## Пример 4. Построение модели матрицы штампа формования стекла кабины трактора и программы ее обработки.

Данный пример демонстрирует работу как с 2D, так и с 3D-редактором системы при выполнении геометрических построений. Для построения объемной (3D – модели) матрицы штампа формования стекла кабины трактора (Рис. 9) используются плоские кривые, которые строятся в 2D – геометрическом редакторе. Для обработки полученной математической модели строятся проходы, а затем реализуется возможность создания одной управляющей программы на основе нескольких проходов – это особенно полезно при обработке на станках, имеющих возможность смены инструмента. По завершению строится управляющая программа в машинных кодах для определенного типа станка.

Проведем геометрическое моделирование матрицы штампа формования стекла кабины трактора (Рис. 9.).

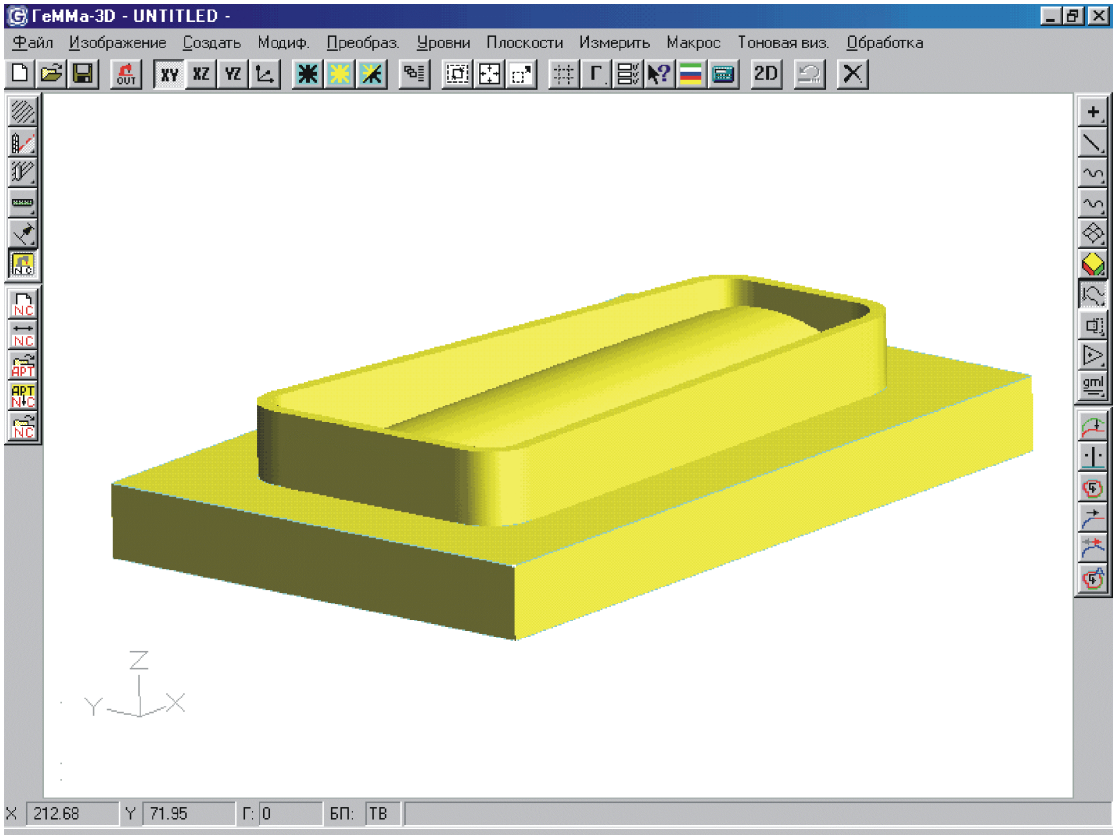
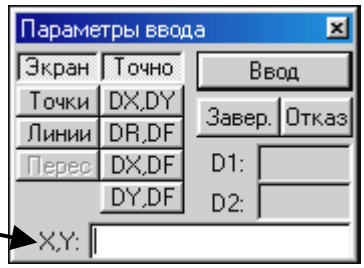
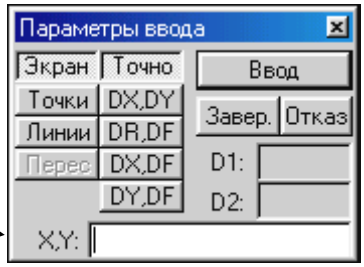



**Рис. 9**

Запустите систему: меню **«Пуск»** в левой нижней части экрана → **Программы** → папка **GeMMa-3D** → ярлык **GeMMa-3D.**

После запуска основного меню системы сохраните создаваемый файл с именем ***Test.dsw***: меню **«Файл»** → **«Сохранить как…»** → введите с клавиатуры имя файла **Test** → кнопка **«Сохранить».**

**Шаг 1:** Построение ломаной, определяющей контур основания (1), и ломаной, определяющей базовый контур штампа (2) в 2D-редакторе (рис. 10).

| **Что необходимо сделать** | **Результат выполненного действия** |
|---|---|
| Перейдите в геометрический редактор 2D, для этого:<br>Нажмите кнопку 2D оперативного меню. | *Возникает диалоговое окно* ***«Выбор плоскости».*** |
| Укажите плоскость XY и нажмите кнопку **<Ввод>.** | *Появится графическое окно редактора 2D.* |
| Справа от графического окна укажите кнопку **«Построение отрезков»**<br> а затем → **«Многоугольник»**  | *Внизу возникнет окно вариантов указания -* ***«Параметры ввода».*** |
| Введите с клавиатуры координаты X и Y вершин многоугольника:<br>0,0<Ввод><br>0,150<Ввод><br>600,50<Ввод><br>600,-150<Ввод><br>0,-150<Ввод><br>0,0<Ввод><br>Для завершения ввода нажмите кнопку **«Завер.»** или правую кнопку мыши.<br>Нажмите кнопку **«Авторазмер»**  оперативного меню. | <br>*На экране появится построенный полигон, преобразованный в замкнутый* ***контур 1*** *голубого цвета (рис. 10).* |
| Продолжите ввод с клавиатуры координат X и Y:<br>-100,0<Ввод><br>-100,250<Ввод><br>700,250<Ввод><br>700,-250<Ввод><br>-100,-250<Ввод><br>-100,0<Ввод> |  |
| Для завершения ввода нажмите кнопку **«Завер.»** или правую кнопку мыши. Далее нажмите кнопку **«Отказ»,** или правую кнопку мыши, или клавишу < Esc>. | *На экране появится второй полигон, преобразованный в замкнутый* ***контур 2*** *голубого цвета (рис. 10).* |



