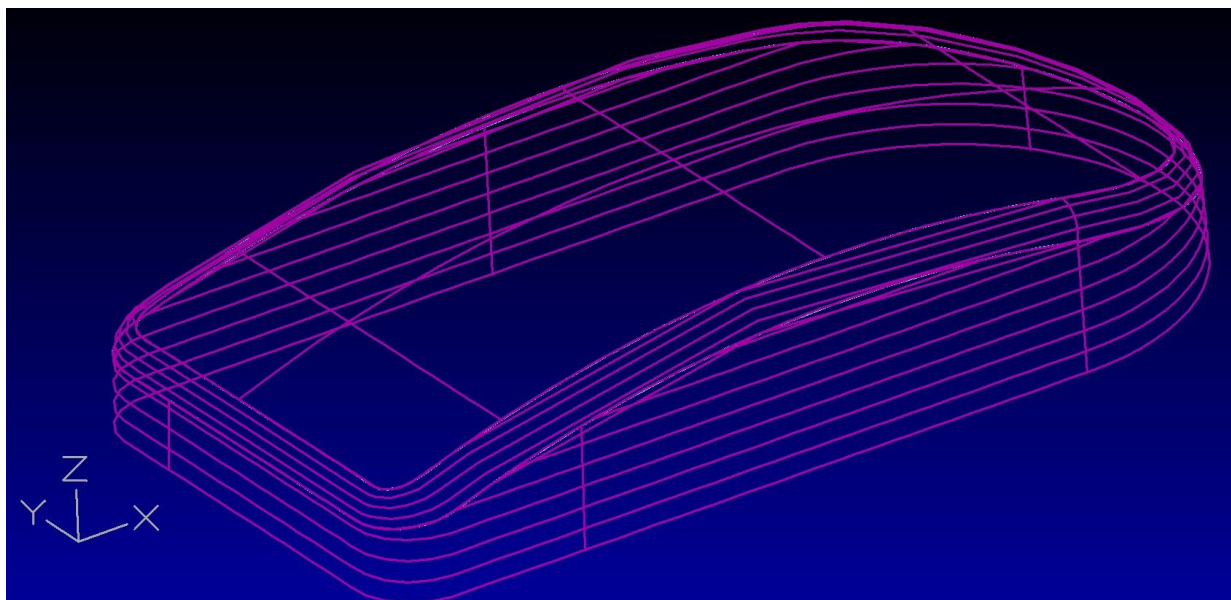




Рисунок 17 – Объединение созданных поверхностей в единую оболочку

### 1.7 Формирование прохода черновой обработки поверхности пуансона

Слева от графического окна укажите пункт меню «Построение проходов» , а затем нажмите кнопку «Черновая обработка» . Появится панель «Параметры черновой обработки», содержащая закладки.

Выберите закладку «Слой» (рисунок 18).

В окне «Тип снятия слоя» укажите:

Штриховка: Змейка;

Угол штриховки: 0 (параллельно оси X);

Перекрытие: 0,5.

В окне «Выборка» укажите: «По слоям».

В окне «Фрезерование контура» укажите: «Слева», что соответствует попутному фрезерованию.

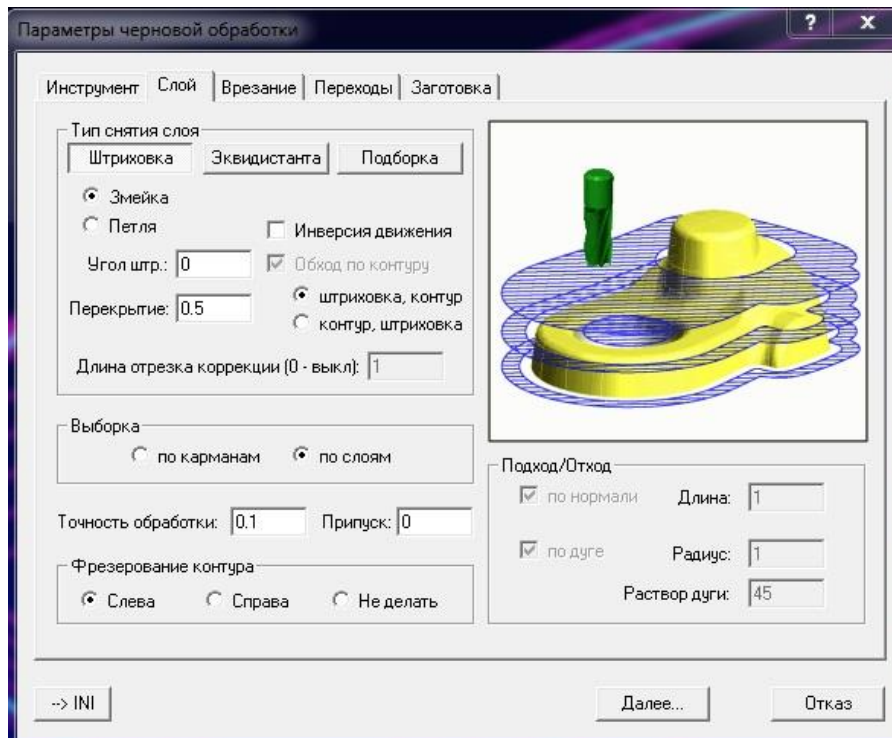


Рисунок 18 – Закладка «Слой»

Выберите закладку «Врезание» (рисунок 19).

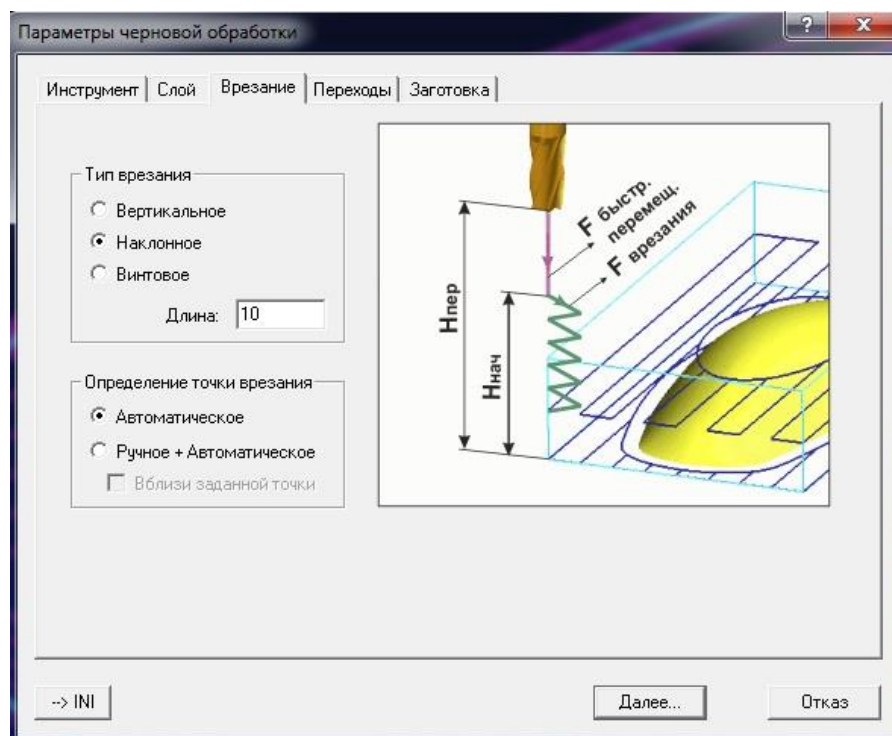


Рисунок 19 – Закладка «Врезание»

Укажите «Способ врезания»: «Наклонное».  
Длина: 10

Определение точки врезания: Автоматическое.

