

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
БОРИСОГЛЕБСКИЙ ФИЛИАЛ
(БФ ФГБОУ ВО «ВГУ»)

**МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ
САПР технологического оснащения**

1. Код и наименование направления подготовки:

15.03.01 Машиностроение

2. Профиль подготовки:

Технологии, оборудование и автоматизация машиностроительных производств

3. Квалификация (степень) выпускника:

Бакалавр

4. Форма обучения:

Очная, заочная

5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины:

Кафедра прикладной математики, информатики, физики и методики их преподавания

6. Составитель(и):

Е. Л. Чечнева, преподаватель

7. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Приступая к изучению учебной дисциплины, целесообразно ознакомиться с учебной программой дисциплины, электронный вариант которой размещён на сайте БФ ВГУ.

Это позволит обучающимся получить четкое представление о:

- перечне и содержании компетенций, на формирование которых направлена дисциплина;
- основных целях и задачах дисциплины;
- планируемых результатах, представленных в виде знаний, умений и навыков, которые должны быть сформированы в процессе изучения дисциплины;
- количестве часов, предусмотренных учебным планом на изучение дисциплины, форму промежуточной аттестации;
- количестве часов, отведенных на контактную и на самостоятельную работу;
- формах контактной и самостоятельной работы;
- структуре дисциплины, основных разделах и темах;
- системе оценивания учебных достижений;
- учебно-методическом и информационном обеспечении дисциплины.

Основными формами контактной работы по дисциплине являются лекции, практические и лабораторные занятия, посещение которых обязательно для всех студентов (кроме студентов, обучающихся по индивидуальному плану).

В ходе подготовки к практическим занятиям студенту необходимо изучить основную литературу, ознакомиться с дополнительной литературой и примерами решения задач, приведенными в рекомендуемых источниках, выполнить домашние задания (решение задач, составление опорного конспекта, систематизирующей таблицы, разработка презентации и др.). Регулярная работа над домашними заданиями позволит студенту освоить все темы дисциплины и осознать ее внутреннюю логику. Систематизация изучаемого материала, которой, безусловно, способствует разработка опорных конспектов, ментальных карт и обобщающих таблиц, поможет студенту сэкономить время при подготовке к зачету и экзаменам.

При разработке презентации, сопровождающей доклад по заданной теме, нужно учитывать следующие требования:

- соответствие содержания презентации поставленной цели;
- соблюдение принятых правил орфографии, пунктуации, сокращений и правил оформления текста (отсутствие точки в заголовках и т.д.);
- отсутствие фактических ошибок, достоверность представленной информации;
- лаконичность и максимальная информативность текста на слайде.

При подготовке к лабораторным работам следует заранее ознакомиться с теоретическим материалом, перечнем приборов и оборудования, порядком выполнения работы. Нужно обратить внимание на контрольные вопросы, завершающие описание каждой лабораторной работы. При защите лабораторной работы студент предъявляет преподавателю отчет по установленной форме и отвечает на контрольные вопросы.

8. Методические материалы для обучающихся по освоению теоретических вопросов дисциплины

№ п/п	Тема лекции	Рассматриваемые вопросы
1.	Основы проектирования	Техническое задание на научно-исследовательские работы и проведение научно-исследовательских работ. Порядок выполнения и эффективность опытно-конструкторских работ.
2.	Задачи САПР	Основные направления применения САПР. Классификация САПР. Виды обеспечения САПР. Три уровня САПР. Геометрическое ядро САПР. Концепция управления жизненным циклом изделия. Создание на предприятии единого информационного пространства.
3.	САПР конструктора	Современные пакеты САПР. Параметрическое проектирование. Библиотеки стандартных деталей и изделий. Трехмерное моделирование.
4.	Проектирование сборки изделий	Сборка изделия. Создание конфигурации сборочной модели. Взаимное положение деталей в сборке. Анализ сборочного узла. Анимация последовательности сборки. Конструкторские спецификации сборочных единиц.
5	Компьютерный инженерный анализ	Применение компьютерного инженерного анализа при проектировании. Расчет зубчатых передач. Моделирование кинематики и динамики механизмов.
6	Стадии разработка САПР ТП	Реализация задачи создания САПР в несколько стадий. Состав работ и вид документации на стадиях создания САПР ТП. Предпроектное обследование, техническое задание, эскизный, технический и рабочий проект.
7	Автоматизация технологического проектирования. САПР технологических процессов механической обработки	<p>Описание функциональных подсистем САПР ТП на основе типизации ТП, группирования, синтеза структуры ТП и использования технологических редакторов. Описание отечественных САПР ТП. Методика автоматизированного проектирования технологических процессов. Декомпозиция общей задачи и стратегия поиска проектного решения. Состав основных блоков САПР технологических процессов механической обработки. Формализованное представление исходной информации. Математические модели технологических закономерностей формирования процесса механической обработки. Структурный синтез проектируемого технологического процесса. Формализованные правила направленного синтеза структуры технологического процесса. Параметрическая оптимизация. Критерии поиска эффективного варианта проектного решения. Способы представления промежуточных и окончательных результатов проектирования. Использование интерактивного режима работы проектировщика с системой автоматизированного проектирования технологий.</p> <p>Особенности технологического проектирования в условиях единичного и мелкосерийного производства. Диалоговые САПР маршрутно-операционных технологий.</p> <p>САПР технологических процессов в условиях среднесерийного производства. Особенности размерно-точностного анализа в процессе автоматизированного проектирования технологий при работе на настроенных станках.</p> <p>Особенности технологического проектирования для крупносерийного и массового производства.</p>

		Повышенные требования к качеству проектных решений. Использование оптимизационных методов в математическом обеспечении САПР.
8	Автоматизация проектирования технологических операций	Принципиальная схема САПР технологических операций. Состав и задачи подсистем. Алгоритмы проектирования структуры операций, определение рациональной последовательности обработки элементов заготовки. Автоматизация расчета режимов резания, параметрическая оптимизация. Автоматизация технического нормирования. Алгоритмы проектирования схем наладок многоинструментальных автоматизированных операций, особенности проектирования наладок для операций, выполняемых на станках с ЧПУ. Системы автоматизированного программирования для получения программ управления станками с ЧПУ.
9	САПР технологических процессов сборки	Описание основных функциональных подсистем САПР ТП сборки. Содержание задач автоматизации проектирования технологических процессов сборки. Математическая модель взаимодействий элементов в конструкции изделия. Алгоритмическое обеспечение процесса проектирования технологии сборки.
10	Применение САПР при подготовке управляющих программ для станков с ЧПУ	Методы обработки заготовок на станках с ЧПУ. Эффективность применения САПР при подготовке управляющей программы для станка с ЧПУ. Применение САПР для подготовки программ обработки заготовок на токарных, сверлильных и фрезерных станках с ЧПУ. Визуализация процесса обработки заготовки на станке с ЧПУ и его контроль. Режущий инструмент для станков с ЧПУ.
11	Применение современных компьютерных технологий для быстрого изготовления прототипов изделий	Технологии быстрого прототипирования. Лазерная стереолитография. Масочная стереолитография. Безлазерное выращивание модели по слоям из акриловых фотополимеров, отверждаемых ультрафиолетом. Селективная лазерная наплавка. Лазерное спекание металла. Избирательное лазерное спекание легкоплавкого порошка. Получение металлических деталей лазерных спеканием. Технология FDM. 3D принтер.

Вопросы к зачету САПР технологического оснащения

1. Техническое задание на проведение научно-исследовательских работ.
2. Порядок выполнения и эффективность опытно-конструкторских работ.
3. Основные направления применения САПР.
4. Классификация САПР. Виды обеспечения САПР.
5. Три уровня САПР. Геометрическое ядро САПР.
6. Концепция управления жизненным циклом изделия.
7. Создание на предприятии единого информационного пространства.
8. Современные пакеты САПР.
9. Параметрическое проектирование.
10. Библиотеки стандартных деталей и изделий.
11. Трехмерное моделирование.
12. Сборка изделия.
13. Создание конфигурации сборочной модели.
14. Анализ сборочного узла.
15. Конструкторские спецификации сборочных единиц.

16. Применение компьютерного инженерного анализа при проектировании.
17. Состав работ и вид документации на стадиях создания САПР ТП.
18. Описание функциональных подсистем САПР ТП на основе типизации ТП, группирования, синтеза структуры ТП и использования технологических редакторов. Описание отечественных САПР ТП.
19. Методика автоматизированного проектирования технологических процессов.
20. Состав основных блоков САПР технологических процессов механической обработки.
21. Формализованное представление исходной информации.
22. Математические модели технологических закономерностей формирования процесса механической обработки.
23. Критерии поиска эффективного варианта проектного решения.
24. Использование интерактивного режима работы проектировщика с системой автоматизированного проектирования технологий.
25. Особенности технологического проектирования в условиях единичного и мелкосерийного производства.
26. Диалоговые САПР маршрутно-операционных технологий.
27. САПР технологических процессов в условиях среднесерийного производства.
28. Особенности технологического проектирования для крупносерийного и массового производства.
29. Принципиальная схема САПР технологических операций.
30. Состав и задачи подсистем.
31. Алгоритмы проектирования структуры операций, определение рациональной последовательности обработки элементов заготовки.
32. Автоматизация расчета режимов резания, параметрическая оптимизация.
33. Автоматизация технического нормирования.
34. Алгоритмы проектирования схем наладок многоинструментальных автоматизированных операций, особенности проектирования наладок для операций, выполняемых на станках с ЧПУ.
35. Системы автоматизированного программирования для получения программ управления станками с ЧПУ.
36. Методы обработки заготовок на станках с ЧПУ.
37. Эффективность применения САПР при подготовке управляющей программы для станка с ЧПУ.
38. Применение САПР для подготовки программ обработки заготовок на токарных станках с ЧПУ.
39. Применение САПР для подготовки программ обработки заготовок на сверлильных станках с ЧПУ.
40. Применение САПР для подготовки программ обработки заготовок на фрезерных станках с ЧПУ.
41. Визуализация процесса обработки заготовки на станке с ЧПУ и его контроль.
42. Режущий инструмент для станков с ЧПУ.
43. Технологии быстрого прототипирования.
44. . Получение металлических деталей лазерным спеканием.
45. Технология FDM. 3D принтер.

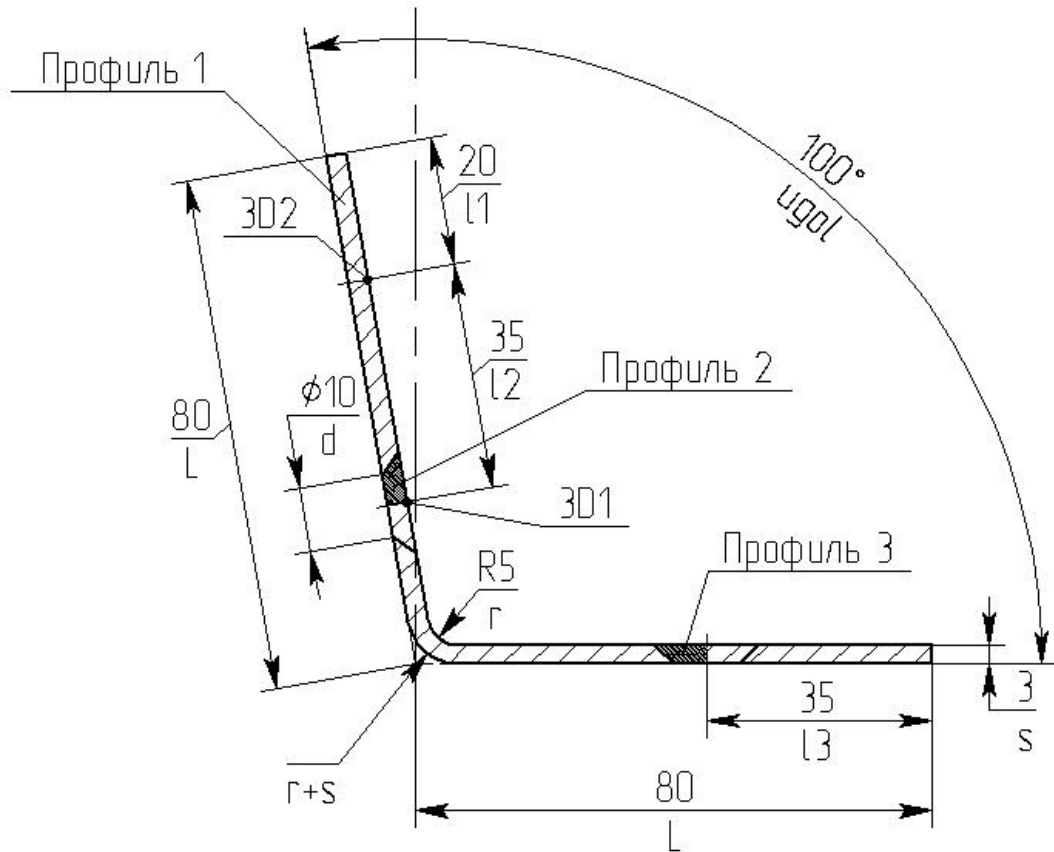
9. Методические материалы для обучающихся по подготовке к практическим/лабораторным занятиям

ЗАДАНИЕ 11

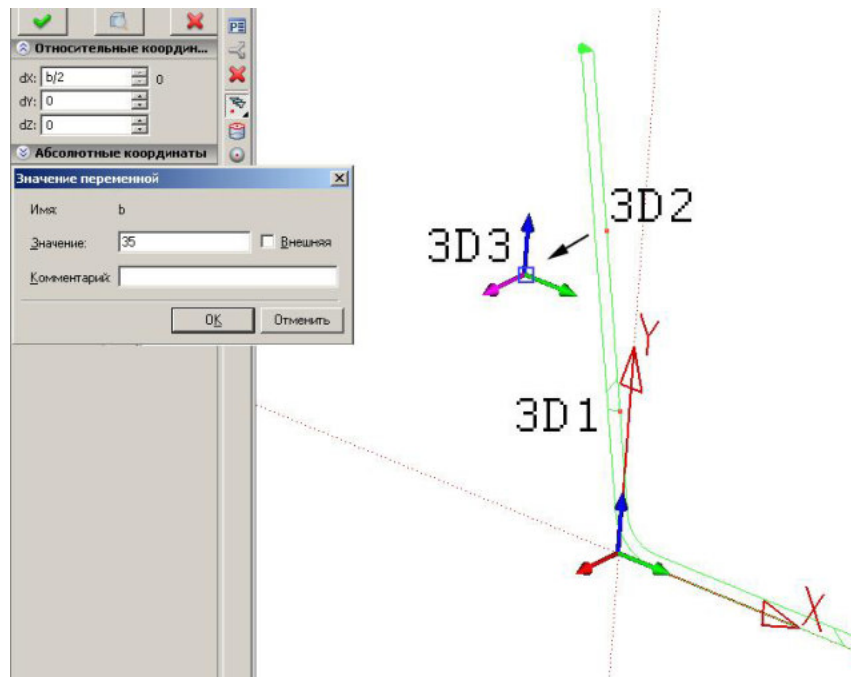
Уголок параметрический (3D)