| | |
|---|---|
| Нажмите кнопку **«Авторазмер»** в оперативном меню. | |

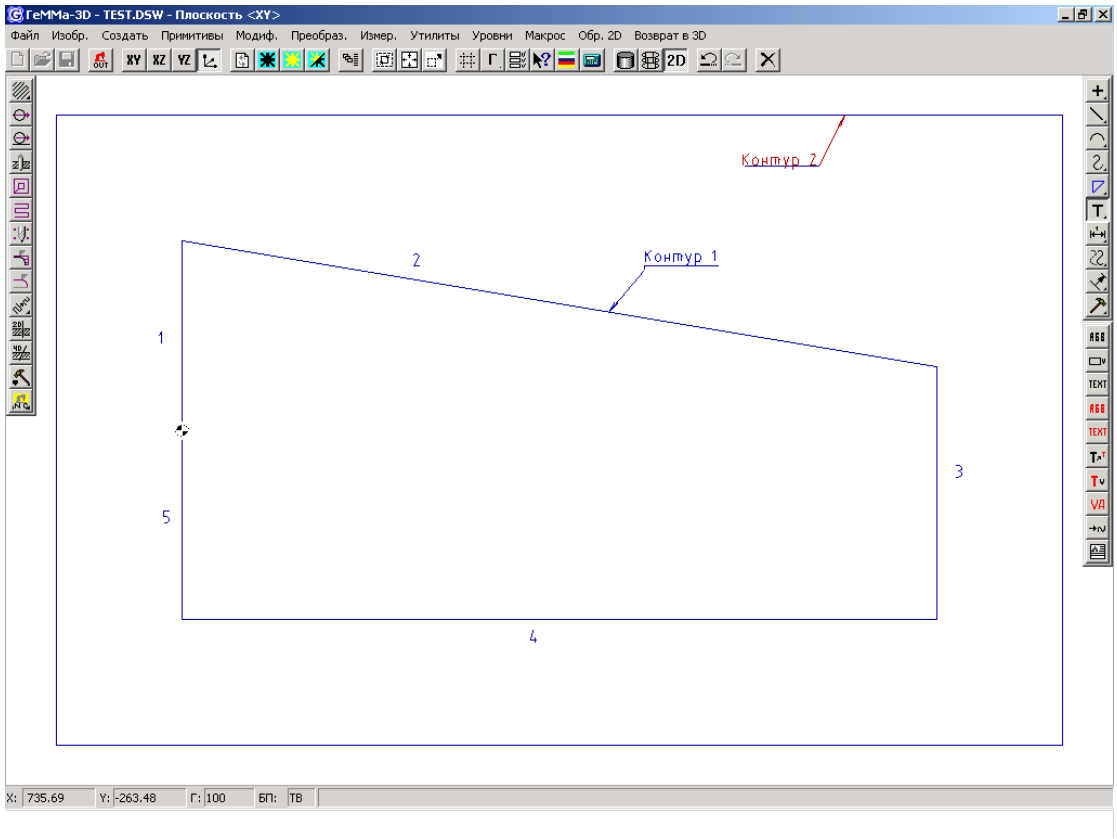
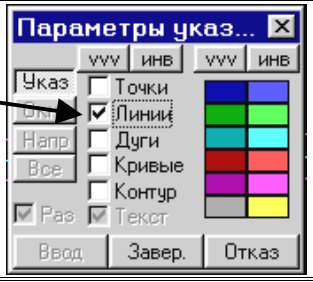
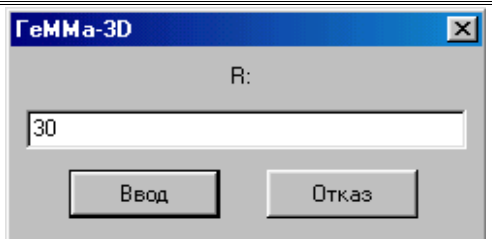
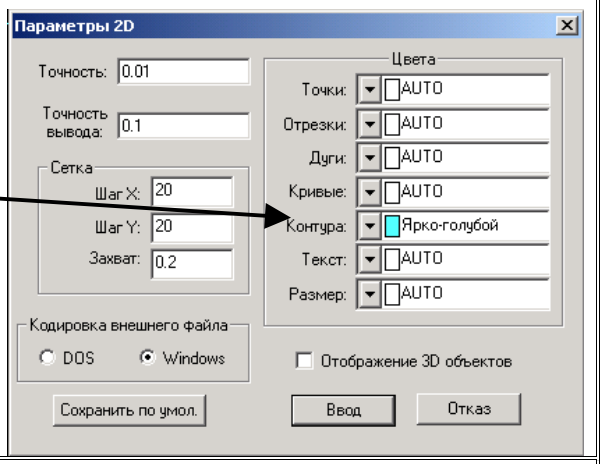
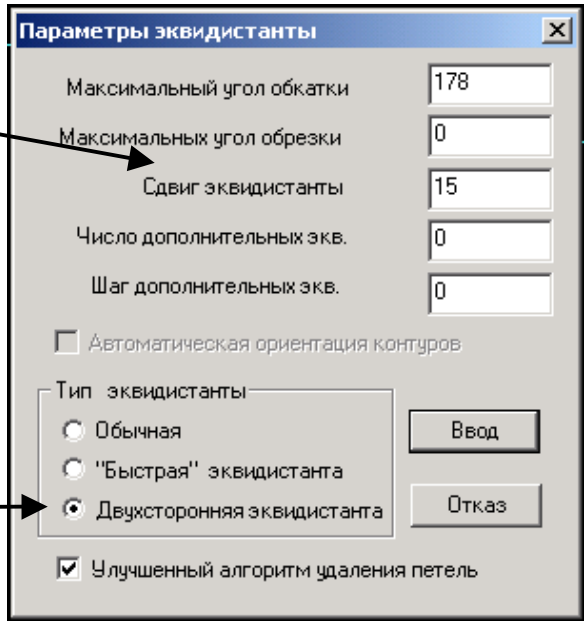



**Рис. 10**

| **Шаг 2:** Построение сопряжений углов в базовом контуре штампа дугой окружности. | |
|---|---|
| **Что необходимо сделать** | **Результат выполненного действия** |
| Справа от графического окна укажите пункт меню **«Построение дуг»** → **«Сопряжение двух элементов радиусом»** | *Запрос:* ***"Отсечение делать?"*** *(Удаление ненужных отрезанных элементов).* |
| Укажите: **«Делать»** → **«Ввод».** | *Запрос в строке состояния :* ***"Укажите объект".*** |
| В меню **«Параметры указания»** оставьте галочку напротив **«Линии»** (остальные галочки отключите, указав их курсором). |  |
| Подведите курсор мыши к объекту | *Запрос в строке состояния:* ***«Этот*** |

| | |
|---|---|
| номер **1** (Рис.10) и нажмите левую кнопку мыши. | ***объект?»*** |
| Подтвердите левой кнопкой мыши. | *Запрос в строке состояния:* ***"Укажите второй элемент".*** |
| Подведите курсор мыши к объекту номер **2** (Рис.10) и нажмите левую кнопку. | *Запрос в строке состояния: «**Этот объект?»*** |
| Подтвердите левой кнопкой мыши. | *Появится диалоговое окно для ввода радиуса дуги **R**.* |
| Наберите: **30**<br>и нажмите кнопку<Ввод> | <br>*Запрос в строке состояния:*<br>***«Вы уверены?»*** |
| Подтвердите левой кнопкой мыши. | *Запрос в строке состояния:* ***"Укажите объект".*** |
| Аналогично выполните сопряжения следующих элементов (Рис.10):<br>➢ элемент **2** с элементом **3** радиусом **35**<br>➢ элемент **3** с элементом **4** радиусом **35**<br>➢ элемент **4** с элементом **5** радиусом **30**<br>После выполнения сопряжений нажмите кнопку **«Отказ»** или правую кнопку мыши (отказ от дальнейшего указания). | |
| **Шаг 3:** Построение эквидистант (Рис.11), определяющих ограничения при формировании проходов фрезы. | |
| Нажмите кнопку **«Параметры»** оперативного меню. | *Появится диалоговая панель **«Параметры 2D».*** |

| | |
|---|---|
| Подведите курсор мыши к пункту **"Цвет контура"** и нажмите кнопку . Выберите **"Ярко-фиолетовый"** и нажмите <Ввод>. |  |
| Справа от графического окна укажите пункт меню **«Технологические построения**  , а затем → **«Построение эквид**  **анты»** . | *Появится диалоговая панель* ***«Параметры эквидистанты».*** |
| В пункт меню **«Сдвиг эквидистанты»** введите **15** (остальные значения принять по умолчанию).<br><br>В пункте **«Тип эквидистанты»** укажите: **"Двухсторонняя эквидистанта"**, затем нажмите ~~кнопку~~ <Ввод>. | <br>*Появится меню* ***«Параметры указания».*** *Запрос в строке состояния:* ***"Укажите набор объектов"****.* |
| В меню **«Параметры указания»** отметьте галочкой пункт **«Контур»** (если не отмечено). Подведите курсор к **контуру 1** голубого цвета (рис. 10) и нажмите левую кнопку мыши. | *Указанный объект выделится пунктирной линией и в строке состояния снова запрос:* ***"Укажите набор объектов"****.* |

| | |
|---|---|
| Нажмите правую кнопку мыши. | *Указанный объект окрасится в белый цвет.*<br>*Запрос: «**Этот объект?**»* |
| Подтвердите левой кнопкой мыши. | *Система построила эквидистанты с заданными параметрами и выдает запрос: **"Вы уверены?"*** |
| Подтвердите левой кнопкой мыши. Нажмите кнопку **«Отказ»** для завершения построения. | *Эквидистанта построена (Рис. 11).* |