Выберите закладку «Инструмент». Выберите цилиндрическую фрезу с плоским торцом (рисунок 20).

Задайте параметры инструмента.

Выберите закладку «Переходы».

Задайте величину «Безопасного припуска» (рисунок 21). Установите флаг «Переходы на безопасном припуске», позволяющий сократить время переходов по воздуху.

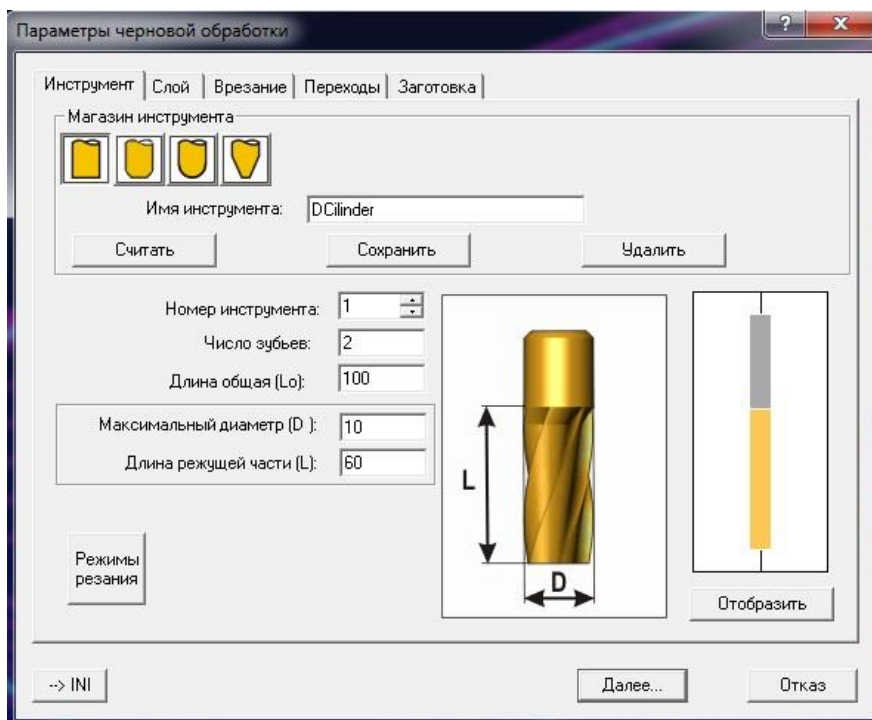


Рисунок 20 – Закладка «Инструмент»

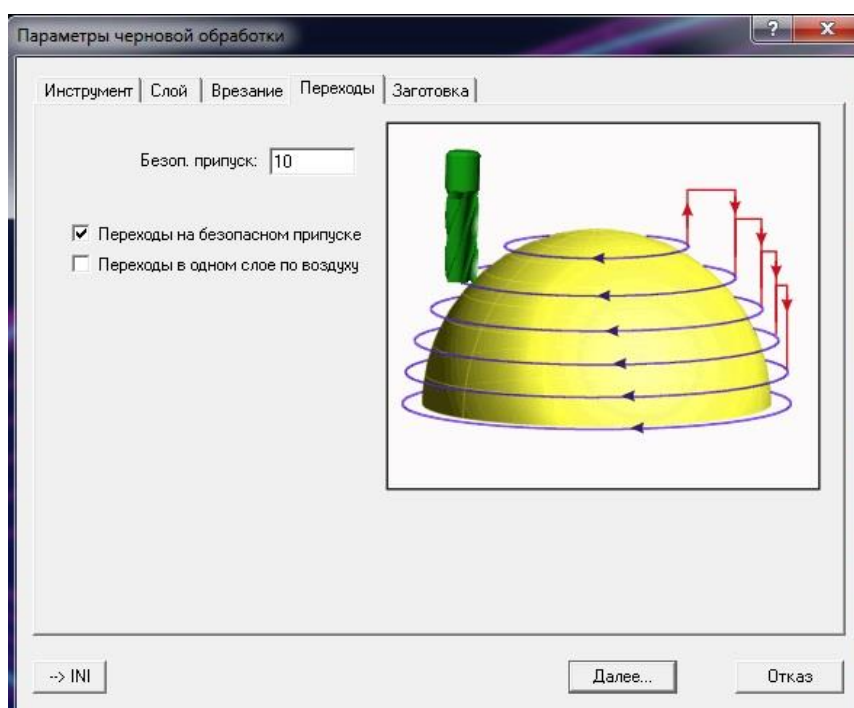


Рисунок 21 – Задание величины «Безопасного припуска»

Выберите закладку «Заготовка». Укажите вид заготовки «Блок» ( в виде параллелепипеда). Установите флаг «Автоматический расчет размера» (рисунок 22).

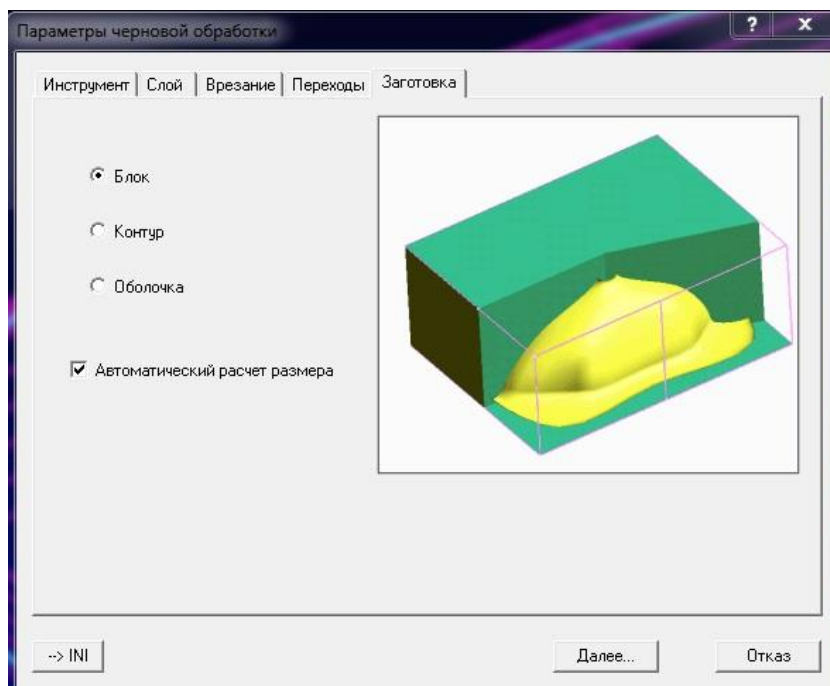


Рисунок 22 – Закладка «Заготовка»

По завершению ввода всех параметров нажмите кнопку «Далее».