1. 3D модель «Уголок»

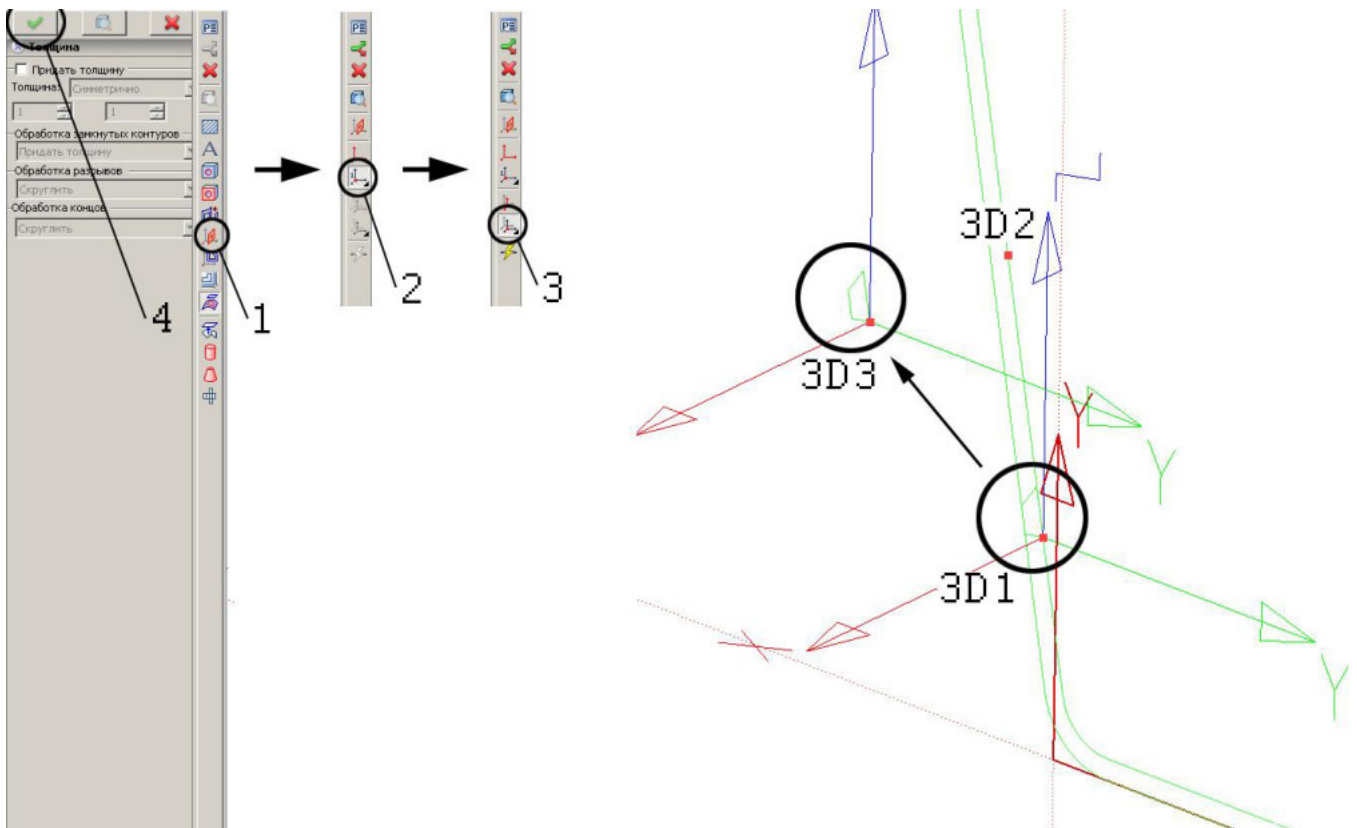
- Создать на рабочей плоскости «Вид слева» профили 1, 2, 3
- Создать 3D узлы: 3D1, 3D2 (Построения / 3D узел)



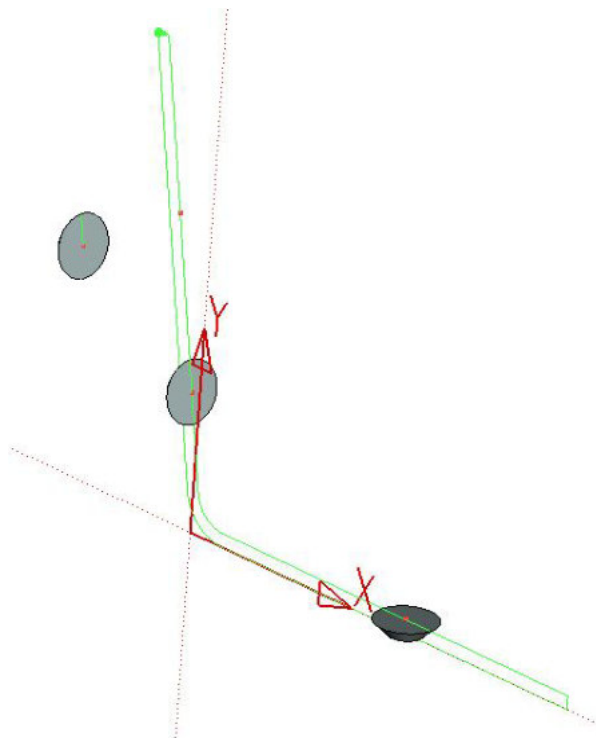
- Создать узел 3D3
 - активировать команду «**3D Узел**» (Построения /3D узел)
 - нажать на узел 3D2; ввести в поле **dx** параметр $b/2$, значение 35



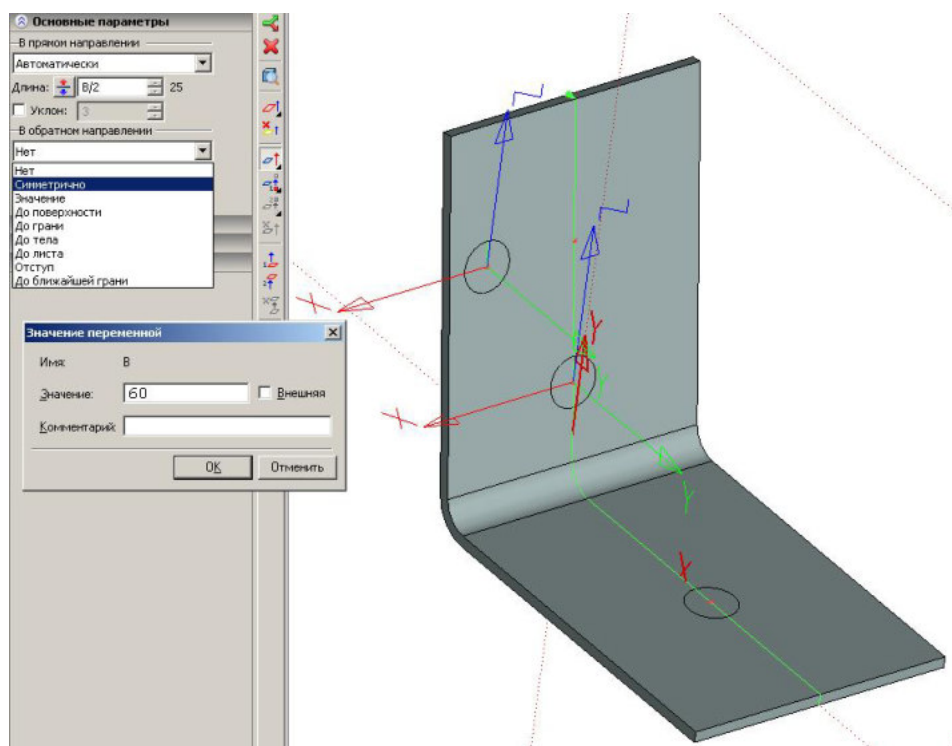
- Создание профиля отверстия в узле **3D3** как копию «Профиля 2»
 - активировать команду «**3D Профиль**» (Построения /3D Профиль):
 1. нажать на пиктограмму «Построить 3D Профиль как копию... »
 2. нажать пиктограмму «Выбрать узел для создания исходной СК», указать узел **3D1**
 3. нажать пиктограмму «Выбрать узел для создания целевой СК», указать узел **3D3**
 4. подтвердить выполнение команды нажатием на зеленую галку



- Применить к созданным профилям отверстий операцию «**Вращение**»

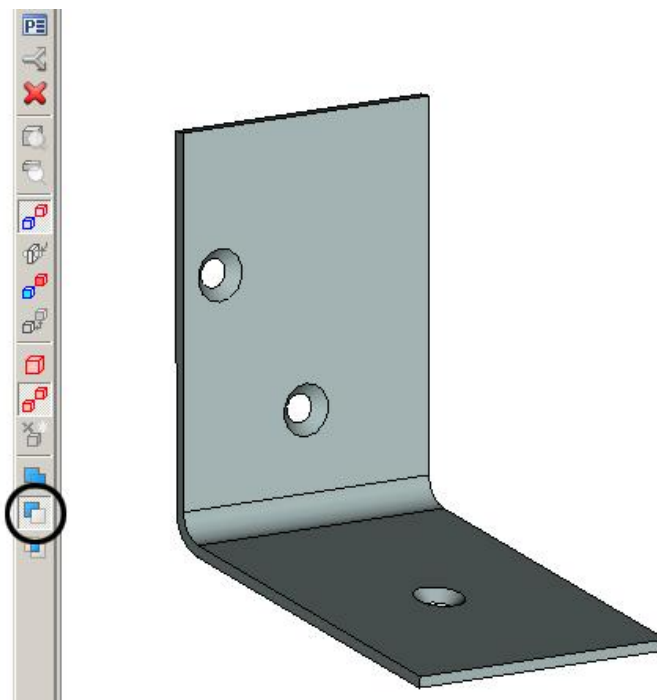


- Применить к «Профиль 1» операцию «**Выталкивание**»: параметр **В**, значение **60**
 - в поле операции Длина ввести половину параметра ($V/2$)
 - из выпадающего списка «в обратном направлении» выбрать значение «симметрично»

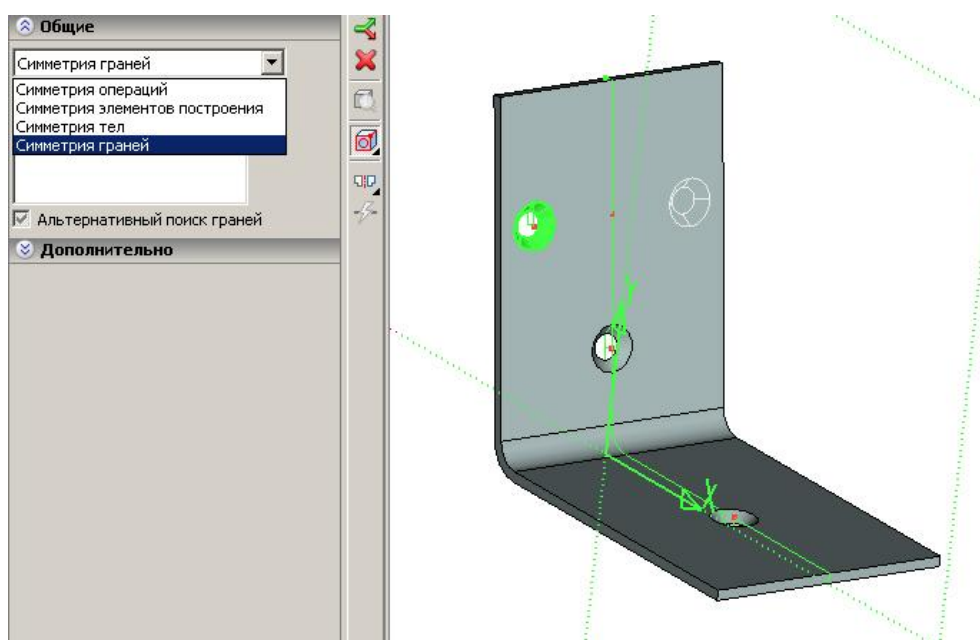


- Применить к созданным телам операцию «**Булева**» (Операции / Булева)

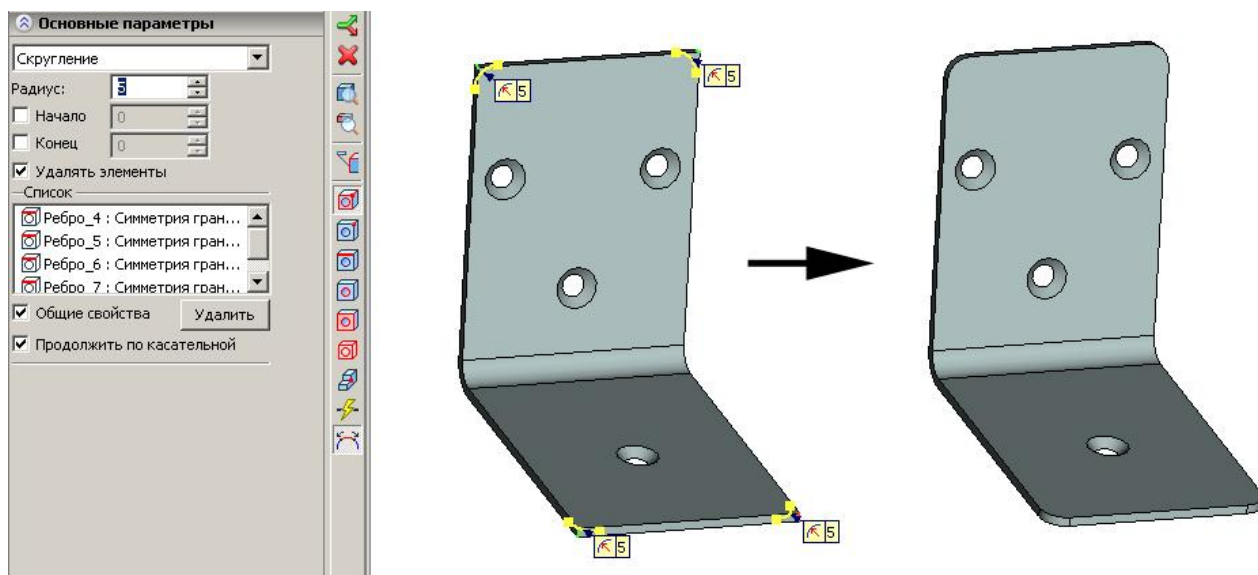
- выбрать действие операции: в автоменю команды нажать кнопку вычитание см. рис.
- вычесть из тела профиля 1 отверстие;
- выполнение команды подтвердить, нажав зеленую галку.