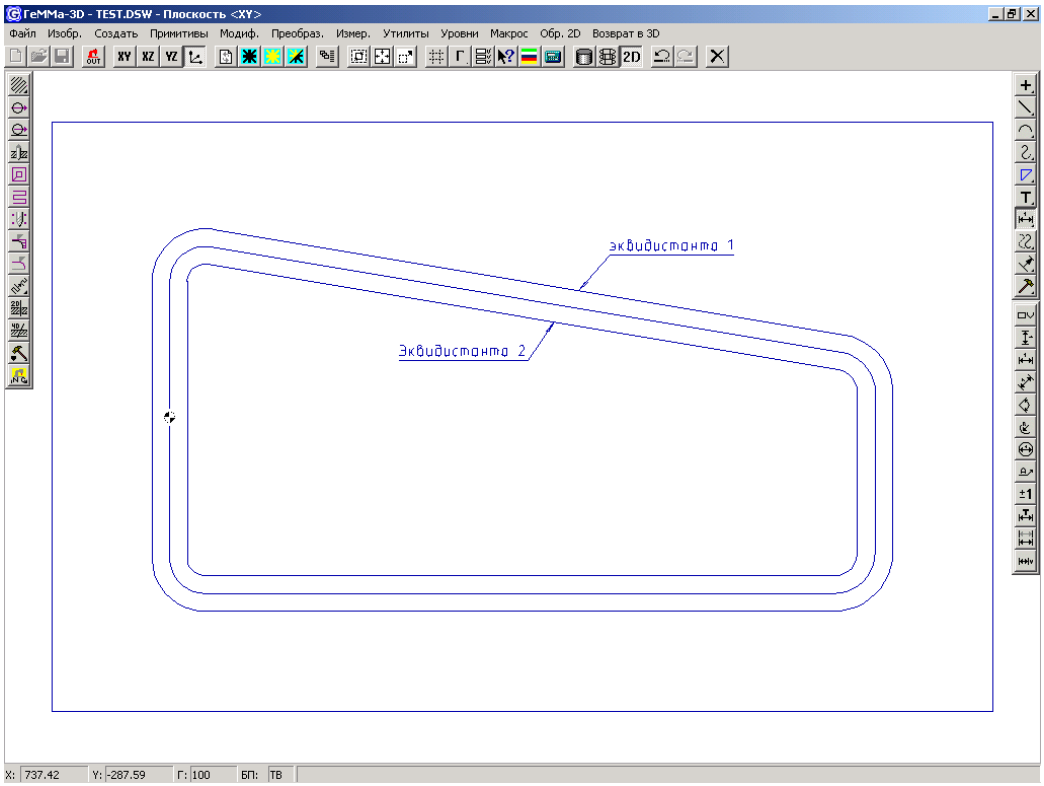


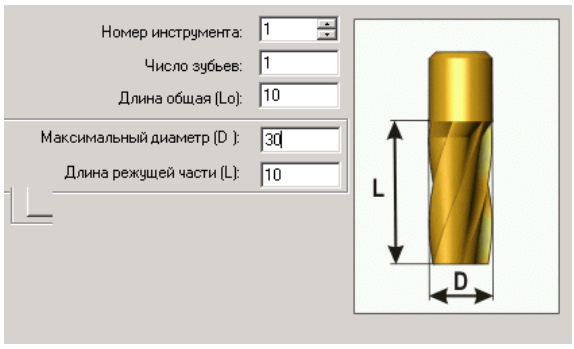

**Рис. 11**

| **<u>Шаг 4:</u>** Построение проходов фрезы (2D-обработка). | |
|---|---|
| **Что необходимо сделать** | **Результат выполненного действия** |
| Слева от графического окна укажите пункт **«Выборка кармана эквидистантой»**  | *Появится диалоговая панель параметров обработки с закладками.* |

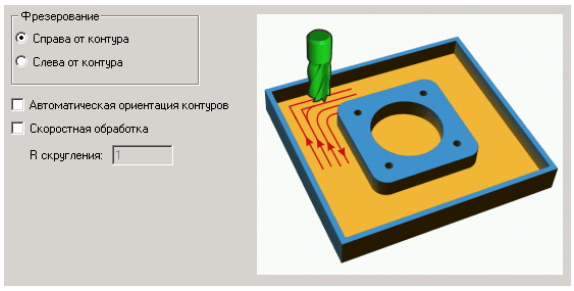
На закладке **«Инструмент»** выберите цилиндрическую фрезу с плоским торцом. Введите с клавиатуры параметры фрезы:

Диаметр фрезы (D): **30** <Tab>

Остальные параметры оставить по умолчанию.

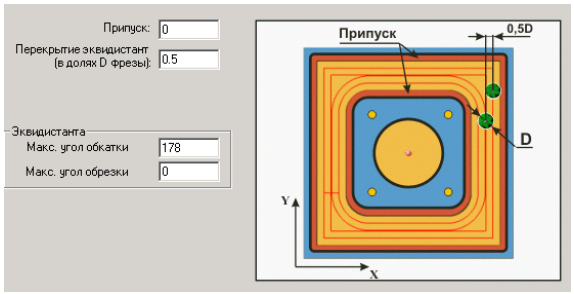



На закладке **«Стратегия»** установите флаг: **«Справа от контура».**

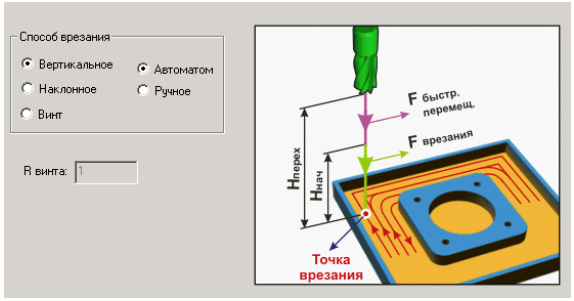



На закладке **«Технологические параметры»** введите:
припуск: **0** <Tab>,
перекрытие эквидистант: **0.5**.

Остальные параметры оставить по умолчанию.

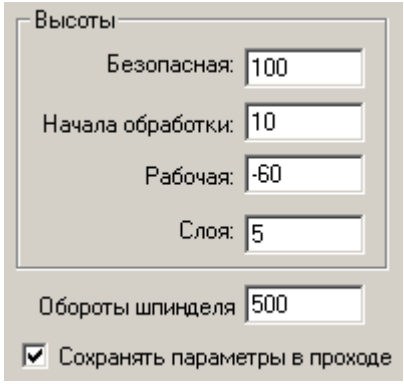



На закладке **«Врезание»** установите флаги **«Вертикальное»** и **«Автоматом»**.