Появляется запрос «Укажите обрабатываемые поверхности». Укажите оболочку модели. Откажитесь от дальнейшего указания правой кнопкой мыши. На запрос «Эти объекты?» подтвердите левой кнопкой.

Откажитесь правой кнопкой от определения габаритов заготовки с помощью диагонали параллелепипеда. Система рассчитывает габариты заготовки исходя из размеров указанной оболочки.

Для полной обработки оболочки необходимо в окне «Заготовка» добавить припуск не меньший диаметра фрезы (фреза должна пройти между боковой поверхностью и заготовкой). Нажмите кнопку справа от  $Z_{\min}$  (рисунок 23). В окне «Добавить» введите 10. Нажмите кнопку «Добавить» - увеличатся все размеры, кроме  $Z_{\min}$ . Далее нажмите кнопку «Ввод».

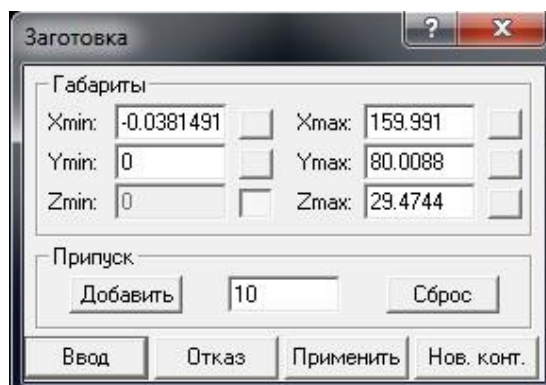


Рисунок 23 – Окно «Заготовка»

Откажитесь от указания ограничивающего контура правой кнопкой.

Появится окно задания высот обработки (рисунок 24).

Введите «Величина шага»: 3. Т.к. черновая обработка выполняется послойно, то весь припуск определяемый высотами «Начала обработки» и «Конца обработки» будет выбираться фрезой слоями по 3 мм.

Остальные параметры оставьте по умолчанию (они рассчитываются автоматически, исходя из габаритов заготовки). Нажмите «Ввод».

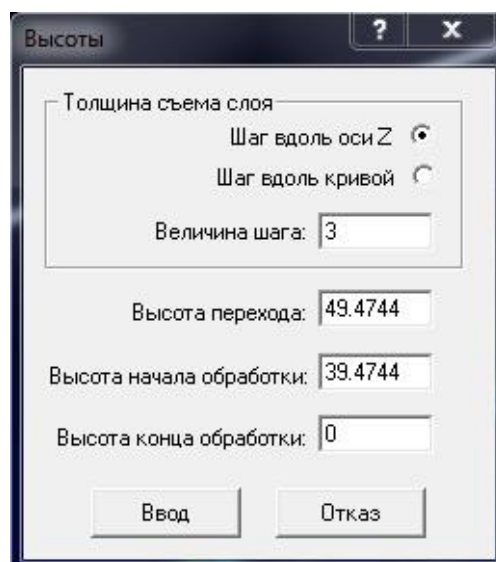


Рисунок 24 – Окно «Высоты»

Система формирует черновой проход фрезы (рисунок 25).

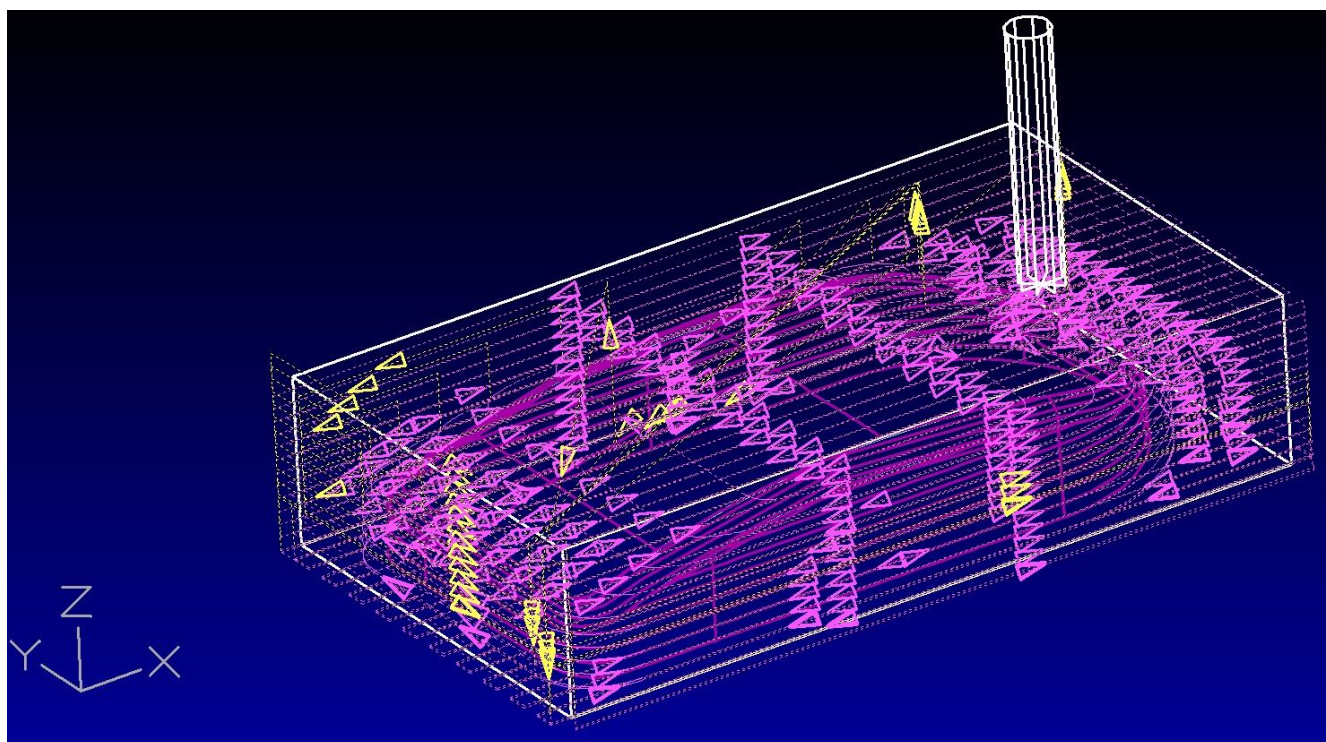


Рисунок 25 – Черновой проход

Запрос « Проход: 1, Фреза 1 (D=10, R=0)... - Сохранить?». Введите ком-

ментарий, к созданному проходу (рисунок 26) и подтвердите левой кнопкой мыши.