- Создать отверстие с помощью операции «**Симметрия**» (Операции / Симметрия)
 - в разделе Общие из выпадающего списка выбрать «Симметрия граней»
 - выделить курсором грани отверстия на рис. Ниже
 - в качестве плоскости симметрии выбрать рабочую плоскость «Вид слева»
 - выполнение команды подтвердить, нажав зеленую галку.



- Применить операцию «Сглаживание» (Операции / Сглаживание / Ребер)
 - выделить ребра «Уголка» как на рисунке.
 - значение параметра – 5 мм
 - выполнение команды подтвердить, нажав зеленую галку.



2. База данных

- Создать базу данных (Параметры / База данных)
 - Создать **Новую базу данных**
 - Имя базы данных **BD**
 - Имя первого поля **nom**, тип вещественное

Редактор баз данных - [BD]

Файл Правка Строка Колонка Вид ?

	nom	L	l1	l2	l3	r	s	d	b	B
1	111	50	15	15	25	4	2	6	35	60
2	112	70	20	25	30	5	2	8	40	65
3	113	80	20	35	35	5	3	10	40	80

Стр: 1 Поз:

3. Редактор переменных

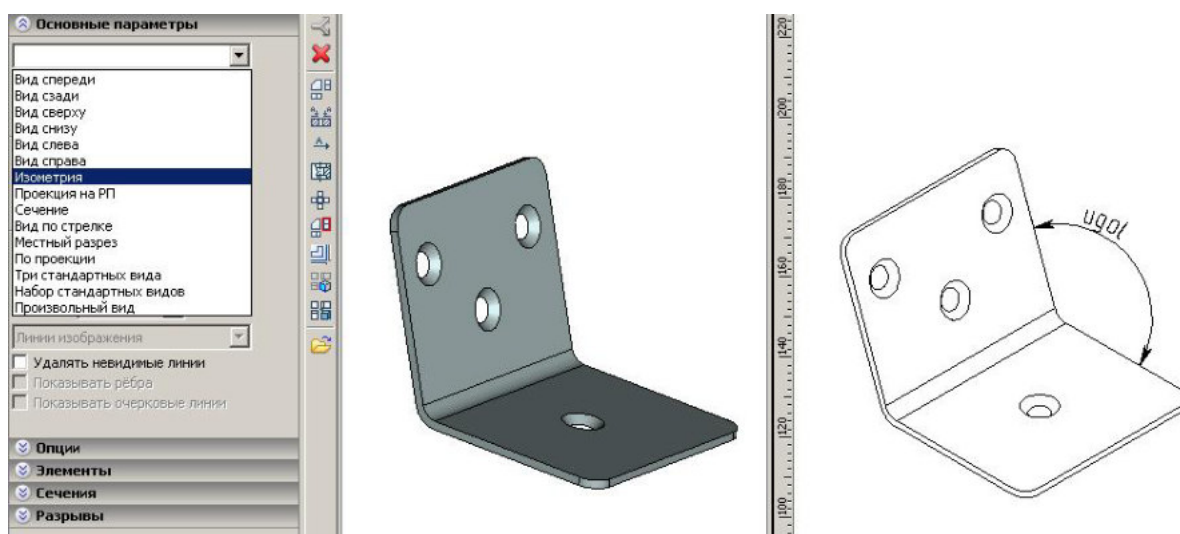
- создать переменную **nom** со списком значений: 111, 112, 113
- в переменной **ugol** создать список значений как см. рис.
- переменные **nom**, **ugol** сделать «внешними»

Редактор переменных				
Файл Правка Переменная Вид ?				
Имя	Выражение	Значе...	Комментарий	
Группа:				
L	find(BD.L,BD.nom==nom)	80	Длина	
l1	find(BD.l1,BD.nom==nom)	30	Расстояние до отверстия	
l2	find(BD.l2,BD.nom==nom)	25	Расстояние до отверстия	
l3	find(BD.l3,BD.nom==nom)	35	Расстояние до отверстия	
s	find(BD.s,BD.nom==nom)	3	Толщина	
r	find(BD.r,BD.nom==nom)	5	Радиус	
d	find(BD.d,BD.nom==nom)	10	Диаметр отверстия	
b	find(BD.b,BD.nom==nom)	60	Расстояние между отверстий	
B	find(BD.B,BD.nom==nom)	80	Ширина	
nom	113	113	Номенклатурный номер	
ugol	90	90	Угол наклона	

90
100
110
120
125
130
135
140
145
150
155
160

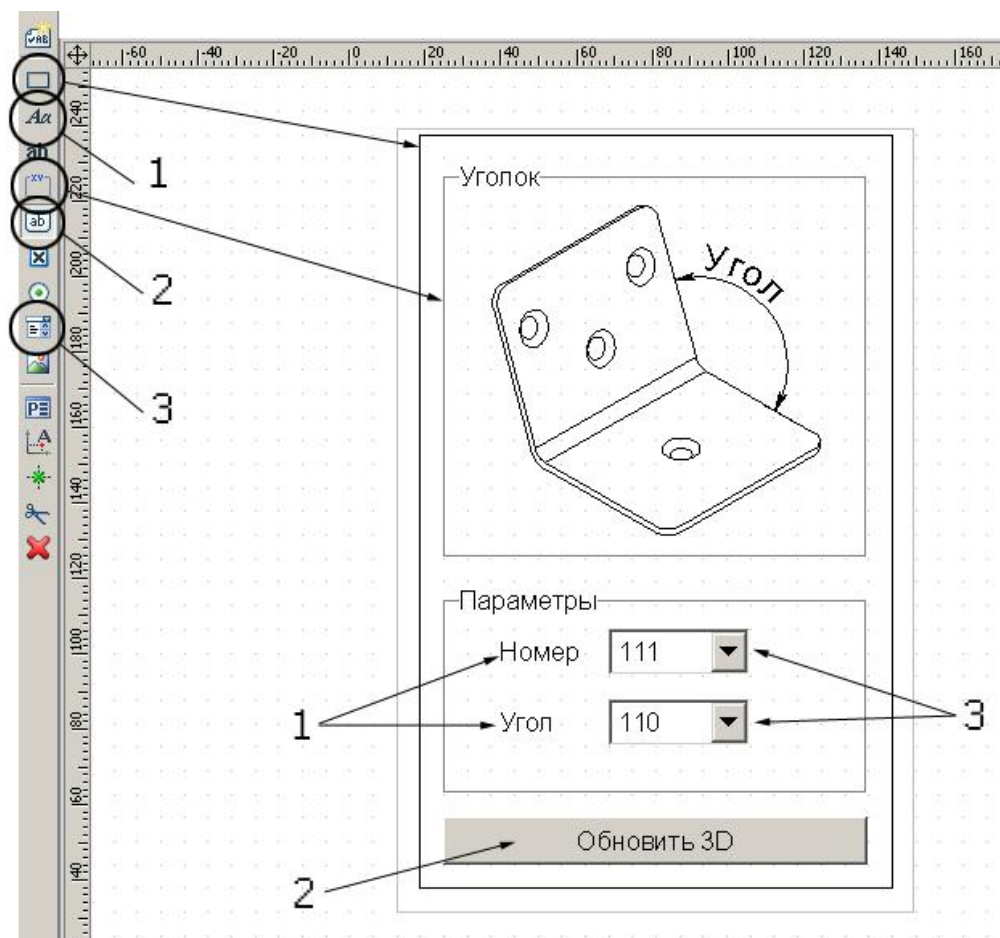
4. Создание «интерфейса пользователя»

- Создание проекции 3D модели «Уголок»
 - активировать команду «**2D Проекция**» (Чертеж / 2D Проекция)
 - в разделе Основные параметры из выпадающего списка выбрать «Изометрия»
 - разместить в 2D окне проекцию «Изометрия»
 - создать угловой размер, вместо значения создать запись «Угол»



- Создать окно диалога «**Элемент управления**» (Чертеж / Элемент управления)

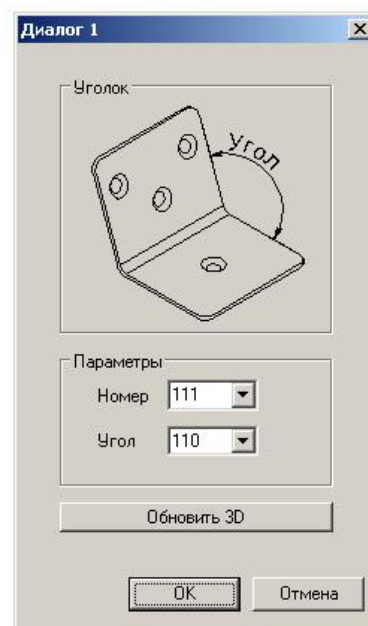
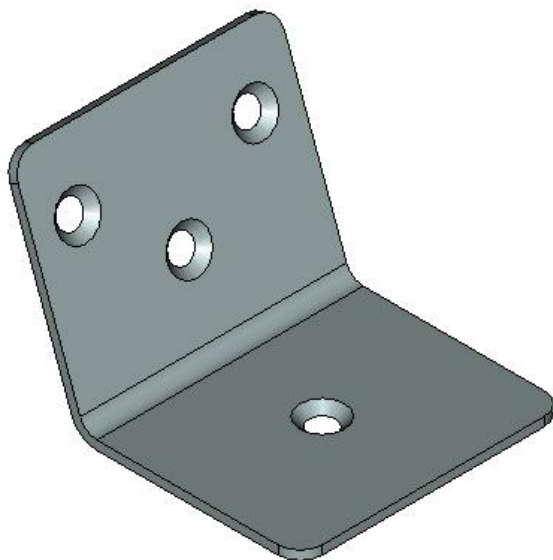
- в автоменю команды нажать кнопку «Создать страницу для элементов управления»
- размер (**Ш x В**) окна диалога установить **137 x 208** (Настройка / Статус / Общие)
- используя инструменты команды «**Элемент управления**» создать диалог как на представленном ниже рисунке.



- для выпадающего списка значений поля **Номер** указать переменную **nom**
- для выпадающего списка значений поля **Угол** указать переменную **ugol**
- разместить изображение в рамке «Уголок»:

1. Перейти на страницу с проекцией детали.
2. Выделить курсором изображение уголка нажать Ctrl-C
3. Перейти на страницу диалога, нажать Ctrl-V

- Создание кнопки «Обновить 3D»
 - активировать операцию «**Элемент управления**»
 - создать Кнопку (Чертеж / Элемент управления / Кнопка)
 - расположить на листе диалога
 - ввести название создаваемого элемента «Обновить 3D», нажать Ок
 - в окне Действия выбрать из выпадающего списка Пересчитать 3D модель
 - нажать кнопку Добавить, Ок



Вызов окна диалога: **Параметры / Модель <M>**

ЗАДАНИЕ 12:



T-FLEX. Технология. Разработка технологического процесса

1. Создание оригинального техпроцесса.

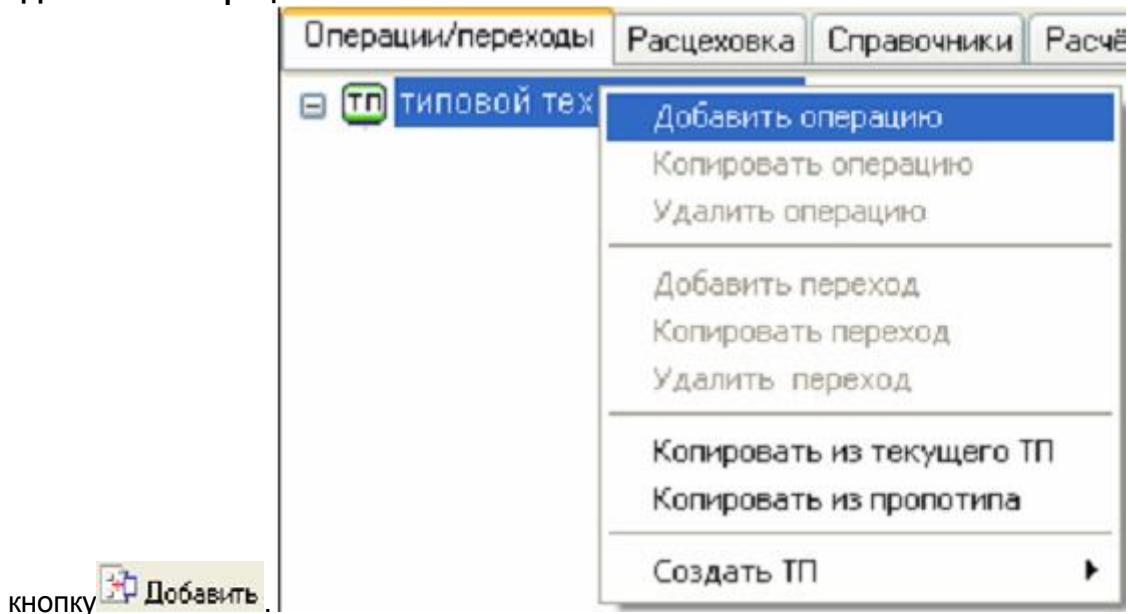
Процесс создания оригинального технологического процесса состоит из следующих этапов.