На закладке **«Параметры УП»** введите

**«Высоты»:**
Безопасная: 100<Tab>,
Начала обработки: 10 <Tab>,
Рабочая: -60<Tab>,
Слоя: 5<Tab>.
Установите флаг **«Сохранять параметры в проходе».**



| | |
|---|---|
| Нажмите <Ввод>. | *Запрос в строке состояния:* ***"Укажите набор объектов".*** |
| Выделите левой кнопкой мыши **контур 2** голубого цвета (рис 10.), а затем **эквидистанту 1** (рис. 11). Стрелки должны быть направлены навстречу друг другу. Для смены направления стрелки нужно указать контур еще раз. | *Указанные объекты выделятся пунктирной линией с желтой стрелкой, указывающей обрабатываемую зону.* |
| Нажмите правую кнопку мыши. | *Запрос:* ***«Этот объект?»*** |
| Подтвердите левой кнопкой мыши. | *Система строит проход фрезы и визуализирует его на экране.*<br>*Запрос:* ***"Проход-1.Фреза-1(D=30 R=0). Кадров: 76 - Сохранить?"*** *(Рис.12)* |
| В окне **«Сохранить проход?»** введите комментарий к проходу. |  |
| Нажмите <Ввод> | *Траектория фрезы сохранится в базе данных системы.* |

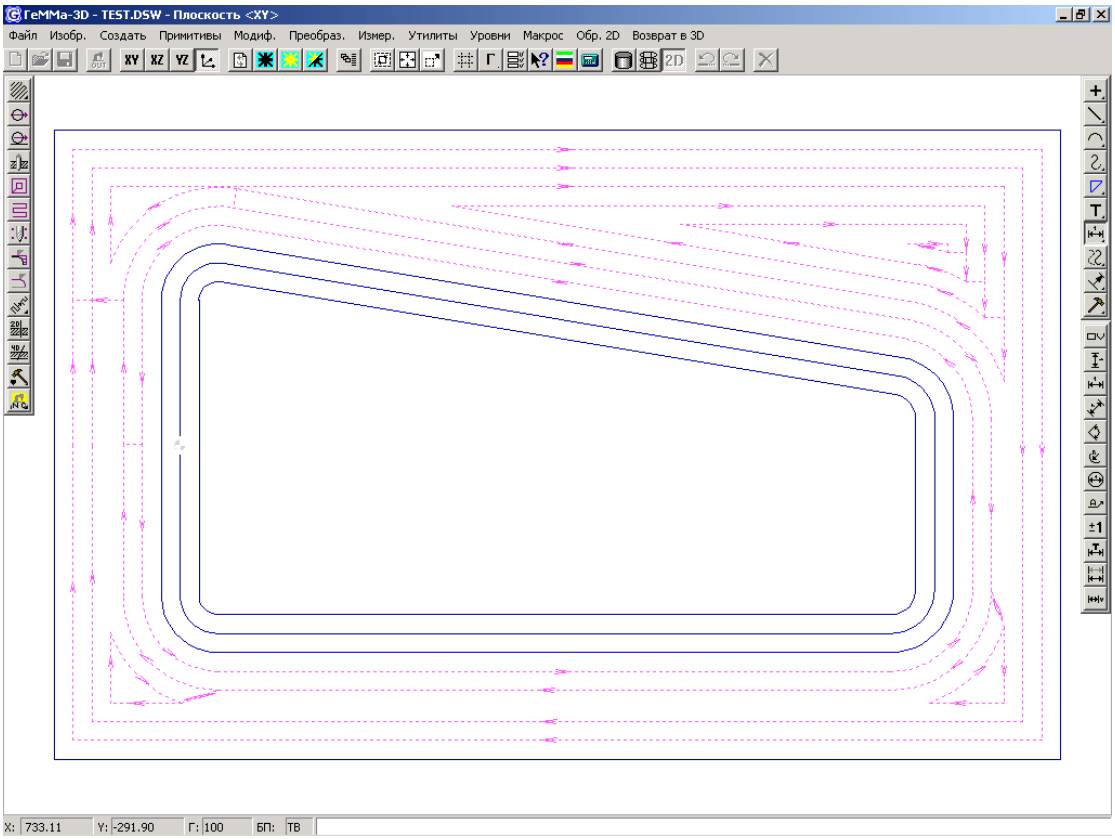
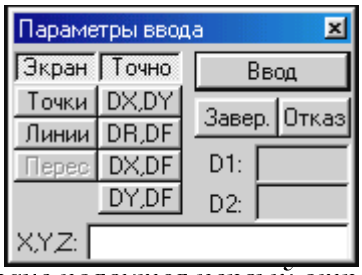



**Рис. 12**

| **<u>Шаг 5:</u>** Построение базовой поверхности матрицы в 3D – редакторе. | |
|---|---|
| **Что необходимо сделать** | **Результат выполненного действия** |
| <u>Построение поверхности вращения:</u><br>Перейдите в геометрический редактор 3D, для этого необходимо отжать кнопку 2D оперативного меню. | *Построенные контуры матрицы будут автоматически переданы из 2D-редактора в 3D-редактор.* |
| Нажмите кнопку **«Авторазмер»** оперативного меню. | |
| Справа от графического окна укажите кнопку **«Создание отрезков и многоугольников»** , а затем → **«Создание отрезка»** | *Появится диалоговое окно* ***«Параметры ввода».*** |

| | |
|---|---|
| В окне **«Параметры ввода»** введите координаты X,Y,Z:<br><br>наберите<br>-100,200,-200 <Ввод><br>700,200,-200 <Ввод> | <br>*На экране появится первый отрезок прямой, который будет являться образующим контуром поверхности вращения.* |
| Продолжите ввод:<br>-100,0,-200 <Ввод><br>700,0,-200 <Ввод><br><br>Откажитесь от дальнейшего ввода кнопкой **«Отказ»** или правой кнопкой мыши. | *На экране появится второй отрезок прямой, который будет определять ось поверхности вращения.* |
| Справа от графического окна укажите кнопку **«Создание поверхностей»**  а затем → **«Вращение»**  | *Появится запрос:* ***«Укажите контур».*** |

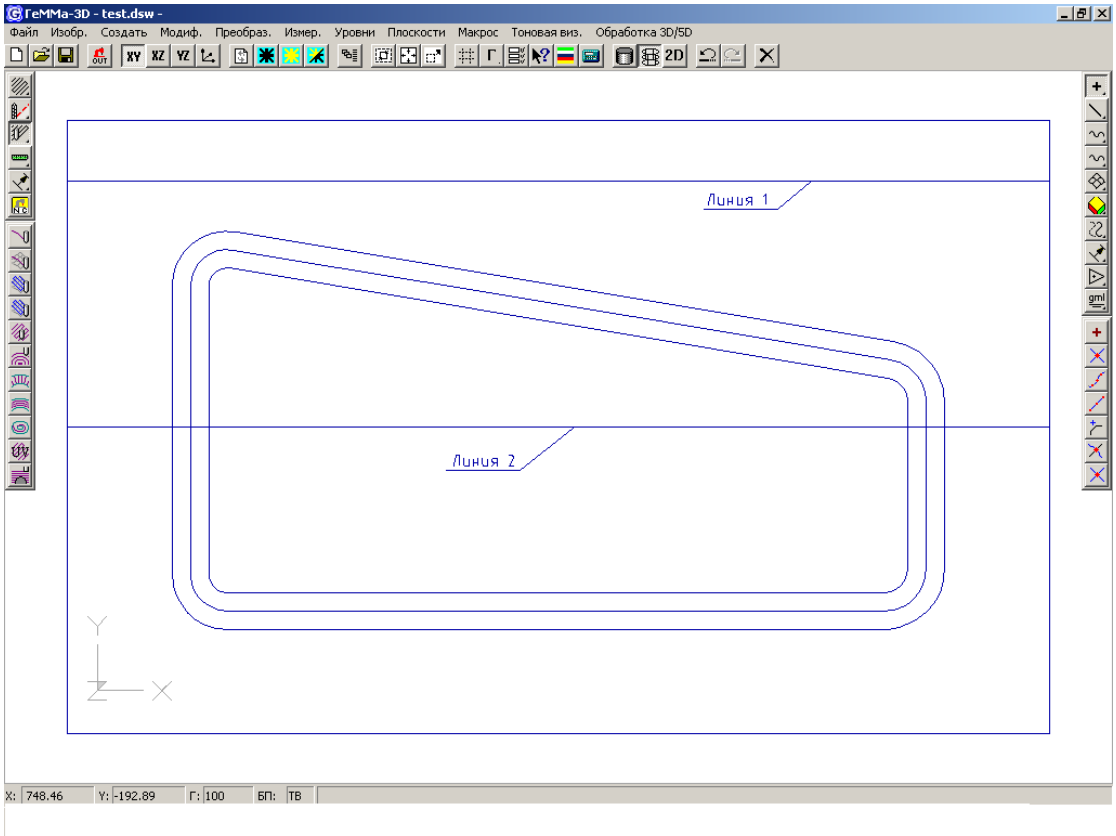



**Рис. 13**

| | |
|---|---|
| Укажите левой кнопкой мыши **линию 1** (Рис. 13), а затем нажмите правую кнопку мыши. | *Запрос:* ***«Эти объекты?»*** |