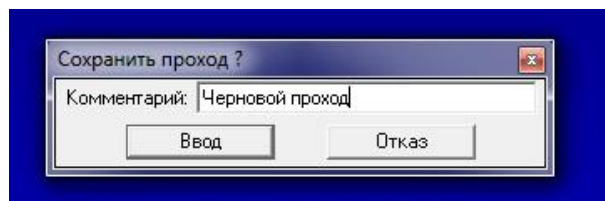






Рисунок 26 – Комментарий к черновому проходу

## 1.8 Формирование лучистового прохода

Отсоединить поверхность 2 (рисунок 10) от оболочки. Для этого справа от графического окна укажите пункт «Создание оболочек» , а затем – «Отсоединить» .

Укажите поверхность 2 (рисунок 10). На запрос «Этот объект?» подтвердите левой кнопкой мыши. Поверхность окрашивается в другой цвет (отсоединилась от оболочки). Правой кнопкой откажитесь от дальнейшего отсоединения.

Слева от графического окна укажите пункт «Построение проходов» , а затем – «Штриховка» . Появится окно «Параметры обработки штриховкой», содержащее закладки.

Выберете закладку «Стратегии», отвечающую за выбор стратегии обработки. Укажите стратегию «Петля (однаправленное движение фрезы с переходом на следующую строку по воздуху)». Укажите параметры (рисунок 27):

Шаг штриховки: 1 мм

Угол штриховки: 90 град. (перпендикулярно направлению оси X).

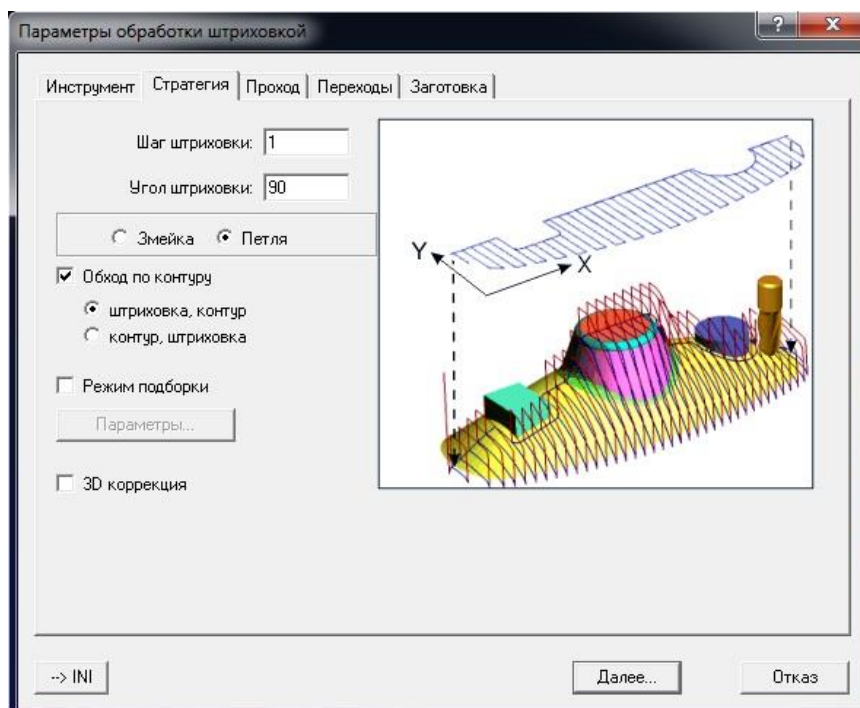


Рисунок 27 – Закладка «Стратегия»



Выберите закладку «Проход» и задайте параметры обработки (рисунок 28). Отключите флаги «Выход на границы заготовки» и «Обкатка углов». Укажите «Фрезерование контура»: Слева.

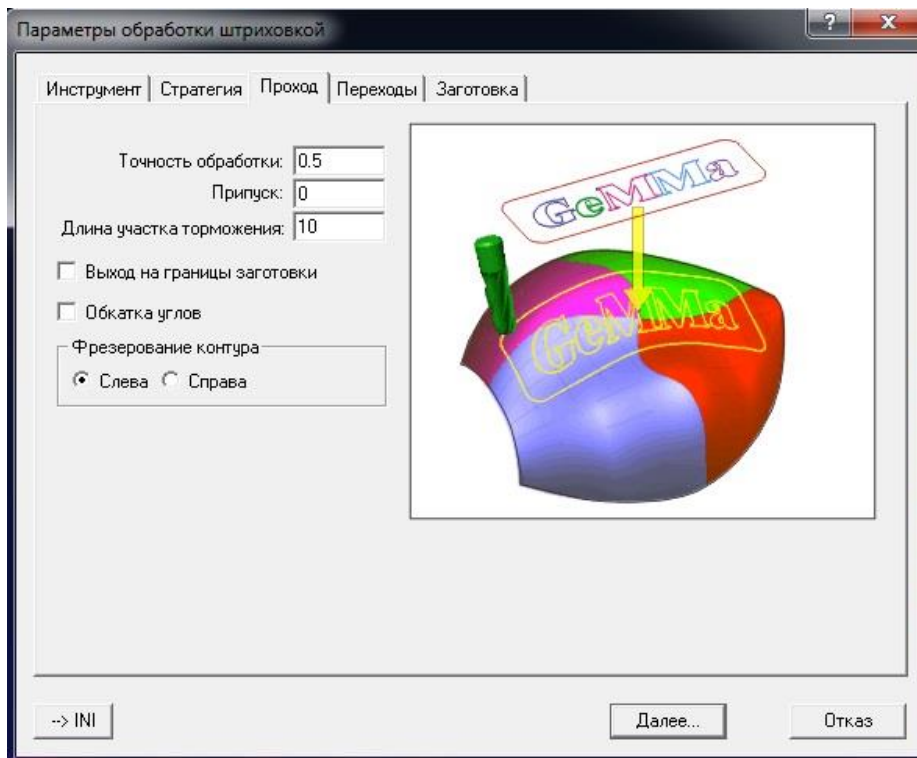


Рисунок 28 – Закладка «Проход»

Выберите закладку «Инструмент», укажите сферическую фрезу и задайте параметры выбранного инструмента (рисунок 29).