1. Создание дерева технологического процесса.
2. Заполнение сведений о технологическом процессе.
3. Заполнение сведений об операциях.
4. Заполнение сведений о переходах.
5. Создание комплекта технологической документации.

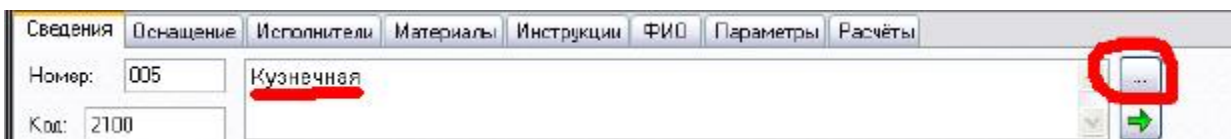
2. Создание дерева технологического процесса

Под деревом технологического процесса понимается порядок операций и переходов, которые входят в состав технологического процесса. В структурной области перейти на вкладку "**Операции/переходы**". Чтобы добавить **операцию**, у объекта технологический процесс  в структурной области вызвать контекстное меню  и выбрать команду

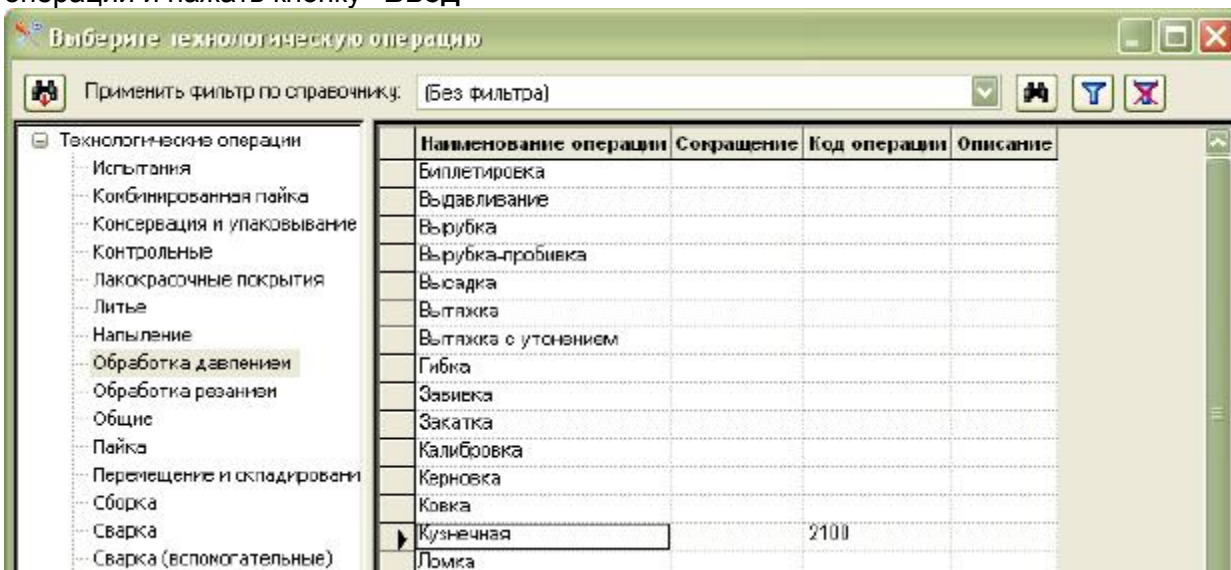
"Добавить операцию" или нажать на системной панели



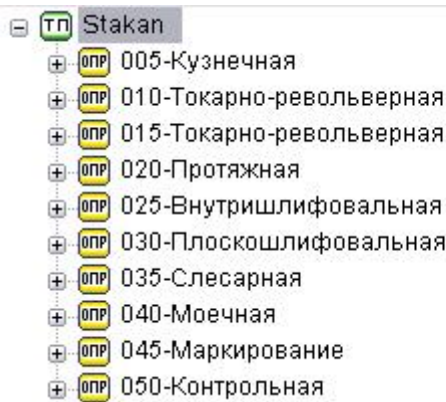
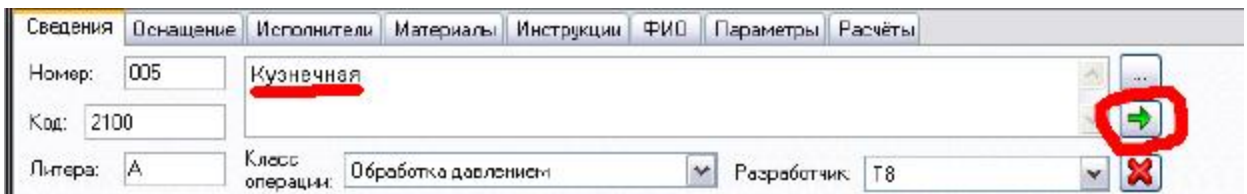
Наименование операции может ввести вручную или выбрать из справочника. Чтобы задать наименование операции из **Справочника**, необходимо нажать кнопку вызова **"Справочника наименований операций"**






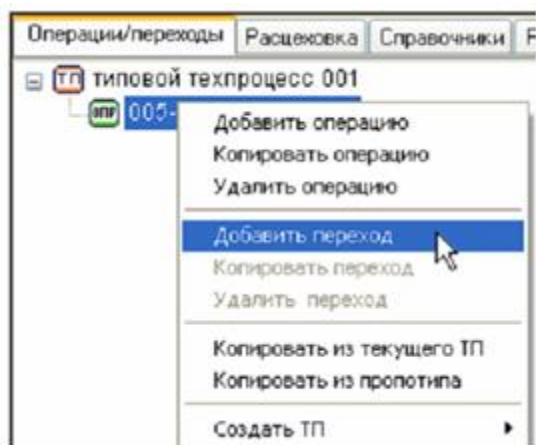
Выбрать в структурной области справочника группу операций, а в таблице наименование операции и нажать кнопку **"Ввод"**




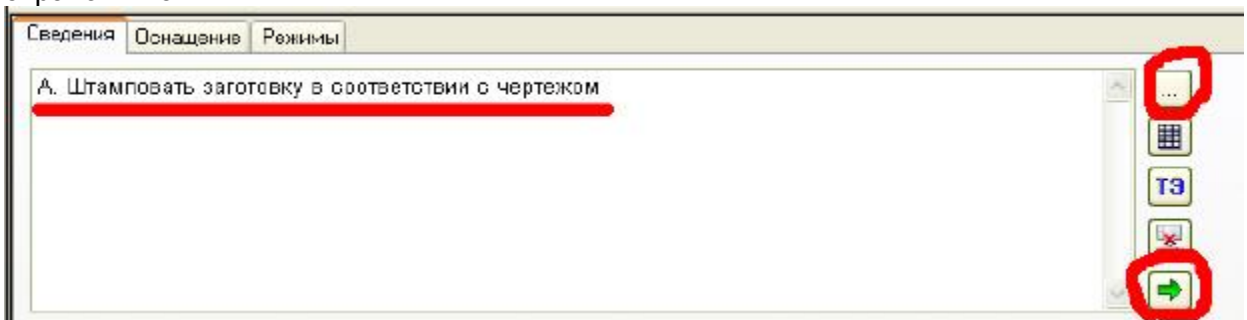
Наименование операции, введенное вручную, можно добавить в справочник наименований, нажав кнопку . По аналогии создать необходимое количество операций в дереве.



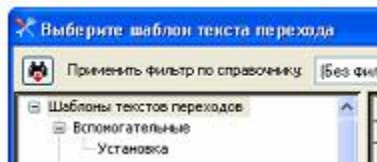
Для добавления **перехода** у объекта **операция**  вызвать контекстное меню  и выбрать команду "**Добавить переход**" или нажмите на системной панели кнопку  **Добавить**.



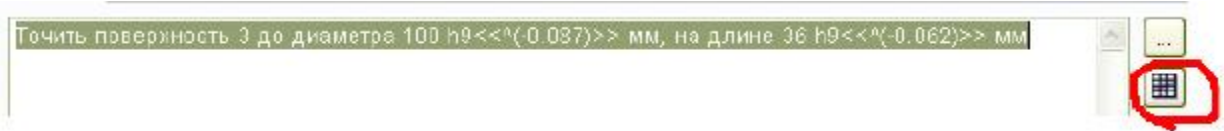
Далее в появившемся окне заполнить наименование перехода с помощью шаблона из справочника .



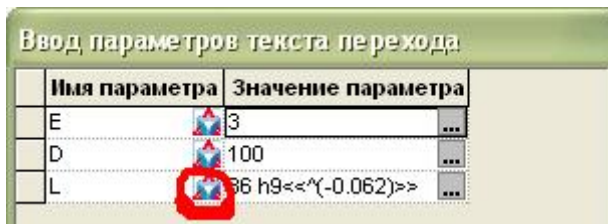
Шаблоны переходов разделены на группы для конкретных операций.



Если шаблон перехода содержит переменные (символы в фигурных скобках), то их значение ввести из диалога 

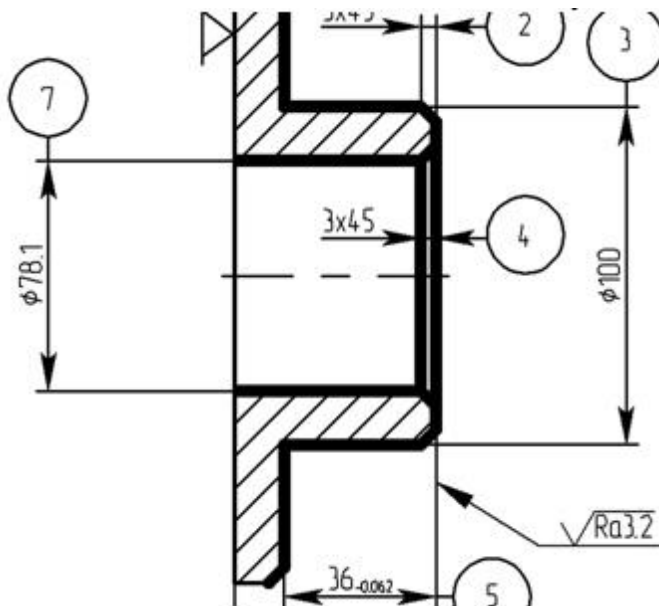




В диалоге задать значения переменных и допуски




На рисунке отмечена команда **"Взять размер из T-FLEX CAD"**, позволяющая считывать значения переменных с запущенного в T-FLEX CAD эскиза переходов. Для этого нужно:


1. Запустить приложение T-FLEX CAD.
2. Открыть в нем чертежи или эскизы изделия, на которое составляется технологический процесс. Они находятся в папке **"КД"** на сетевом диске и имеют название соответствующей операции.



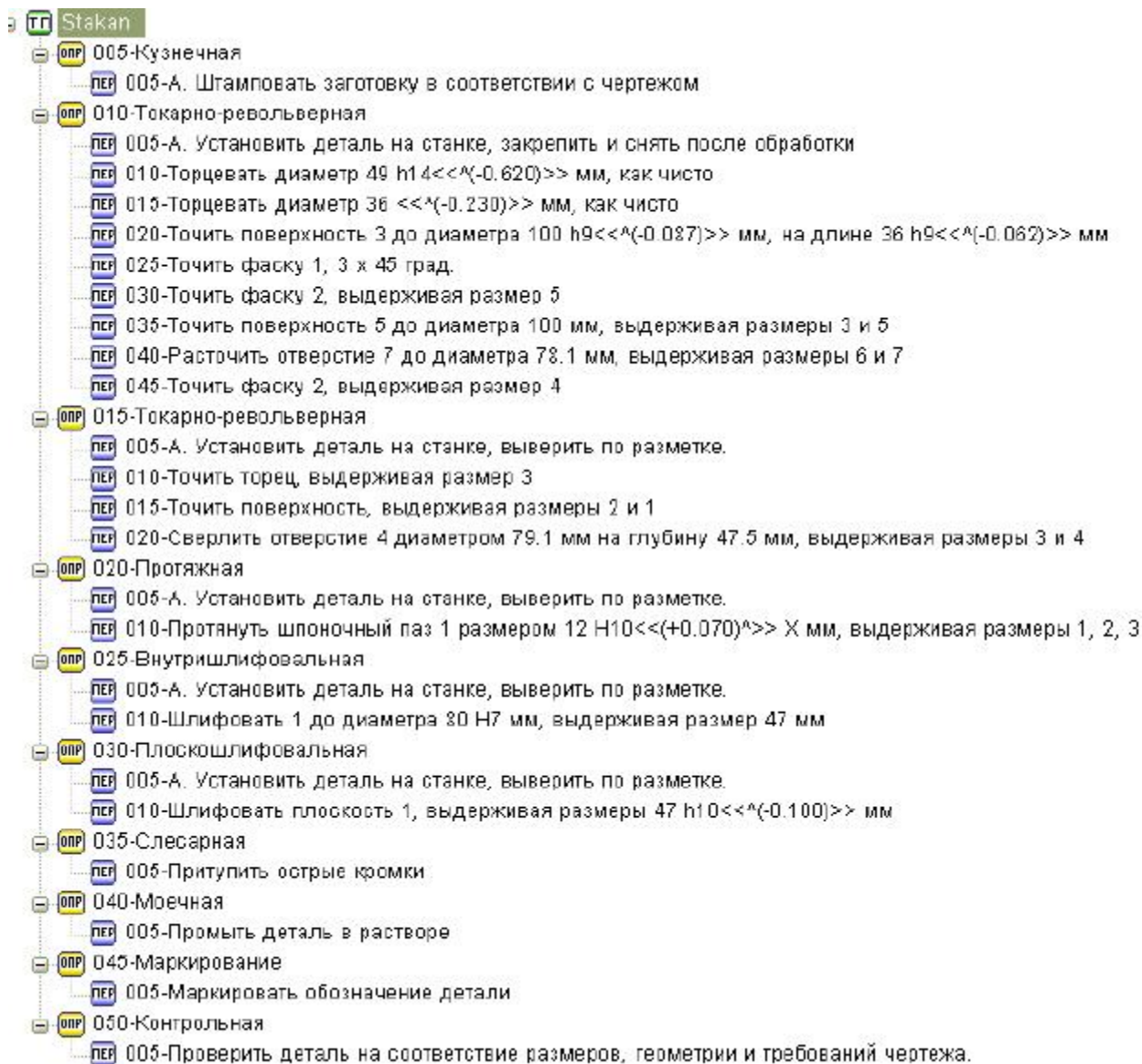
3. В T-FLEX Технология в редакторе поверхностей нажать значок .
4. Кликнуть мышью на нужный размер .