| | |
|---|---|
| Подтвердите левой кнопкой мыши. | *Запрос: **«Укажите ось»*** |
| Укажите левой кнопкой мыши **линию 2** (рис.13) . | *Запрос: **«Этот объект?»*** |
| Подтвердите левой кнопкой мыши. | *На указанном отрезке появится стрелка, направленная вправо и запрос: **“Направление верно?”*** |
| Для изменения направления нажмите правую кнопку мыши. При построении поверхности вращения учитывается направление оси вращения. Если смотреть в сторону стрелки, то положительным направлением угла будет считаться направление против движения часовой стрелки. Подтвердите левой кнопкой мыши. | *Запрос: **"Угол: 360".*** |
| Введите с клавиатуры: **180** <Ввод>. | *Запрос: **«Укажите контур».*** |
| Отказ от дальнейшего ввода кнопкой **«Отказ»** или правой кнопкой мыши. | |
| Нажмите кнопку **«Изометрия»** оперативного меню, затем кнопку **«Авторазм»** . | *Появится изображение поверхности и контуров в изометрии (Рис. 14).* |
| Сохраните полученную модель: Нажмите кнопку **«Сохранить»** в верхней части основного меню. | |

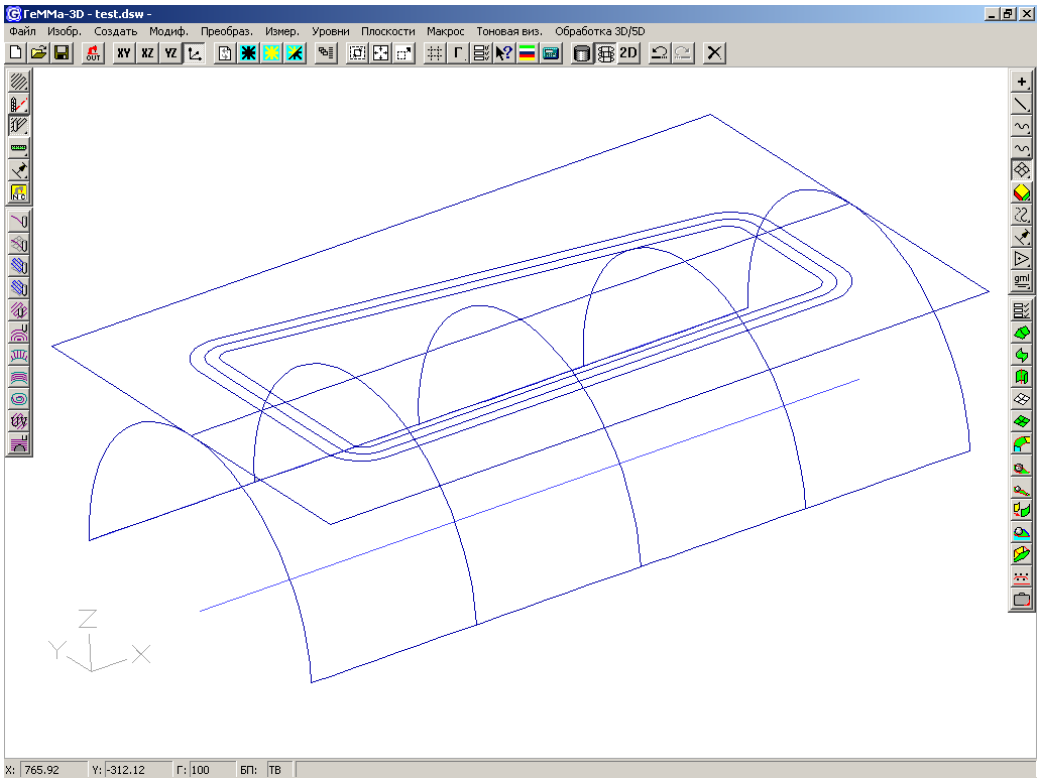
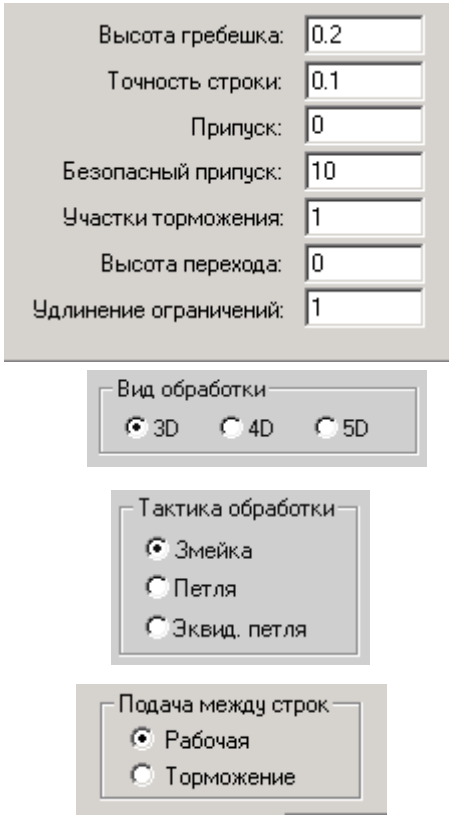
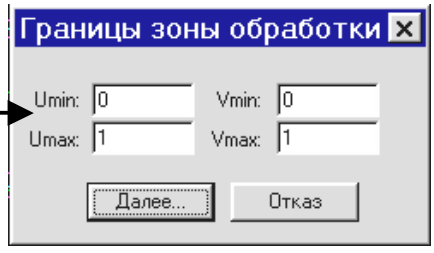
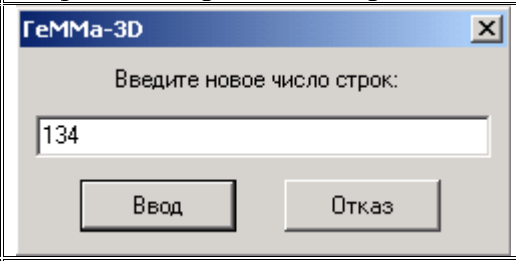
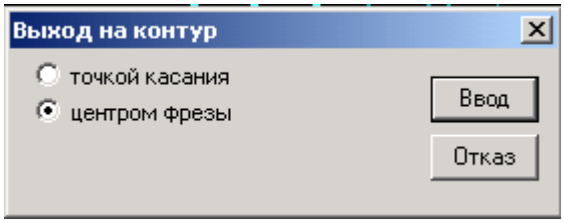



**Рис. 14**

**Шаг 6:** Обработка поверхности матрицы (3D - обработка).

| **Что необходимо сделать** | **Результат выполненного действия** |
|---|---|
| Слева от графического окна укажите пункт **«Построение проходов»**, а затем → **«UV- Чистовая обработка»** | *Появится диалоговая панель параметров обработки с закладками.* |
| На закладке **«Инструмент»** выберите фрезу со сферическим торцом. Введите с клавиатуры параметры фрезы:<br>Номер инструмента: **2** Tab><br>Число зубьев <Tab><br>Длина общая **60** <Tab><br>Диаметр фрезы (D): **30** <Tab><br>Длина режущей части **30** <Tab>. |  |

| | |
|---|---|
| На закладке **«Проход»** введите:<br>Точность строки **0.1**,<br>Припуск **0** <Tab>.<br><br>Укажите вид обработки: **«3D».**<br><br>Укажите тактику обработки: **«Змейка».**<br><br>Подача перехода между строк: **«Рабочая».**<br>Остальные параметры оставить по умолчанию. |  |
| Нажмите кнопку **«Далее».** | *Запрос в строке состояния:* ***"Укажите поверхность".*** |
| Укажите курсором построенную поверхность вращения и нажмите левую кнопку мыши. | *Запрос:* ***«Этот объект?»*** |
| Подтвердите левой кнопкой мыши. | *Появится таблица параметрических координат зоны обработки.* |
| Границы зоны обработки принять по умолчанию, т.е. обрабатывается вся поверхность. |  |
| Нажмите кнопку **«Далее».** | *Запрос:* ***«Зона обработки указана правильно?»*** |
| Подтвердите левой кнопкой мыши. | *На поверхности появится стрелка, направленная внутрь (или наружу) и запрос* ***"Обрабатываемая часть?"*** |
| Необходимо, чтобы стрелка была направлена наружу. Для смены направления нажмите правую кнопку мыши. | *Стрелка направлена наружу.* |