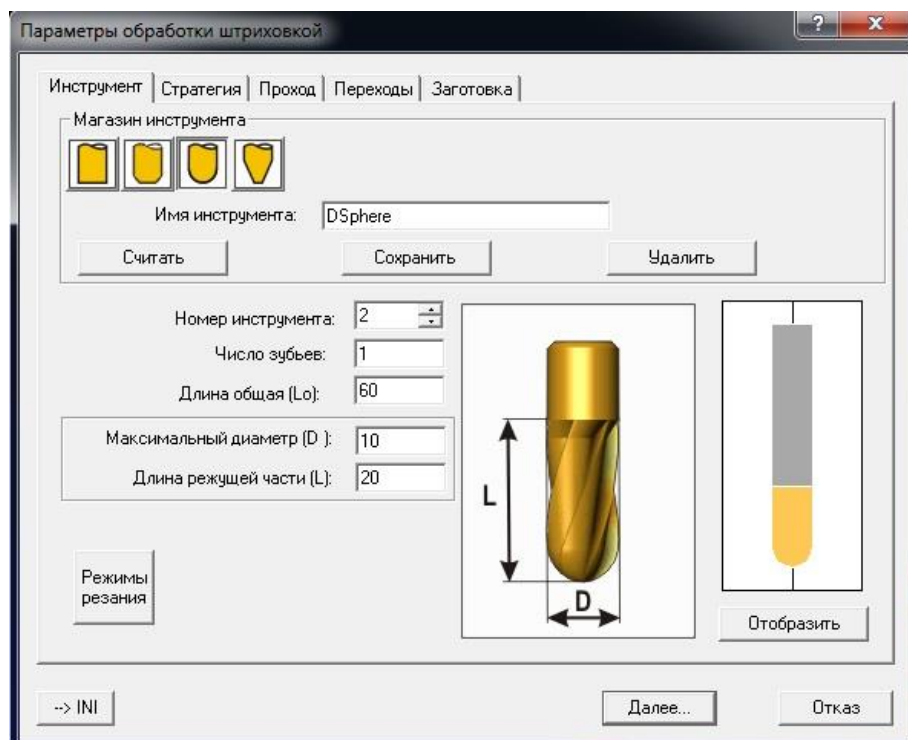


Рисунок 29 – Закладка «Инструмент»

Выберите закладку «Переходы» и укажите пункт «Переходы на безопасном припуске», позволяющий сократить время переходов по воздуху, и отметьте способ перехода «по ломанной». Переход будет осуществляться эквидистантно к поверхности с точностью, задаваемой параметром «Отклонение ломанной» (рисунок 30).

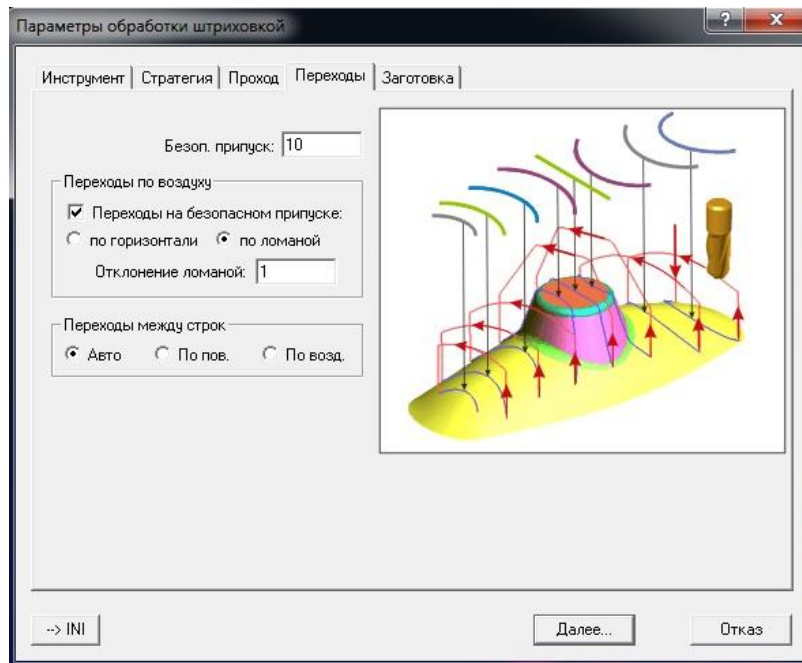


Рисунок 30 – Закладка «Переходы»

Укажите «Переход между строк: авто» (рисунок 30).

Выберите закладку «Заготовка» и укажите вид заготовки «Блок». Отключите флаг «Автоматический расчет размера» для восстановления габаритов заготовки с предыдущей операции обработки» (рисунок 31).

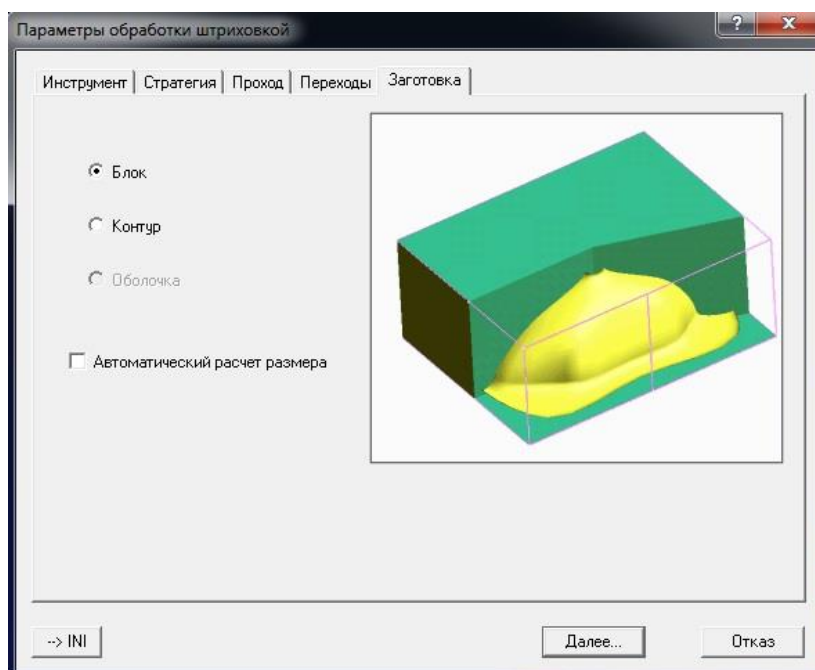


Рисунок 31 – Закладка «Заготовка»

После ввода всех параметров нажмите кнопку «Далее» и на запрос системы «Укажите обрабатываемые поверхности» укажите левой кнопкой оболочку пуансона, образованную поверхностью 1 (рисунок 10) и поверхностью сопряжения. Затем последовательно нажмите правую и левую кнопки мыши на соответствующие запросы системы.