Текст перехода может быть составлен из нескольких элементов справочника. Программа автоматически сохраняет ссылку на первый вставленный элемент справочника. Чтобы

выполнить подстановку переменных для всего перехода, необходимо разорвать связь с шаблоном соответствующей командой .

Наименование перехода, введенное вручную, можно добавить в справочник наименований соответствующей командой .

Создать по аналогии следующие переходы для технологических операций, как показано на рисунке



ЗАДАНИЕ 14:

Моделирование обработки деталей на станках с ЧПУ.

Создание управляющей программы.

1. Цель работы:

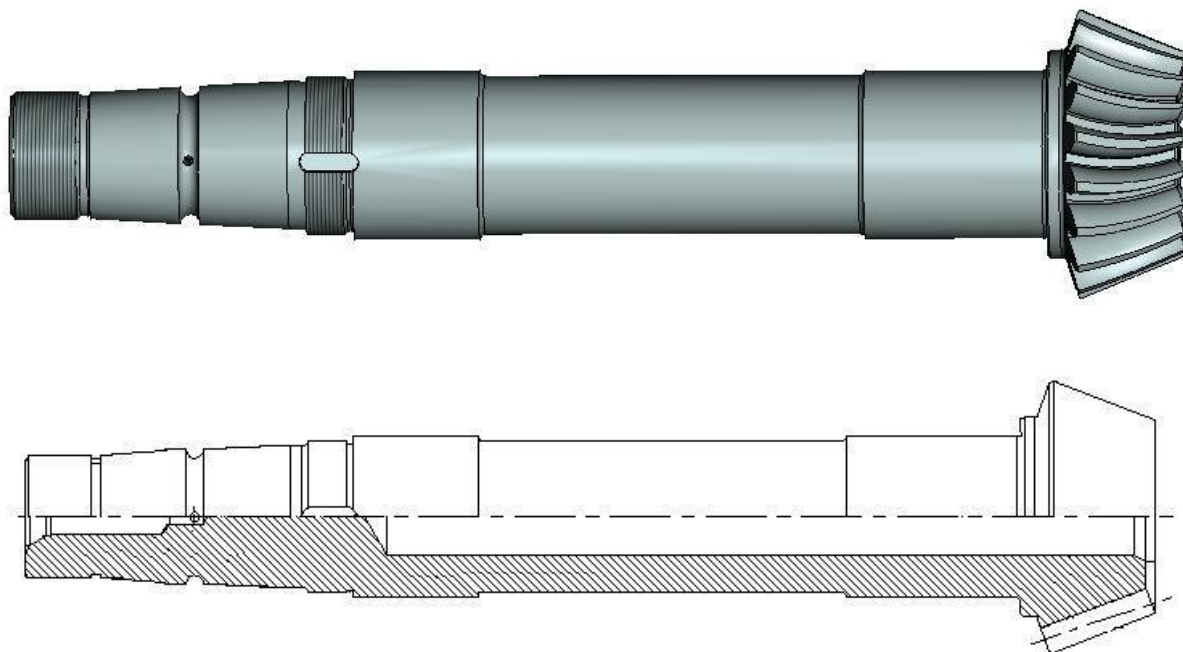
Ознакомление с T-Flex ЧПУ, освоение приемов работы с программой.

2. Задание:

- Смоделировать процесс выполнения токарной обработки(обточка конуса), создать управляющую программу;
- Смоделировать процесс выполнения 2D сверления, создать управляющую программу;
- Смоделировать процесс обработки зубьев вала-шестерни, создать управляющую программу.
- Смоделировать процесс 5D сверления, создать управляющую программу;
- Смоделировать процесс обработки шпоночного паза.

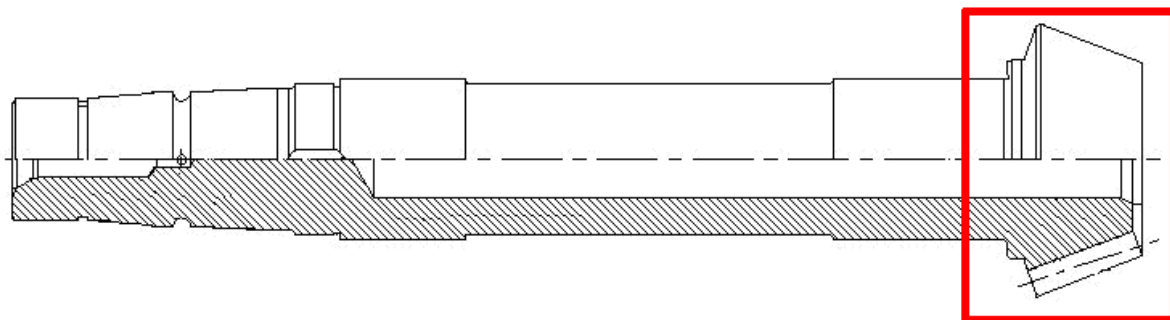
3. Методика проведения работы:

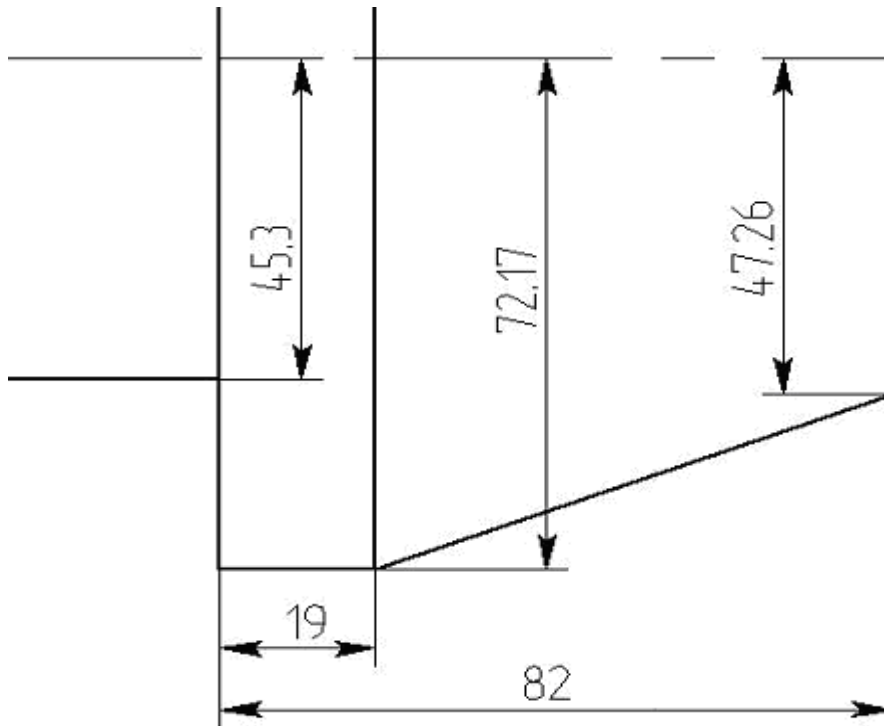
Моделирование обработок производится на примере детали Вал-шестерня.



Токарная обработка.

Для моделирования выбрана токарная операция № 50 - «Обточка диаметра и переднего конуса» (см. Технологический процесс на деталь Вал-шестерня ТЭП 70.85.10.107). Для успешного выполнения задания нам необходимо будет запустить программу T-Flex CAD. Обрабатываемый элемент отмечен рамкой на 2D модели вал-шестерни. Вычертить операционный эскиз в 2D по аналогии с рисунком





Следующим этапом станет создание инструмента необходимого для данного вида обработки. Для этого нам необходимо открыть **Редактор инструментов**.

Вызов редактора инструментов осуществляется с помощью команды:

Клавиатура	Текстовое меню	Пиктограмма
	«ЧПУ Редактор инструментов»	

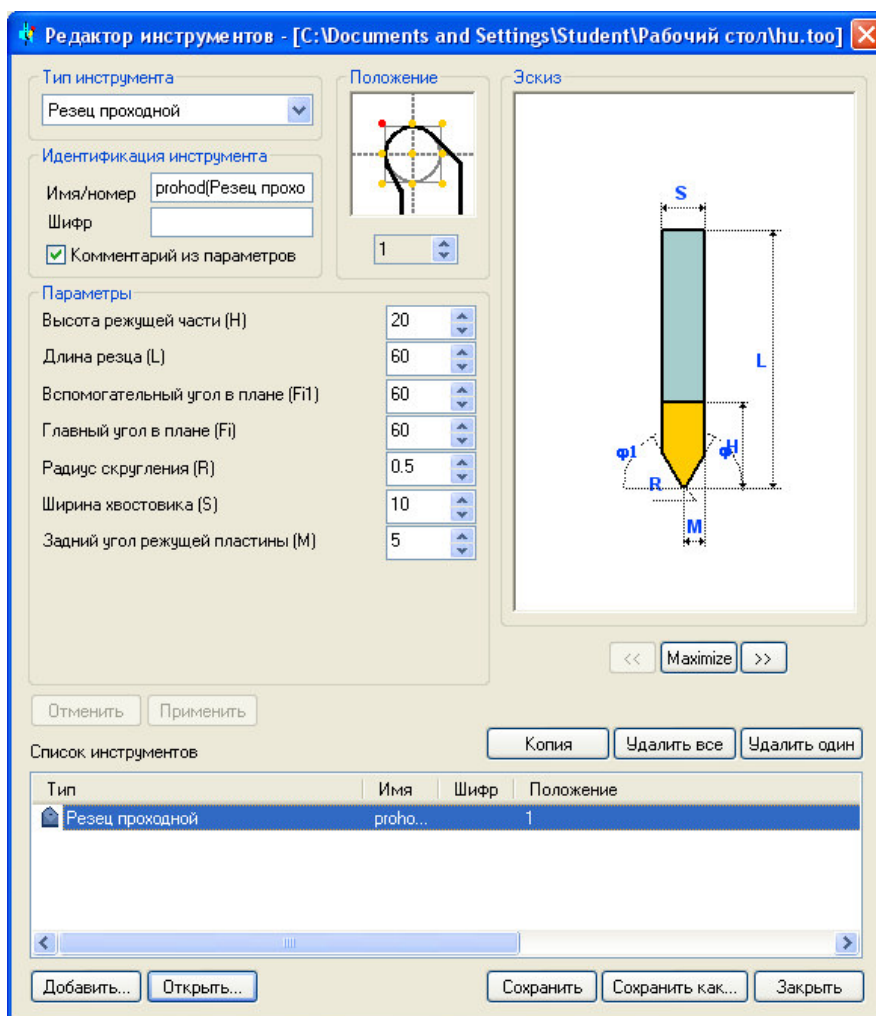
После вызова команды на экране появляется рабочее окно редактора инструмента (рис.4.). Редактор позволяет создавать новый инструмент и редактировать уже существующий. Созданные базы инструмента сохраняются в файлах с расширением *.too.

В нижней части окна отображается список уже созданного инструмента с его параметрами. При открытии окна редактора список будет пустым. В верхней части окна расположен выпадающий список режущего инструмента, доступного к созданию.

Для создания инструмента необходимо выбрать из списка нужный пользователю тип. В результате на экране появится эскиз выбранного инструмента с параметрами, установленными по умолчанию. В данном режиме пользователь проводит весь процесс проектирования нового или редактирования старого инструмента. Для этого необходимо просто изменять параметры, которые присутствуют в окне и отображены графически на эскизе инструмента. Чертёж будет динамически пересчитываться, с учётом вносимых пользователем коррективов. В окне **Идентификация инструмента** указываются **Имя** инструмента и его **Шифр**.

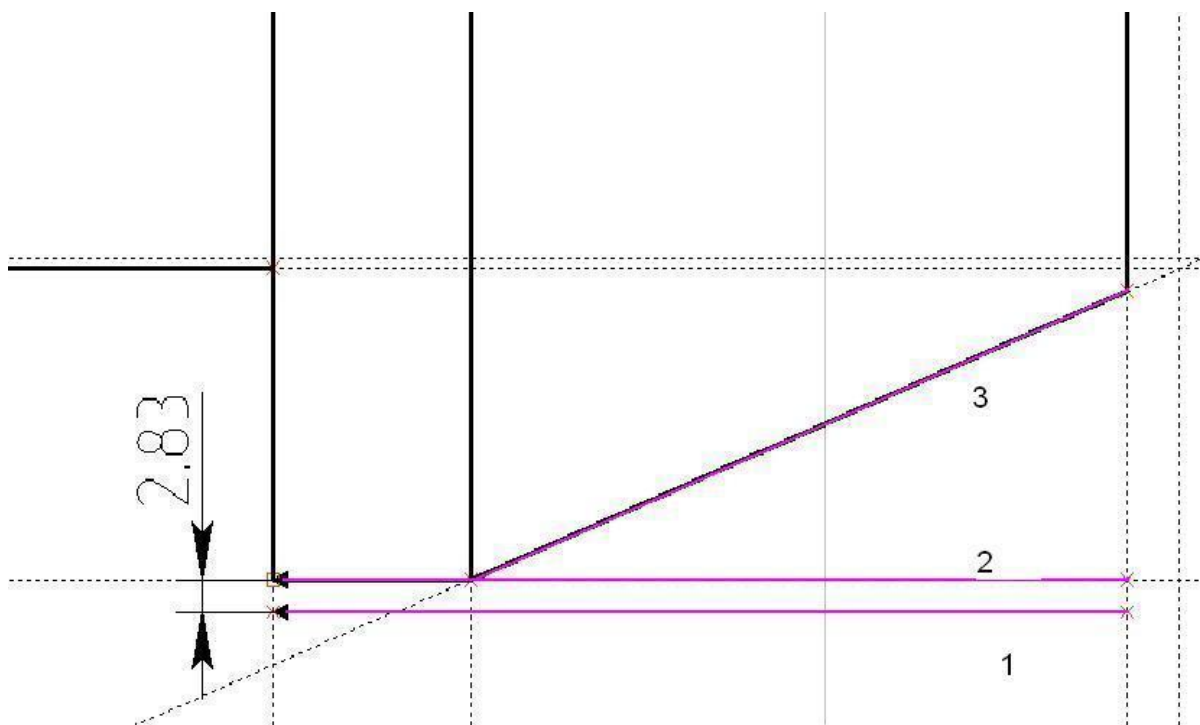
Чтобы сохранить изменения, внесённые в инструмент, пользователь должен нажать кнопку **[Применить]**. Если пользователя что-то не устраивает в новых параметрах, он может вернуться на шаг назад, нажав кнопку **[Откат]**.