| | |
|---|---|
| Подтвердите левой кнопкой мыши. | *Запрос:* ***"Направление обработки?"*** |
| Укажите направление вдоль цилиндра и подтвердите левой кнопкой мыши.<br>Система автоматически рассчитывает число строк исходя из заданной высоты гребешка. |  |
| Примите значение по умолчанию и нажмите <Ввод>. | *Запрос в строке состояния:* ***"Укажите ограничивающий контур".*** |
| Подведите курсор к внутреннему фиолетовому контуру и нажмите левую кнопку мыши. | *Запрос:* ***«Этот объект?»*** |
| Подтвердите левой кнопкой мыши. | *Запрос:* ***"Выход на контур".*** |
| Укажите выход на контур **«Центром фрезы».** |  |
| Нажмите кнопку **«Ввод».** | *Система проецирует контур на поверхность. После этого на контуре появится стрелка, направленная наружу (или внутрь) контура.*<br>*Запрос в строке состояния:* ***«Обрабатываемая часть?»*** |
| Необходимо, чтобы стрелка была направлена внутрь контура. Для изменения направления нажмите правую кнопку мыши. | *Стрелка направлена внутрь контура.*<br>*Запрос в строке состояния:* ***«Обрабатываемая часть?»*** |
| Подтвердите левой кнопкой мыши. | *Запрос в строке состояния:* ***"Укажите ограничивающий контур"***. |
| Откажитесь от дальнейшего указания правой кнопкой мыши. | *Запрос:* ***"Завершить?"*** |

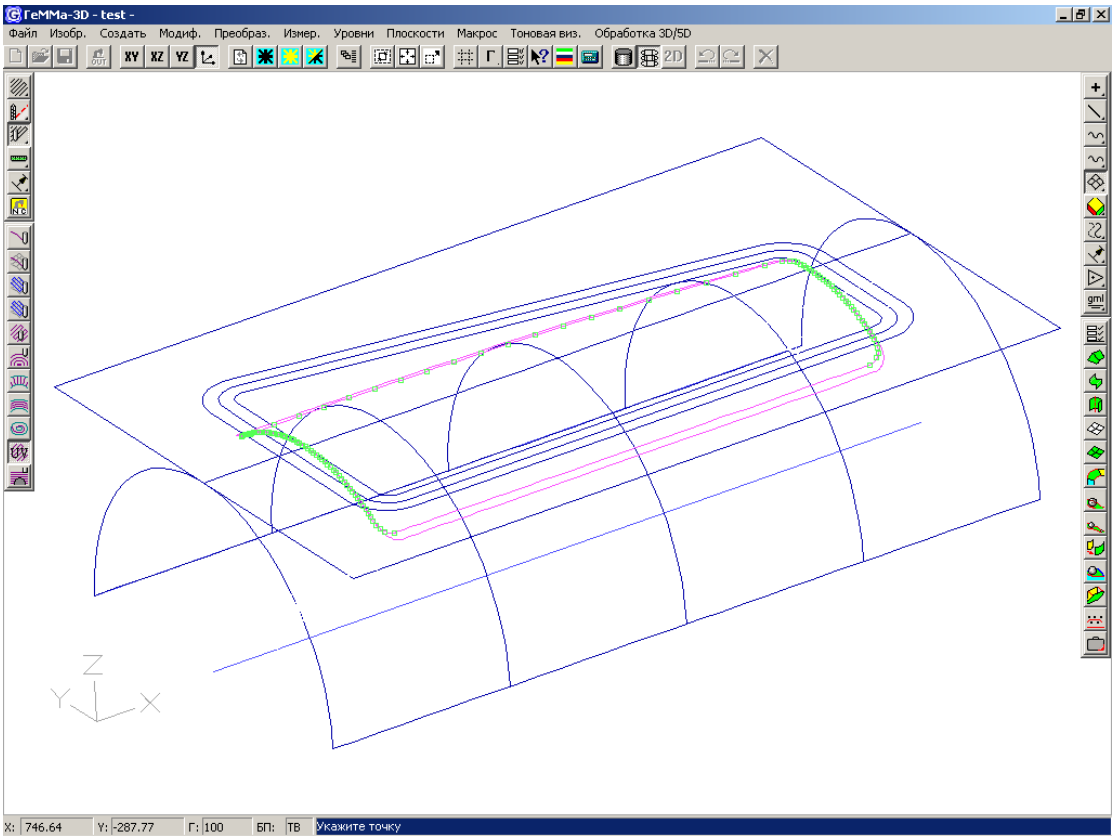
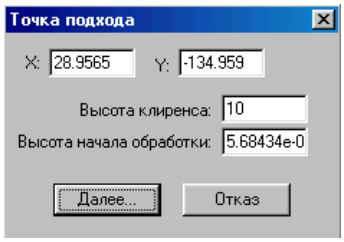



**Рис. 15**

| | |
|---|---|
| Подтвердите левой кнопкой мыши. | *Система рассчитывает проходы, затем на поверхности появятся возможные точки начала обработки (Рис.15).* |
| Подведите курсор к точке желаемого начала обработки и нажмите левую кнопку мыши. | *Указанная точка изменит цвет*<br>*Запрос: **«Этот объект?»*** |
| Подтвердите левой кнопкой мыши. | *Появится таблица координат точки подхода.* |
| Координаты точки подхода примите по умолчанию. → |  |
| Нажмите кнопку **«Далее».** | *Система рассчитывает проход фрезы и выводит его на экран (Рис. 16).*<br>*Запрос: **"Проход:2.Фреза-2 (D=30 R=15). Кадров: 773 - Сохранить?"** (Рис. 16).* |

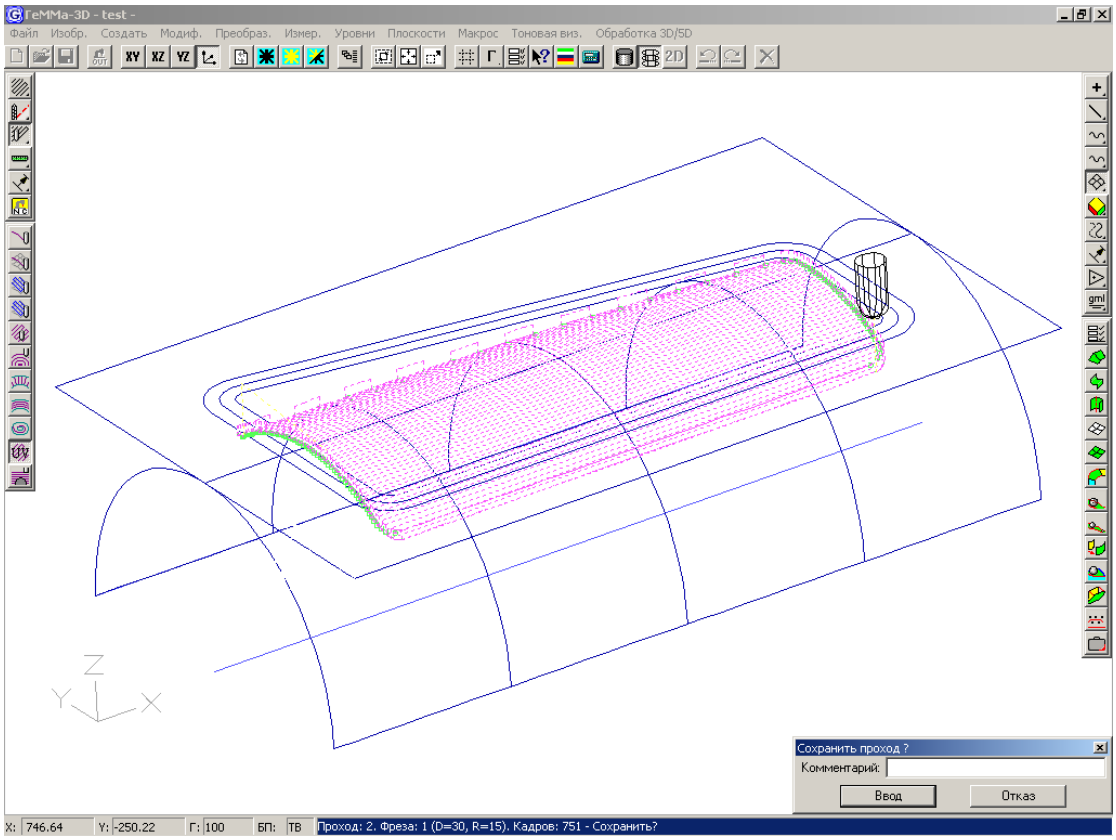
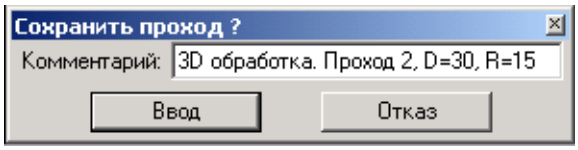