На запрос «Укажите отрезок, определяющий габариты заготовки» откажитесь правой кнопкой мыши. Система восстановит габариты заготовки с предыдущей операции.

На запрос «Заготовка верна» подтвердите левой кнопкой мыши.

На запрос «Укажите ограничивающий контур» откажитесь правой кнопкой.

На запрос «Введите точку врезания» откажитесь правой кнопкой, и система автоматически сформирует точку врезания в пределах заготовки.

Появится окно задания точки подхода. Измените координату точки подхода по оси  $X=180$  мм, остальные параметры примите по умолчанию и нажмите кнопку «Далее».

Система сформирует проход фрезы (рисунок 32).

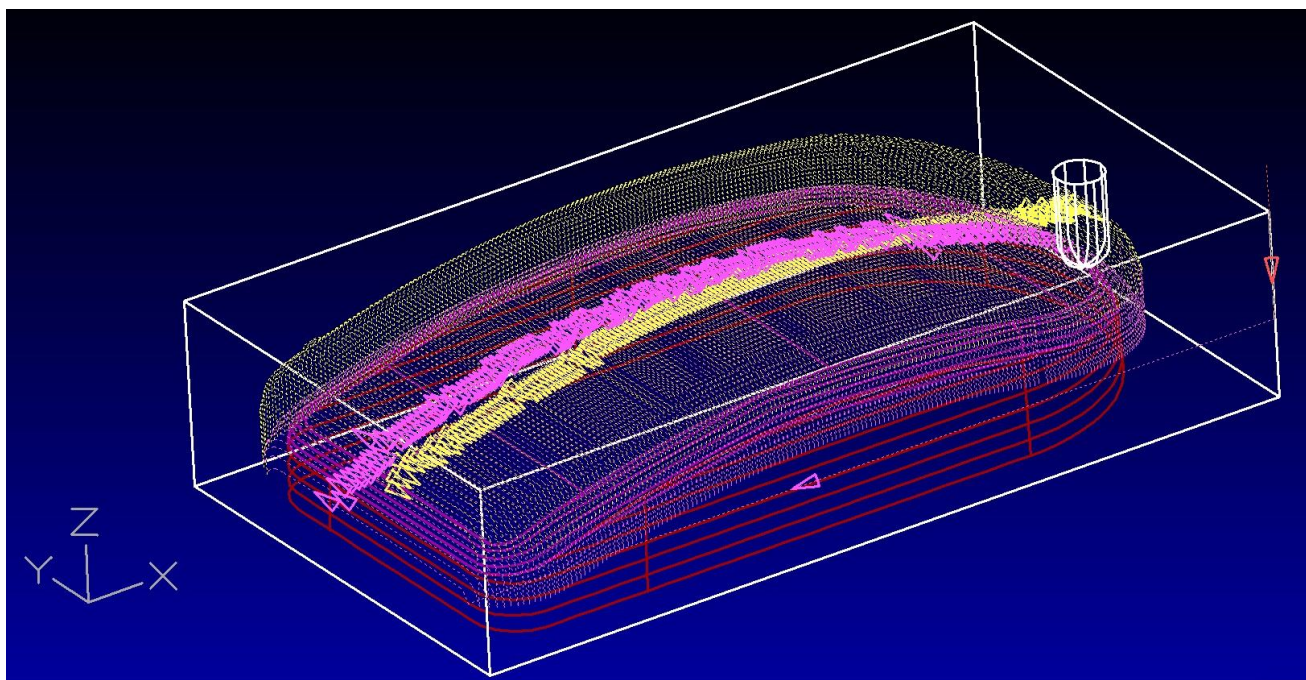




Рисунок 32 – Получистовой проход

На запрос «Проход: 2, Фреза 2 (D=10, R=5...- Сохранить?)» введите комментарий, относящийся к созданному проходу и подтвердите сохранение прохода левой кнопкой мыши (рисунок 33).

### 1.9 Формирование чистового прохода

Слева от графического окна укажите пункт чистовой обработки «Построение проходов» , а затем – «UV-обработка» . Появится окно «Параметры UV-обработки», в котором выберите закладку «Инструмент». Выберите сфери-

ческую фрезу и задайте её параметры (рисунок 34).

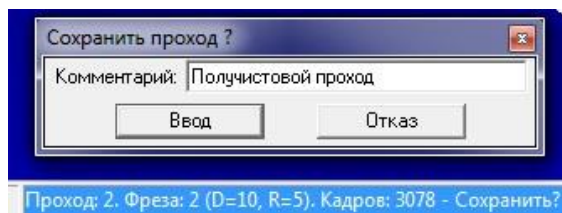


Рисунок 33 – Комментарий к получистому проходу

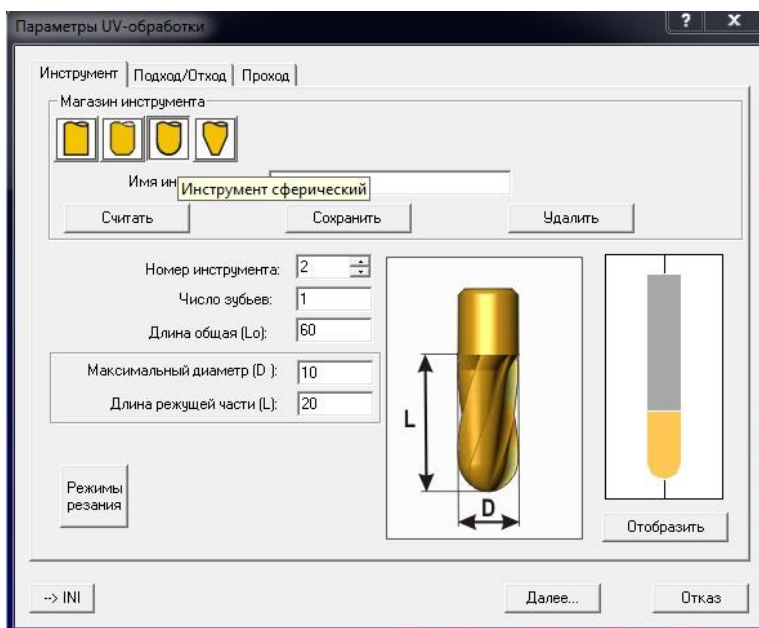


Рисунок 34 – Параметры инструмента

Выберите закладку «Проход» и задайте параметры обработки – точность обработки (рисунок 35).