Для обработки используем контурный резец, так как он подходит для выполнения данной операции. Его параметры представлены на рисунке.




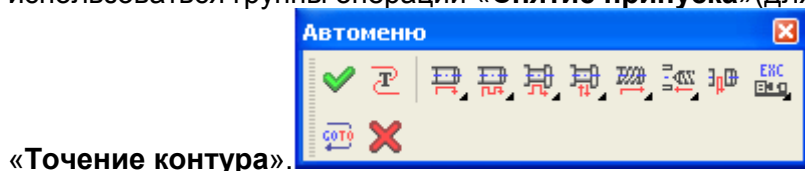
Файл с инструментом необходимо сохранить в личную папку студента.

Теперь создадим полную траекторию обработки. Она будет состоять из 3х траекторий. Необходимо отметить, что для образования траектории нужно ознакомиться с геометрическим элементом **Путь**. **Путь – есть геометрический элемент, имеющий направление и необходимый для построения технологической траектории. Для построения таковой может понадобиться 1 или 2 пути.** Откройте вкладку **Построение**, выберите команду **Путь**. Постройте несколько путей по аналогии.



Размер 2.83 соответствует размеру припуска снимаемого при обточке диаметра. Для

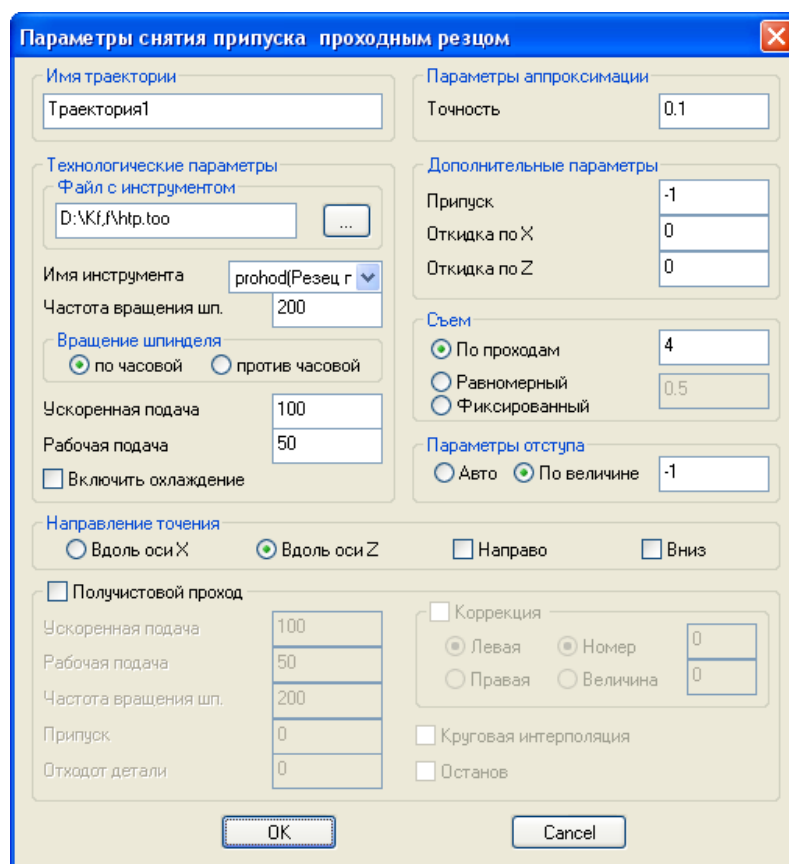
вызова группы необходимо нажать кнопку . После чего появится автоменю со списком операций, которые возможно создать в рамках этой группы: **«Снятие припуска отрезным резцом»**, **«Снятие припуска проходным резцом»**, **«Обработка угла со скруглениями»**, **«Специальное снятие припуска»**. В нашем случае будут использоваться группы операций **«Снятие припуска»**(для первых двух траекторий) и



В опциях и после выбора первого пути (контур детали) в автоменю станет доступной опция для указания второго пути (первоначального контура заготовки). Одновременно появится и окно диалога задания параметров обработки, существенно расширенное по сравнению с диалогом параметров по умолчанию. Мы будем осуществлять снятие припуска проходным резцом, поэтому из списка операций необходимо выбрать **«Снятие припуска отрезным резцом»**.

Создадим последовательно три траектории. Выберем группу операций **Снятие припуска проходным резцом**. Выберем путь №2, а затем №1. Выбираем инструмент (он должен быть загружен из личной папки студента), выбираем имя инструмента.

Наладки Для операции нужно сделать по аналогии с приведенным ниже окошком, выбрав в списке траекторий соответствующую траекторию.



Завершаем создание нажатием клавиши . Результат изображен на рисунке.

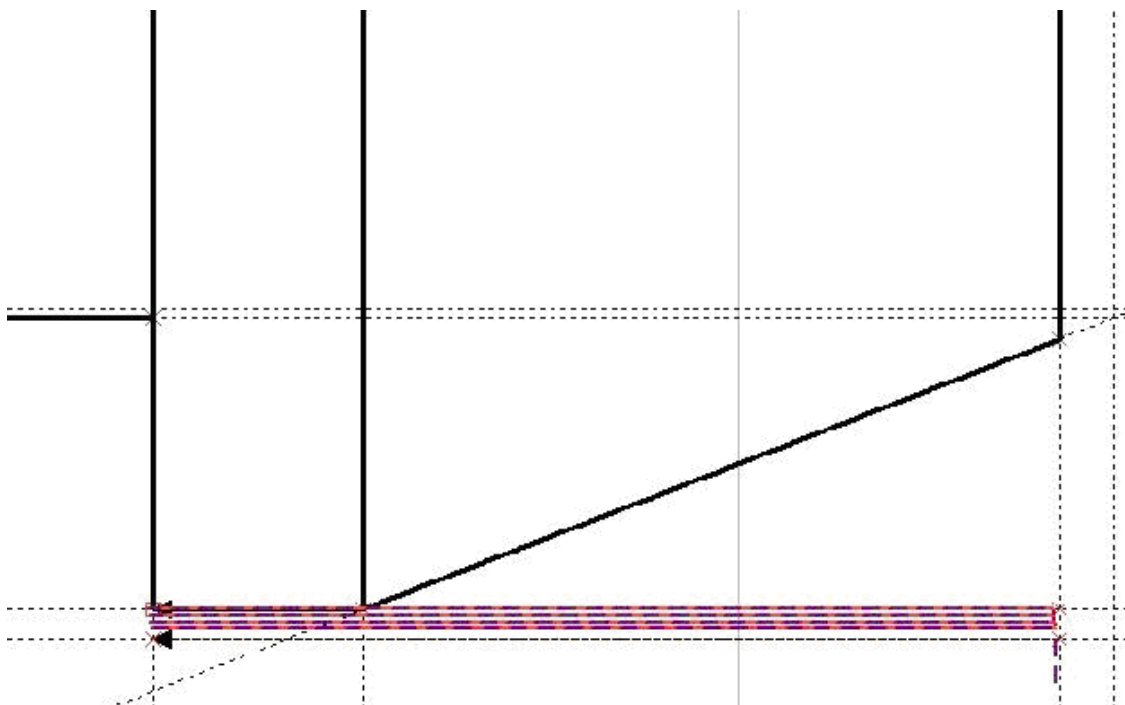


Рис.7.

После создания траектории мы сможем внести необходимые изменения в параметры траектории выбрав её двойным щелчком в **Меню обработок** или в **Списке траекторий**. Далее нам нужно доработать траекторию для того чтобы можно было осуществить подвод инструмента.


Щёлкните правой кнопкой по соответствующий траектории и в появившемся контекстном меню выберите пункт **Подвод/отвод**, в параметрах подвода поставьте флажок **По нормали**, задайте размер отступа -30 мм. Отступ выбирается оптимальным для того, чтобы избежать потери времени, но с другой стороны, чтобы не сломать инструмент. Мы можем пронаблюдать результат используя **Имитацию обработки**. Выберите вкладку **ЧПУ**, в ней укажите команду **Имитация обработки**, нажмите кнопку Play и наблюдайте.

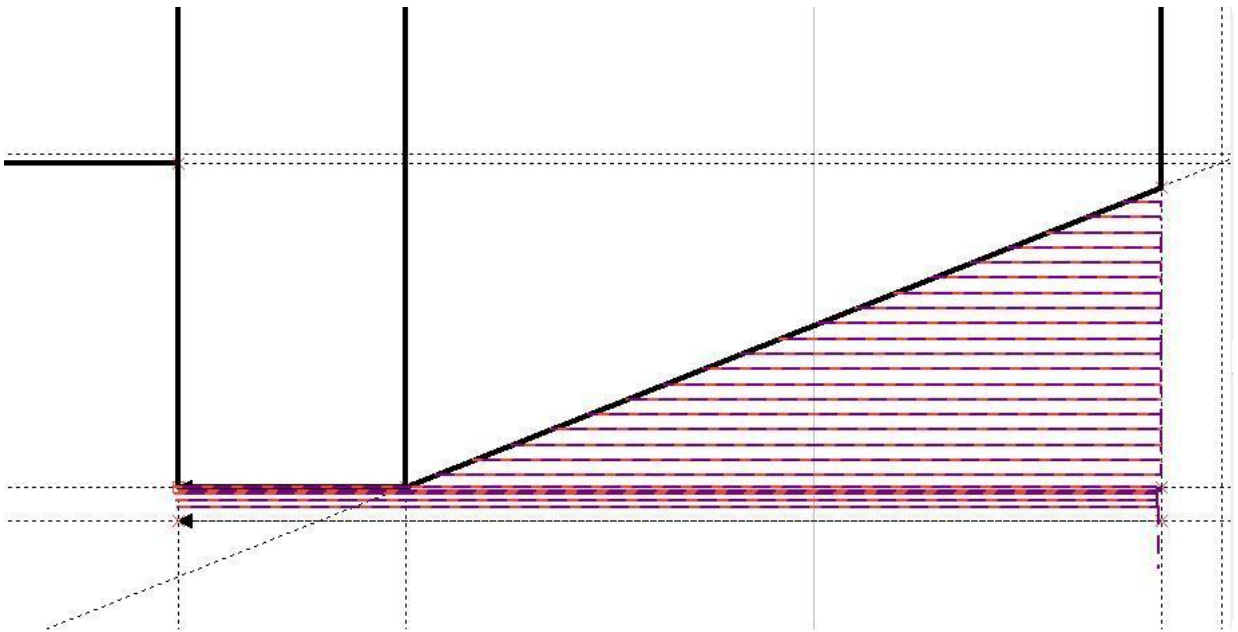
Создадим вторую часть траектории. Выберем группу операций **Снятие припуска проходным резцом**. Выберем путь №3, а затем №2. Выбираем созданный ранее инструмент (он должен быть загружен из личной папки студента), выбираем имя инструмента. Настройки для данной операции указаны в приведенном ниже окне.

The image shows a dialog box titled "Параметры снятия припуска проходным резцом" (Parameters of chamfering with a turning tool). The dialog is organized into several sections:


- Имя траектории** (Trajectory name): Text field containing "Траектория2".
- Параметры аппроксимации** (Approximation parameters): Text field for "Точность" (Accuracy) set to "0.1".
- Технологические параметры** (Technological parameters):
 - Файл с инструментом** (Tool file): Text field with a browse button "...".
 - Имя инструмента** (Tool name): Dropdown menu.
 - Частота вращения шп.** (Spindle speed): Text field set to "200".
 - Вращение шпинделя** (Spindle rotation): Radio buttons for "по часовой" (checked) and "против часовой" (counter-clockwise).
 - Ускоренная подача** (Accelerated feed): Text field set to "100".
 - Рабочая подача** (Working feed): Text field set to "50".
 - Включить охлаждение** (Enable cooling): Unchecked checkbox.
- Дополнительные параметры** (Additional parameters):
 - Припуск** (Chamfer): Text field set to "-1".
 - Откидка по X** (X-axis offset): Text field set to "0".
 - Откидка по Z** (Z-axis offset): Text field set to "0".
- Съем** (Cutting): Radio buttons for "По проходам" (checked), "Равномерный" (uniform), and "Фиксированный" (fixed). Text field for "По проходам" is set to "20", and for "Равномерный" is "0.5".
- Параметры отступа** (Offset parameters): Radio buttons for "Авто" and "По величине" (checked). Text field for "По величине" is set to "-1".
- Направление точения** (Turning direction): Radio buttons for "Вдоль оси X", "Вдоль оси Z" (checked), "Направо" (right), and "Вниз" (down).
- Получистовой проход** (Finish pass): Unchecked checkbox.
 - Ускоренная подача** (Accelerated feed): Text field set to "100".
 - Рабочая подача** (Working feed): Text field set to "50".
 - Частота вращения шп.** (Spindle speed): Text field set to "200".
 - Припуск** (Chamfer): Text field set to "0".
 - Отходот детали** (Part offset): Text field set to "0".
- Коррекция** (Correction): Unchecked checkbox. Radio buttons for "Левая" (left), "Номер" (checked), "Правая" (right), and "Величина" (value). Text field for "Номер" is "0", and for "Величина" is "0".
- Круговая интерполяция** (Circular interpolation): Unchecked checkbox.
- Останов** (Stop): Unchecked checkbox.