**Рис. 16**

| | |
|---|---|
| В окне **«Сохранить проход?»** введите комментарий к проходу. |   |
| Нажмите <Ввод>. | *Созданный проход сохраняется в базе данных системы.* |

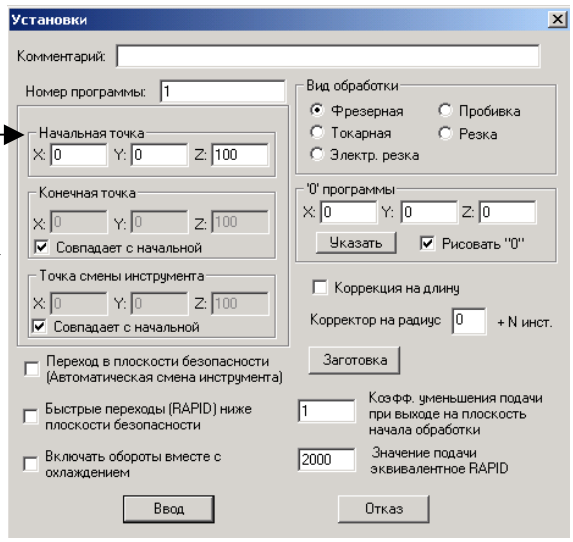
**<u>Шаг 6:</u>** Объединение проходов в единую программу (целесообразно для станков, имеющих магазин для смены инструмента).

| **Что необходимо сделать** | **Результат выполненного действия** |
|---|---|
| Слева от графического окна укажите пункт меню **«Построение АРТ-программ**  → **«Создать УП»**  | *Появится основная диалоговая панель* ***«Построение управляющей программы».*** |
| | *По умолчанию создаваемой программе присваивается имя:* ***Test.p01****.* |
| Нажмите кнопку **«Установки».** | *Появится панель для ввода координат точек положения инструмента.* |

Введите координаты точек положения инструмента:
Начальная точка: **X:0** <Tab>
**Y:0** <Tab>
**Z:100** <Tab>
Конечная точка: установите флаг **«Совпадает с начальной»**

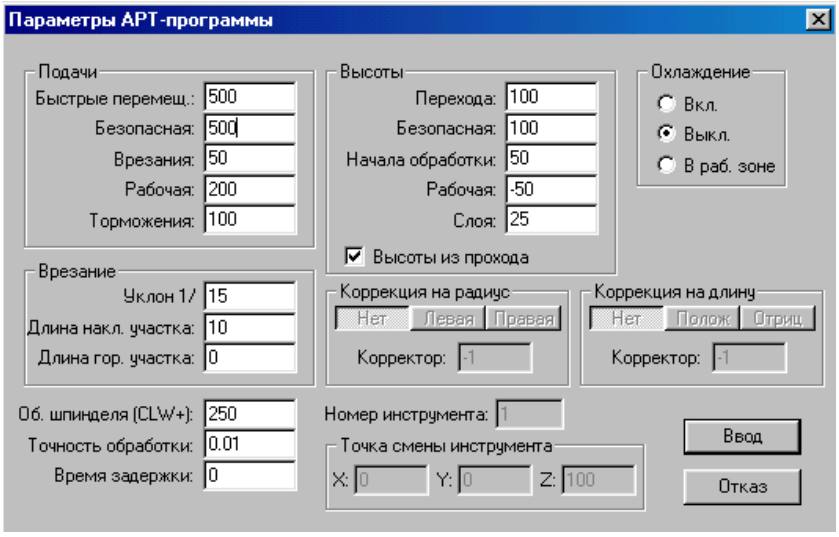
Укажите вид обработки: **«Фрезерная»** (Координаты других параметров оставить прежними).

Нажмите <Ввод>.



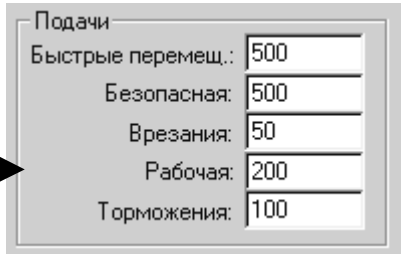

На панели **«Построение управляющей программы»** нажмите кнопку **«Параметры».**

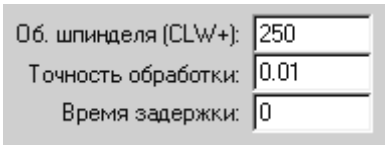
*Появится меню* ***«Параметры APT - программы ».***




Введите с клавиатуры параметры подачи:
Быстрые перемещения: **500** <Tab>
Безопасные перемещения: **50** <Tab>
Подача врезания: **50** <Tab>
Рабочая подача: **200** <Tab>
Подача торможения: **100** <Tab>

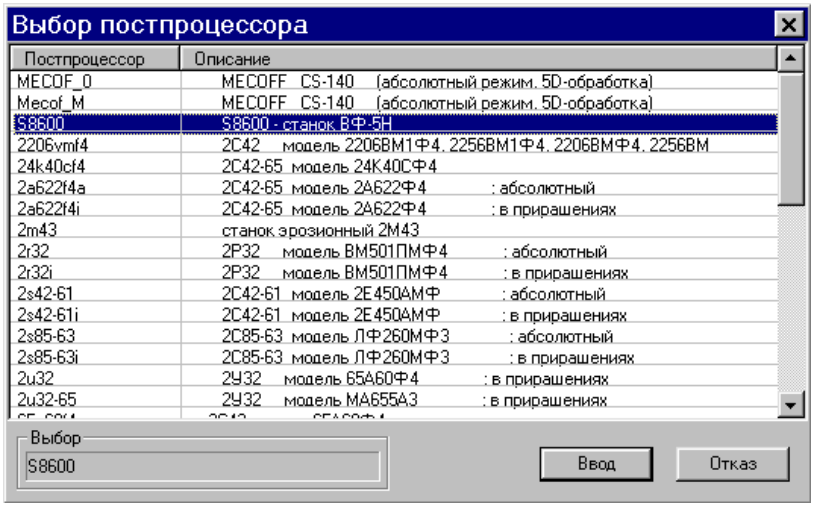
Укажите пункт **«Высоты из прохода».** При указании данного пункта высоты автоматически берутся из прохода. Если необходимо ввести высоты вручную, то надо отключить пункт **«Высоты из прохода».**