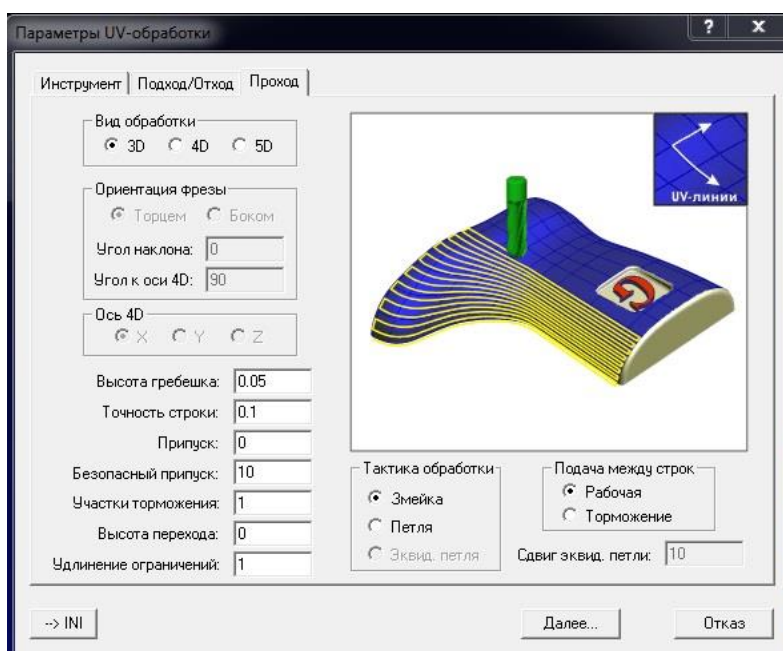


Рисунок 35 – Параметры обработки

Нажмите кнопку «Далее». На запрос «Укажите поверхность» укажите обрезаемую поверхность 2 (рисунок 10) и подтвердите левой кнопкой мыши.

Появится окно «Границы зоны обработки». Примите значения по умолчанию – границы обработки охватывают всю поверхность.

На запрос «Зона обработки указана правильно?» подтвердите левой кнопкой. На поверхности появится стрелка. Системой формируется запрос «Обрабатываемая часть?». Необходимо, чтобы стрелка была направлена наружу. Для смены направления нажмите правую кнопку мыши. Подтвердите левой кнопкой.

На поверхности появится стрелка, направленная вдоль или поперек поверхности. Система формирует запрос «Направление обработки?». Укажите направление вдоль поверхности. При необходимости измените направление стрелки правой кнопкой мыши и подтвердите левой кнопкой.

Система формирует запрос «Введите новое число строк». Количество строк рассчитывается системой автоматически, исходя из заданной высоты гребешка. Примите значение по умолчанию и нажмите «Ввод».

На запрос «Укажите ограничивающий контур» откажитесь правой кнопкой.

На запрос «Завершить?» подтвердите левой кнопкой.

На поверхности появятся точки, определяющие варианты точек начала обработки. На запрос «Укажите точку» укажите одну из точек и подтвердите левой кнопкой. Появится окно «Точка подхода». Нажмите кнопку «Далее».

Система строит траекторию фрезы (рисунок 36).

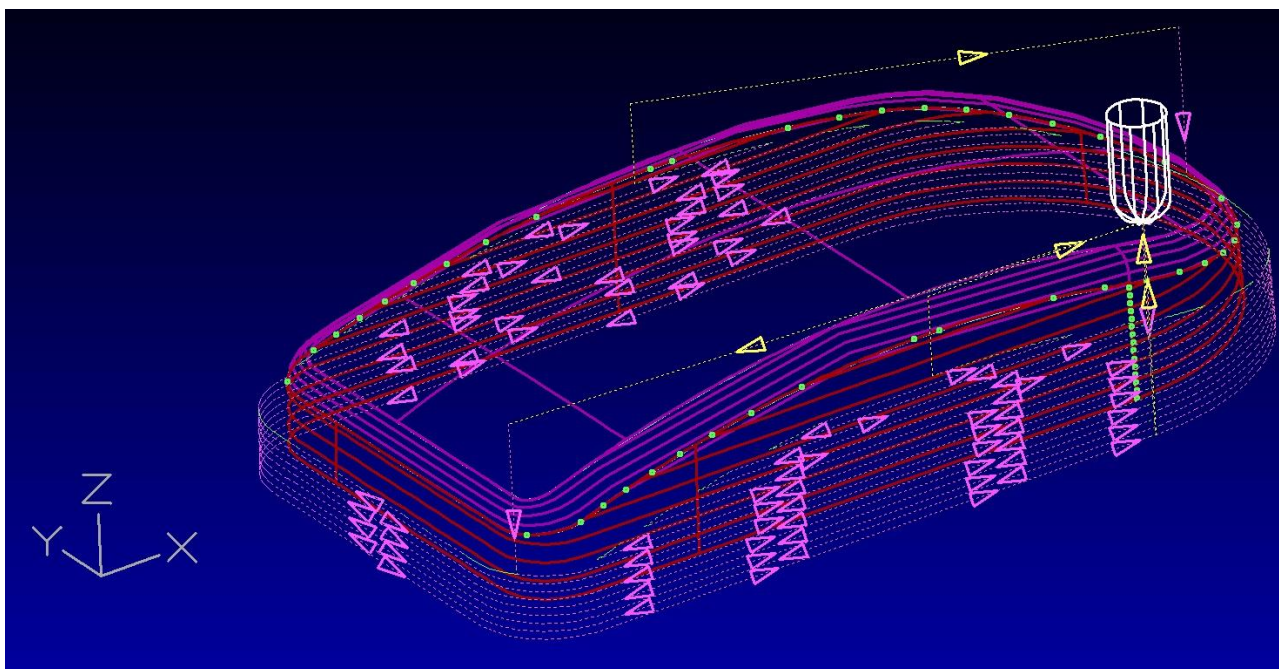


Рисунок 36 – Траектория фрезы

Формируется запрос: «Проход: 3, Фреза: 2 (D=10, R=5)... – Сохранить?»

Введите комментарий, относящийся к созданному проходу (рисунок 37), и подтвердите левой кнопкой.

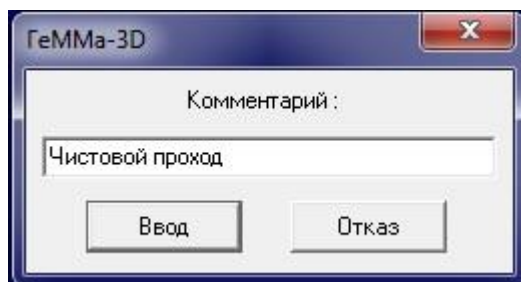




Рисунок 37 – Комментарий к чистому проходу

### 1.10 Объединение чистового и получистового проходов в один проход

Если используемый инструмент и параметры обработки аналогичны для нескольких созданных проходов, то их можно объединить в единый проход.

Слева от графического окна укажите пункт «Работа с проходами» , а затем – «Объединить проходы» .