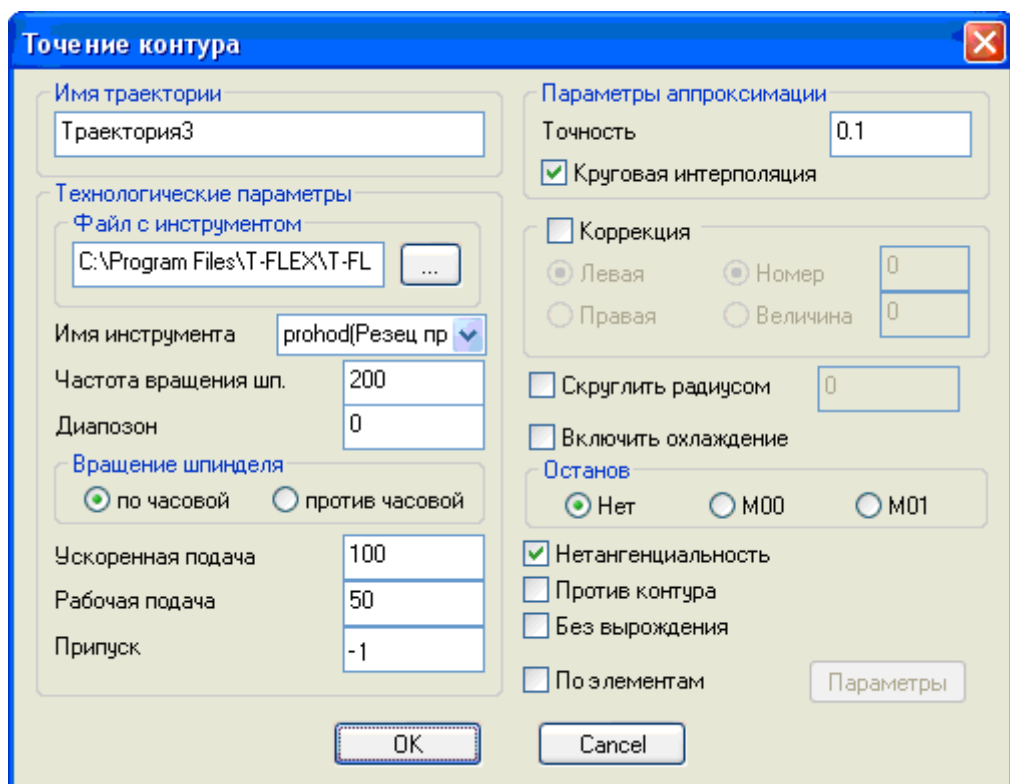
At the bottom of the dialog are "OK" and "Cancel" buttons.


После подбора параметров завершаем создание .

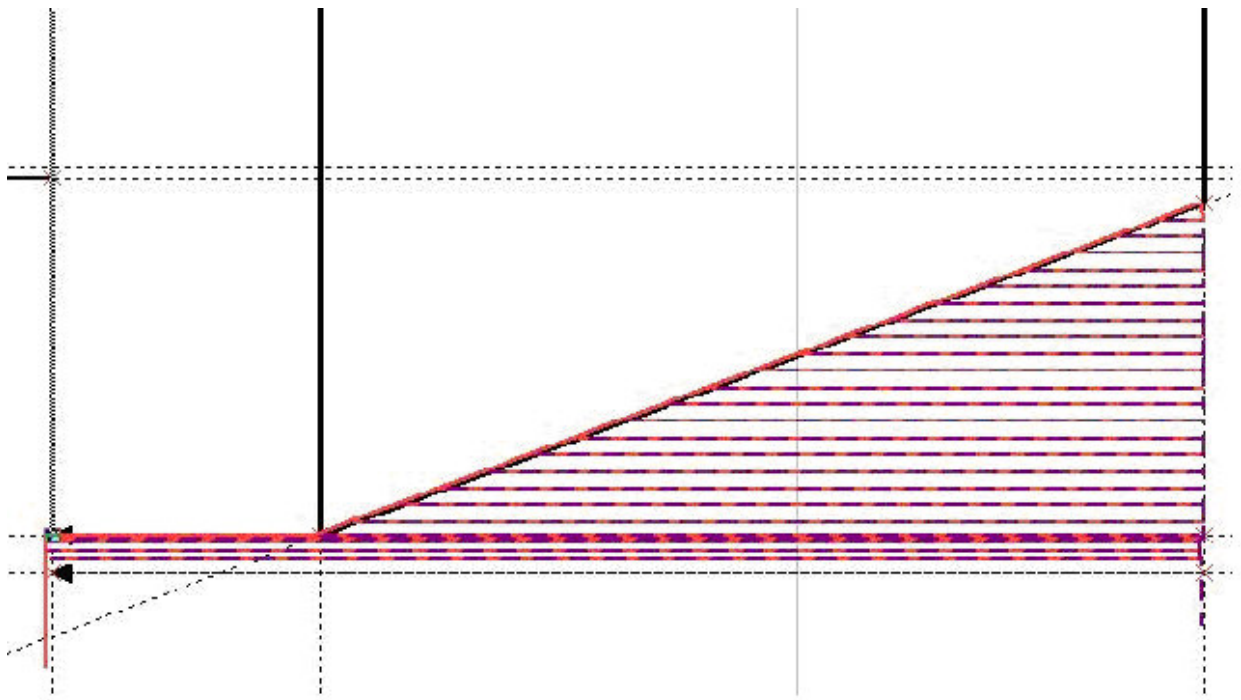



Создадим третью часть траектории. Выберем группу операций «Точение контура»

(кнопка )..Наладки для данной операции указаны в приведенном ниже окне.



Укажем путь №3, выберем инструмент, выберем имя инструмента, зададим параметры отвода инструмента. Отвод должен осуществляться по нормали, укажите расстояние -30 мм. После подбора параметров завершаем создание .

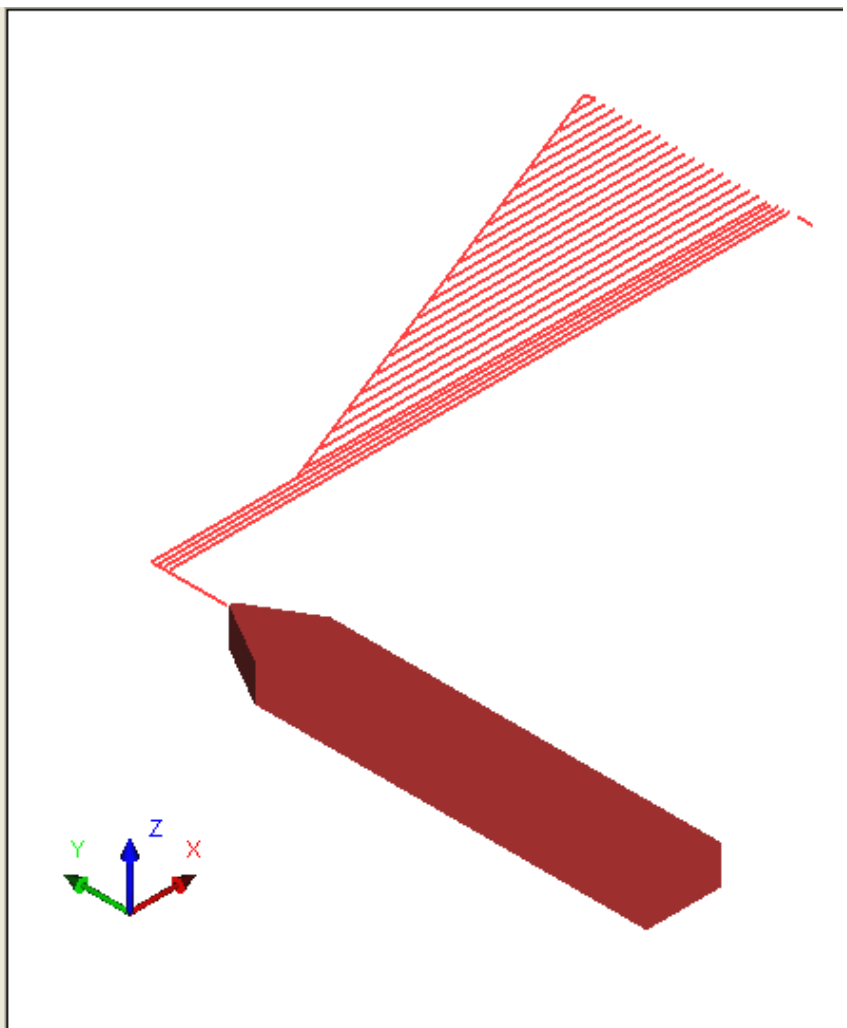


Запустим **Имитацию обработки** (клавиша ) и наблюдаем за результатом рис.12.

```

N550G00X-96.4916Z28.9391
N555G01X-96.4916Z16.7341
N560G01X-96.4916Z16.7341
N565G00X-96.4916Z28.9391
N570G00X-96.4916Z28.9618
N575G00X-97.7072Z28.9618
N580G01X-97.7072Z19.8081
N585G01X-97.7072Z19.8081
N590G00X-97.7072Z28.9618
N595G00X-97.7072Z28.9845
N600G00X-98.9229Z28.9845
N605G01X-98.9229Z22.882
N610G01X-98.9229Z22.882
N615G00X-98.9229Z28.9845
N620G00X-98.9229Z29.0073
N625G00X-100.139Z29.0073
N630G01X-100.139Z25.956
N635G01X-100.139Z25.956
N640G00X-100.139Z29.0073
N645M11
N650Tпроход(Резец проход
N655M03
N660S200
N665F50
N670G01X-101.389Z28.7139
N675G01X-76.5101Z-34.197
N680G01X-76.44Z-34.3747
N685G01X-76.44Z-34.5653
N690G01X-76.44Z-53.47
N695G01X-66.44Z-53.47
N700M11
N705M02
N710M30

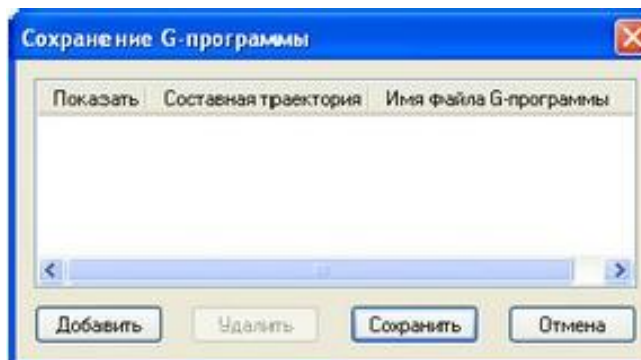
```



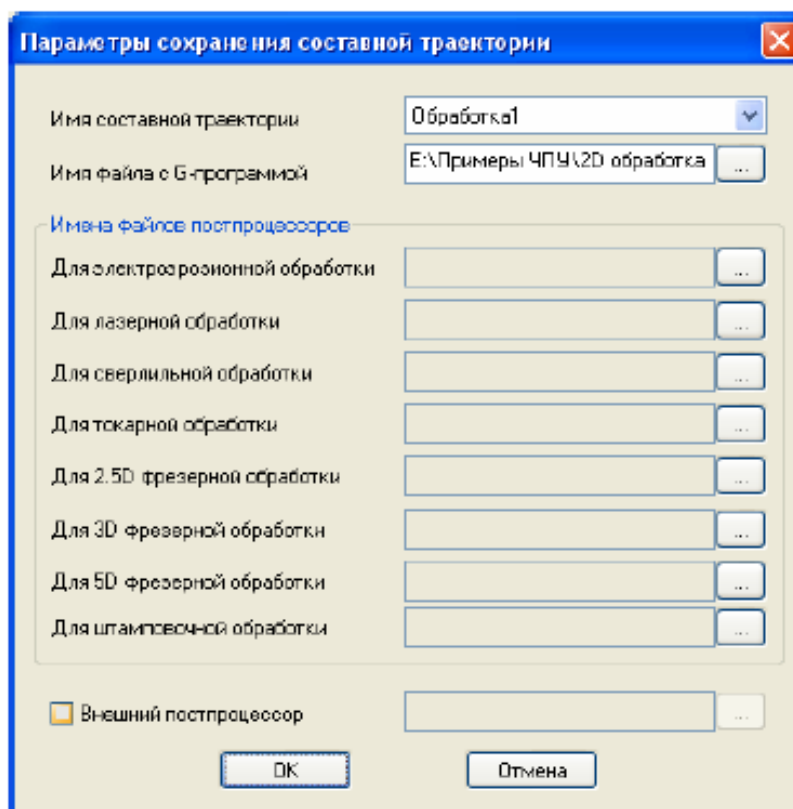
После того как технолог-программист подготовит в системе траекторию обработки, ему необходимо также сгенерировать управляющую программу для используемого станка, с тем постпроцессором, с которым работает данный станок. Для этого следует вызвать команду:

Клавиатура	Текстовое меню	Пиктограмма
	«ЧПУ Сохранение G-программы»	

При вызове любой из этих команд на экране появляется диалоговое окно “Сохранение G-программы”.



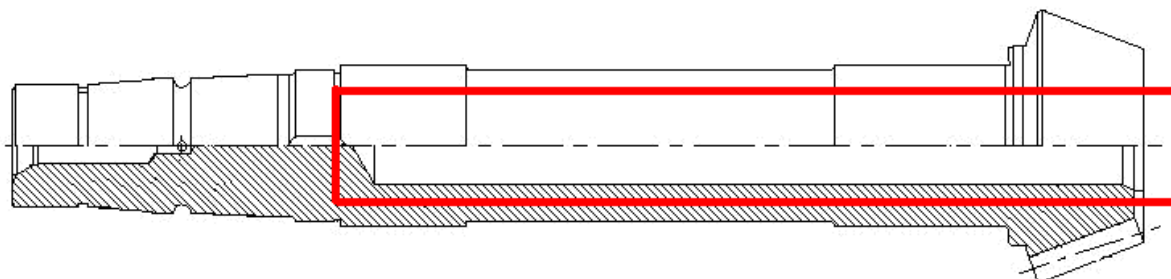
В появившемся на экране окне необходимо нажать кнопку **[Добавить]**, после чего на экране появится окно диалога “Параметры сохранения составной траектории”.