| | |
|---|---|
| Укажите:<br>Число оборотов шпинделя: **250** <Tab><br>Точность обработки: **0.01** <Tab>.<br>(Остальные параметры обработки принять по умолчанию).<br>Нажмите <Ввод>**.** |  |
| На панели **«Построение управляющей программы»** нажмите кнопку **«Добавить проход».** | *Появится таблица* ***«Выбор прохода»****, в которой указаны все ранее созданные проходы.* |
| Выделите левой кнопкой мыши проход **Номер 1** (2D обработка) и нажмите <Ввод>. | *На экране появится построенный ранее проход фрезы и запрос в командной строке:*<br>***"Проход-1.Фреза-1(D=30 R=0 ): Кадров - 76. Продолжить?"*** |
| Подтвердите левой кнопкой мыши. | *Запрос:* ***«Комментарий:»*** |
| Оставьте введенный ранее комментарий (он выводится по умолчанию) или введите новый.<br>Нажмите <Ввод>. | *На панели* ***«Построение управляющей программы»*** *в первой строке появится добавленный проход.* |
| Аналогично добавьте проход **Номер 2** (3D обработка) и нажмите <Ввод>. | *На экране появится построенная ранее траектория фрезы и запрос в командной строке:*<br>***"Проход-2.Фреза-2 (D=30 R=15 ): Кадров - 773. Продолжить?"*** |
| Подтвердите левой кнопкой мыши. | *Запрос:* ***"Комментарий:"*** |
| Оставьте введенный ранее комментарий (он выводится по умолчанию) или введите новый.<br>Нажмите <Ввод>. | *Появится окно* ***«Построение управляющей программы»,*** *в первой и второй строках которого будут видны добавленные проходы.* |
| Нажмите кнопку **«Сохранить»,** а затем нажмите **«Генерировать APT».** | *Система сгенерирует APT – программу и автоматически сохранит ее в рабочем каталоге с именем* ***«Test. A01».*** |

**Шаг 7:** Генерация управляющей программы обработки для конкретного типа станка.

| **Что необходимо сделать** | **Результат выполненного действия** |
|---|---|
| Генерировать управляющую программу можно не выходя из окна **«Построение управляющей программы».**<br>В разделе **«Постпроцессор»** нажмите кнопку **«Выбрать».** | *Появится таблица постпроцессоров, имеющихся в базе данных системы.* |




| | |
|---|---|
| Укажите левой кнопкой мыши нужный вам постпроцессор (например, **S8600** для станка ВФ – 5Н) и нажмите <Ввод>. | *Вы вернетесь в меню **«Построение управляющей программы».*** |
| На панели **«Построение управляющей программы»** нажмите кнопку **«Генерировать машинную программу».** | *Система выдает запрос на сохранение генерируемой машинной программы с нужным именем (по умолчанию: **Test.M01**).* |
| Нажмите кнопку **«Сохранить».** | *После формирования машиной программы Вы вернетесь в меню **«Построение управляющей программы».*** |
| Нажмите кнопку **«Закрыть».** | |

**Шаг 8:** Просмотр и редактирование полученных APT и машинной программ.

| **Что необходимо сделать** | **Результат выполненного действия** |
|---|---|
| Слева от графического окна укажите пункт меню **«Построение управляющей пр[NC]аммы»** → Выберите соответствующий редактор: **«Редакт. APT»** [APT] (редактирование APT программы). **«Редакт. MSH»** [NC] (редактирование машинной программы). Выберите, например, **«Редакт. MSH».** | *Появится окно **«Открытие файла».*** |
| В появившемся окне укажите созданный файл **«Test. M01» → «Открыть».** | *Справа от графического окна появится окно редактора с текстом выбранной машинной программой (Рис. 17).* |

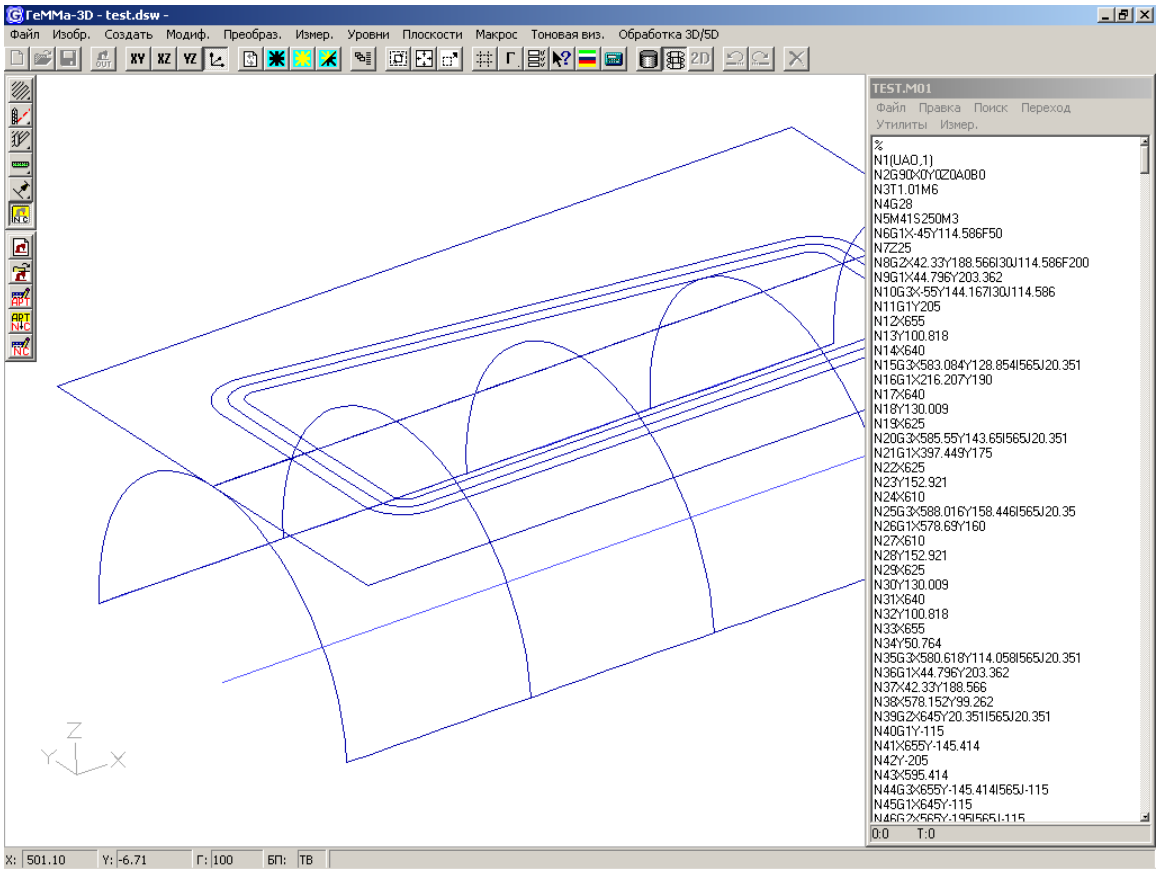



**Рис. 17**

| | |
|---|---|
| Возможности встроенного текстового редактора APT и машинных программ аналогичны редакторам из других приложений Windows, за исключением пунктов «Разделить». Кроме того, в редакторе имеется ряд специальных операций для работы с программами.<br>Меню **«Переход»** позволяет:<br>Перейти в конец программы – команда **«В конец».**<br>Возвратиться в начало программы – команда **«В начало».**<br>Перейти к конкретному кадру программы, указав точку (или элемент) на высвеченной на экране траектории фрезы – команда **«Перейти к …».** | *Система воспроизводит на экране траекторию движения фрезы.*<br>*Система переходит к кадру, отвечающему за указанный элемент траектории.* |
| Для редактирования программы (или покадрового просмотра траектории фрезы):<br>Переместите курсор мыши на поле текстового редактора и нажмите левую | *Курсор будет мигать на последнем активном кадре, при этом* |

| | |
|---|---|
| кнопку мыши (активизация окна редактора), а затем с помощью кнопок со стрелками, PageUp, PageDown клавиатуры просмотрите программу. | *соответствующий элемент траектории выделится на экране белым цветом.* |
| Выход из редактора машинной программы: «Файл» → «Выход».<br>Редактор APT - программ работает аналогично. | |
| Сохраните полученную модель:<br>Нажмите кнопку **«Сохранить»**  оперативного меню. | |
| Выход из системы: **«Файл» → «Выход».** | |