Появится окно, содержащее все ранее созданные проходы.

В появившемся окне «Выбор прохода» укажите сначала проход, соответствующей получистовой обработке. Нажмите «Ввод».

Система выдает сообщение «Высота клиренса: значение высоты». Высота клиренса это безопасная высота, на которую будет подниматься инструмент при совершении перехода. Система автоматически рассчитывает безопасную высоту, определяя наивысшую точку поверхности и прибавляя 10 мм (безопасный припуск) по оси Z.

Примите значение высоты клиренса по умолчанию.




Система выдает запрос: «Выберите добавляемый проход». В окне «Выбор прохода» укажите проход, соответствующий чистовой обработке и нажмите «Ввод».

Система вновь предложит выбрать добавляемый проход. Откажитесь, нажав кнопку «Отказ».

Система строит на экране объединенные проходы и выдает запрос: «Проход: 4. Фреза: 2 (D=10, R=5). Кадров: ..... - Сохранить?».

Введите комментарий, соответствующий построенному проходу, а затем подтвердите левой кнопкой мыши.

### 1.11 Просмотр полученных проходов

Слева от графического окна укажите пункт «Работа с проходами» , а затем один из вариантов: пункт «Показать проход»  (показывает выбранный проход статично) или «Проход в динамике»  (показывает выбранный проход в динамике). В окне «Выбор прохода» укажите вид просмотра проходов.

Выделите левой кнопкой мыши номер интересующего прохода и нажмите «Ввод». Созданный проход отобразится на экране (рисунок 38).

Для просмотра траектории фрезы с различных сторон одновременно нажмите «Ctrl» + левую кнопку мыши и перемещайте курсор мыши по экрану.

Для уменьшения скорости перемещения фрезы в режиме «Динамика» необходимо изменить скорость в окне «Движение фрезы». Для остановки движения фрезы в этом режиме необходимо нажать «Esc».

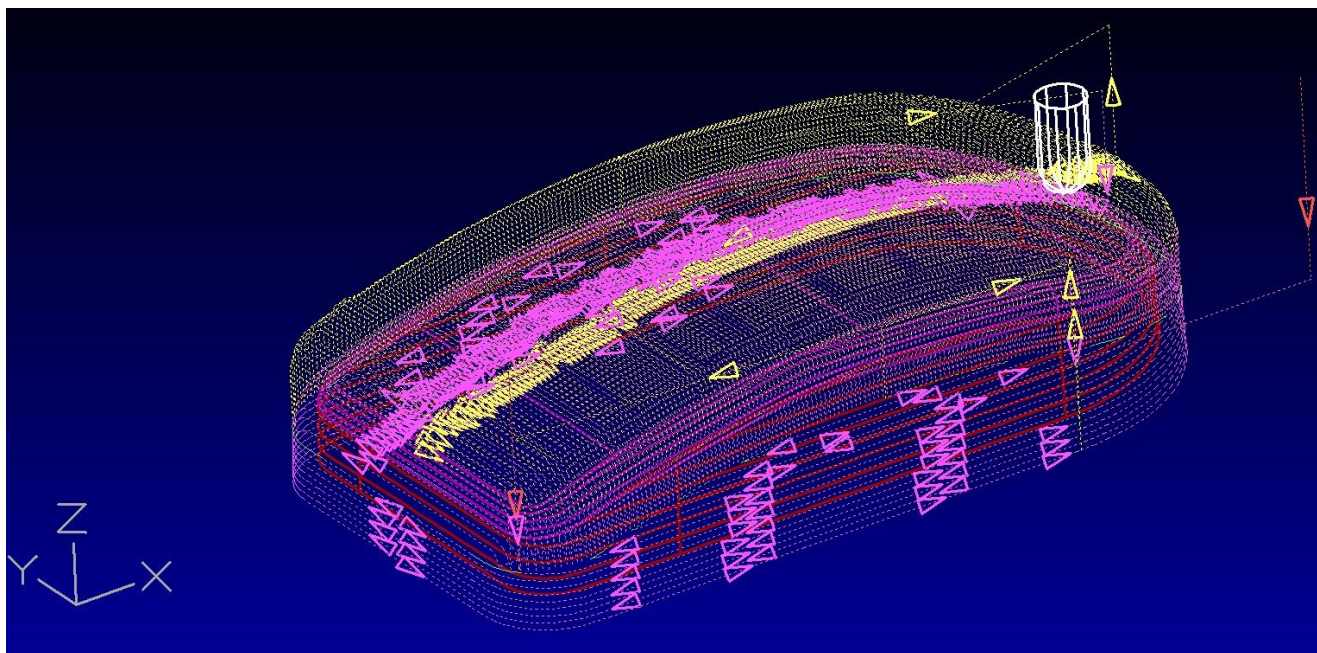


Рисунок 38 – Траектория фрезы при выполнении объединенного прохода

## 2 ЗАДАНИЕ ДЛЯ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ

1 Пользуясь разделом 1 настоящих методических указаний, изучить методику проектирования в CAD/CAM системе «Гемма-3D» управляющих программ фрезерной обработки деталей на станках с ЧПУ.

2 Получить у преподавателя чертеж обрабатываемой детали.

3 Используя 2D и 3D редакторы пакета «Гемма-3D» создать объемную модель обрабатываемой детали.

4 Сформировать черновой и чистовой проходы обработки заданной детали.

5 Просмотреть полученные черновой и чистовой проходы в статике и динамике.

6 Создать для заданной модели станка управляющую программу в G-кодах.

7 Оформить отчет о выполнении лабораторной работы.

## 3 ОТЧЕТ ПО ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ

В отчете указывается цель лабораторной работы, и приводятся следующие результаты:

1 Эскиз обрабатываемой детали.

2 Скриншот с черновым и чистовым проходами в статике и динамике.

3 Скриншот с созданной управляющей программой.

4 Выводы по результатам лабораторной работы.

## **СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ**

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



Сбродов Николай Борисович

**АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ  
УПРАВЛЯЮЩИХ ПРОГРАММ  
ФРЕЗЕРНОЙ ОБРАБОТКИ НА СТАНКАХ С ЧПУ**

Методические указания  
к выполнению лабораторной работы  
по дисциплинам:

«Программное управление технологическим оборудованием»,  
«Технические средства автоматизации и управления»  
для студентов направлений

15.03.04 «Автоматизация технологических процессов и производств»,  
27.03.04 «Управление в технических системах»

Авторская редакция

---

Подписано в печать 09.01.2023	Формат 60×84 1/16	Бумага 80 г/м <sup>2</sup>
Печать цифровая	Усл. печ. л. 1,5	Уч.-изд. л. 1,5
Заказ 98	Тираж 25	

---

Библиотечно-издательский центр КГУ.  
640020, г. Курган, ул. Советская, 63/4.  
Курганский государственный университет.