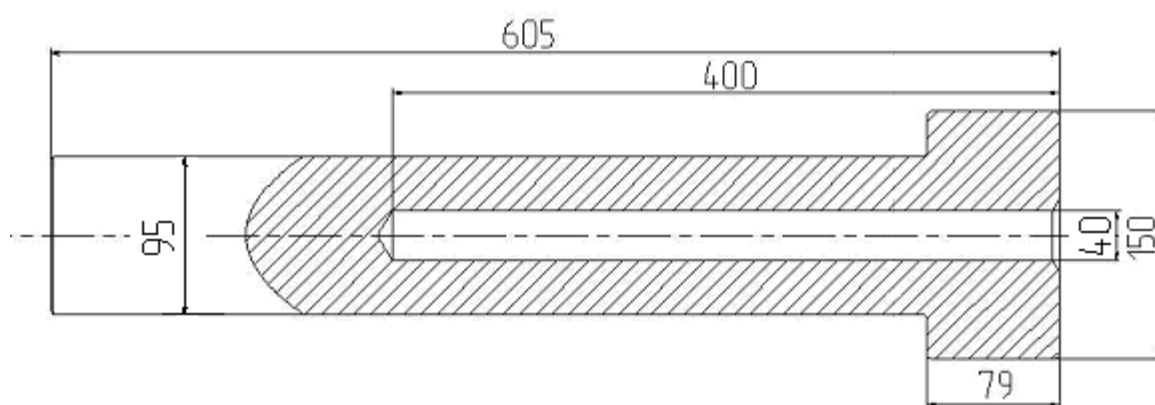
В данном окне последовательно задаются имена необходимых для выбранного типа обработки постпроцессоров, имя управляющей программы и место её сохранения (личная папка студента).

Осевое сверление.

Обрабатываемый элемент отмечен рамкой на 2D модели вал-шестерни.



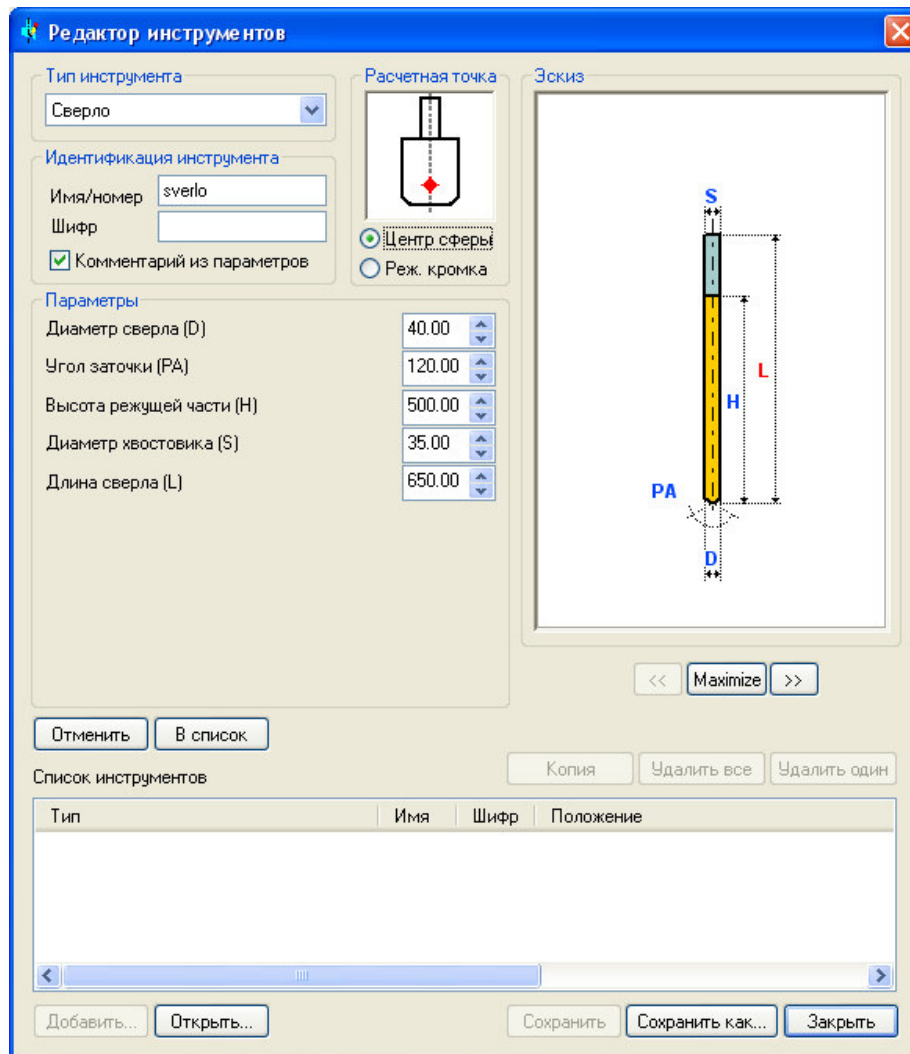
Вычертить операционный эскиз заготовки детали.



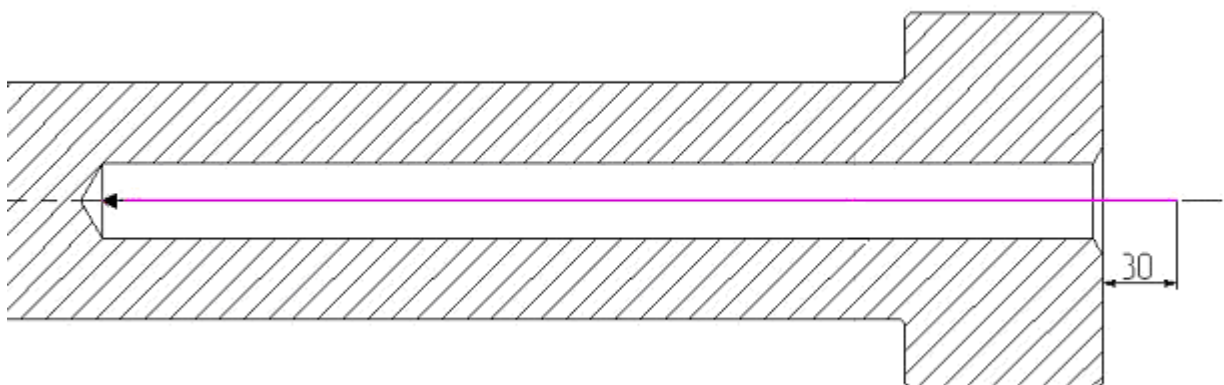
Создадим инструмент для обработки данного отверстия. Это будет сверло для глубокого сверления диаметром 40 мм. Откроем редактор инструментов.


Клавиатура	Текстовое меню	Пиктограмма
	«ЧПУ Редактор инструментов»	

Выберем тип инструмента **Сверло**, укажем высоту режущей части 500 мм, длину сверла 600 мм, диаметр хвостовика 35 мм. Длина режущей части должна быть больше, чем длина отверстия для успешного выполнения операции. Сохраняем инструмент.



Построим путь движения точки касания инструмента. Путь всегда указывается по оси вращения детали.

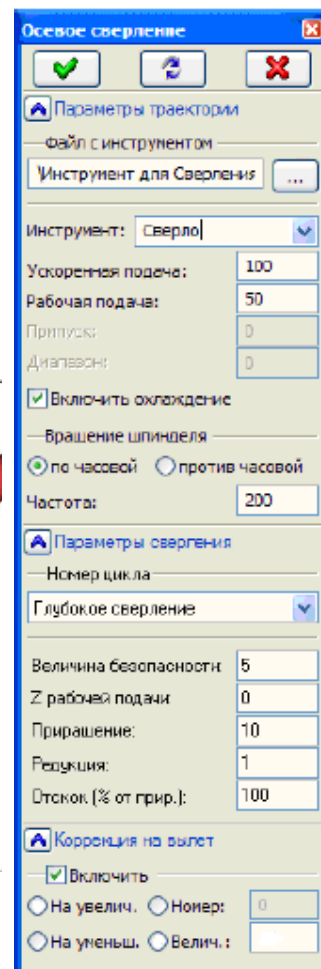
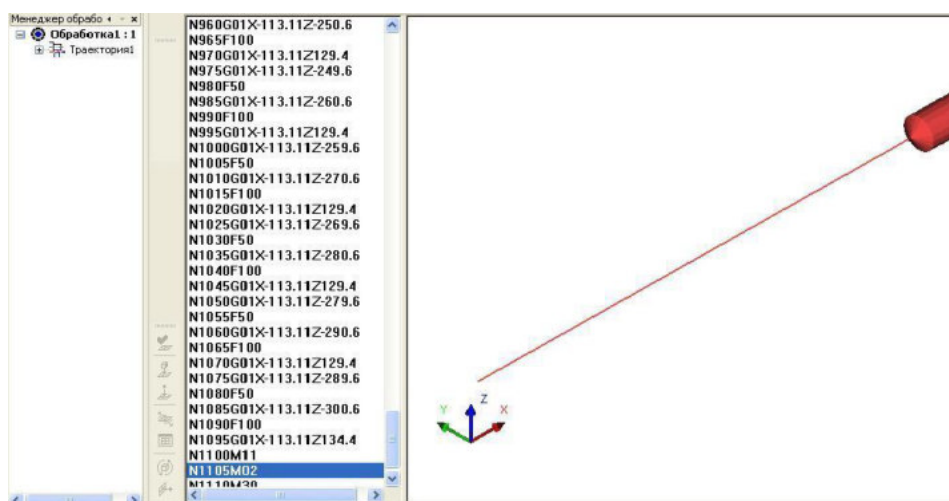


Создадим траекторию обработки. Для этого выберем **Токарную обработку** . После чего появится автоменю со списком операций, которые возможно создать в рамках этой группы: «Осевое сверление», «Осевое сверление». В нашем случае будет

использоваться «Осевое сверление» . Укажем номер цикла «Глубокое сверление».

Укажем инструмент, имя инструмента, укажем путь, завершим создание.

Посмотрим результат, используя имитатор обработки



Сохраним управляющую программу. При сохранении необходимо использовать постпроцессор под именем ТОК.PCF.

10. Тематика рефератов/докладов/эссе, методические рекомендации по выполнению контрольных и курсовых работ, иные материалы

Методические рекомендации по проведению практических занятий

Практическое занятие — вид самостоятельной практической и исследовательской работы студентов, с целью углубления и закрепления теоретических знаний, развития навыков самостоятельного экспериментирования.

Учебно-методические материалы практических занятий по курсу «САПР технологического оснащения» включают методические указания по подготовке и проведению лабораторных занятий в печатном и электронном виде, содержащие:

а) план проведения занятий с указанием последовательности рассматриваемых тем занятий, объема часов, отводимых для освоения материалов по каждой теме;

б) практикум, позволяющий студенту ознакомиться с сущностью вопросов, изучаемых на лабораторном занятии, со ссылками на дополнительные учебно-методические материалы, которые позволяют изучить более глубоко рассматриваемые вопросы: Глухов В.С. Основы автоматизации технологических процессов

в) электронные учебно-методические пособия:

1. Малюх.В. Введение в современные САПР, М. ДМК, 2014 стр. 19-28
2. Берлинер Э.М., Таратынов О.В. САПР конструктора машиностроителя, М. Форум, 2015, стр.5-72

Студент может также пользоваться другой учебной и методической литературой.

Преподаватель, проводящий практические занятия, должен обеспечить каждого студента методическими пособиями по проведению практикума и объяснить ему, что студент должен дома подготовить форму отчёта на писчей бумаге формата А4, самостоятельно изучить теоретический материал к предстоящему практическому занятию, законспектировать основные теоретические положения и ознакомиться с порядком и сущностью выполнения работы и требованиями написания отчёта о выполненных исследованиях.

На практическом занятии: - знакомит студентов с порядком выполнения очередного задания;

- преподаватель объясняет основные теоретические вопросы исследуемой темы, отвечает на вопросы студентов которые возникли у них при самостоятельном изучении теоретического материала ;

- преподаватель проводит опрос каждого студента по теории.

- тем студентам, которые положительно отчитались по теоретическому материалу, преподаватель разрешает приступить к практической части выполнения задания;

- студент, выполнивший во время планируемого занятия работу, оформляет и сдаёт отчёт о проделанной работе;

- преподаватель на этом же занятии проверяет отчет и проводит зачёт или на зачет выполнения;

- студент, не сдавший теоретическую часть работы, выполнению практической части не допускается и обязан на консультации сдать задолженность перед следующей работой;

- студент, не выполнивший практическую часть работы, продолжает её выполнение на следующем занятии.

Студенты, своевременно выполнившие все задания, на последнем практическом занятии получают зачёт.

Методические указания по самостоятельной работе студентов

Ведущему преподавателю необходимо составить план использования отведенной рабочей программой времени на самостоятельную работу студентов, где следует указать тематику, формы и сроки отчетности о выполнении.

Самостоятельная работа студентов, предусмотренная учебным планом в объеме не менее 50–70% общего количества часов, должна соответствовать более глубокому усвоению изучаемого курса, формировать навыки исследовательской работы и ориентировать студентов на умение применять теоретические знания на практике, но и способствовать развитию у студентов творческих навыков, инициативы, умению организовать свое время.

При выполнении плана самостоятельной работы студенту необходимо прочитать теоретический материал не только в учебниках и учебных пособиях, указанных в библиографических списках, но и познакомиться с публикациями в периодических изданиях.

Студенту необходимо творчески переработать изученный самостоятельно материал и представить его для отчета в форме тезисов, опорных материалов, рекомендаций, схем и т.п.

Все виды самостоятельной работы и планируемые на их выполнение затраты времени в часах исходят из того, что студент достаточно активно работал в аудитории, слушая лекции и изучая материал на практических занятиях. По всем недостаточно понятым вопросам он своевременно получил информацию на консультациях.

В случае пропуска лекций и практических занятий студенту потребуется сверхнормативное время на освоение пропущенного материала.

Для закрепления материала лекций достаточно, перелистывая конспект или читая его, мысленно восстановить прослушанный материал.

Для подготовки к практическим занятиям нужно рассмотреть контрольные вопросы, при необходимости обратиться к рекомендуемой учебной литературе, записать непонятные моменты в вопросах для уяснения их на предстоящем занятии.

Подготовка к зачету должна осуществляться на основе лекционного материала, материала практических занятий с обязательным обращением к основным учебникам по курсу. Это исключит ошибки в понимании материала, облегчит его осмысление, прокомментирует материал многочисленными примерами, которые в лекциях, как правило, не приводятся.

Если материал понятен, то затрачивать время на консультации, проводимые обычно перед зачетом, совсем необязательно. На консультацию нужно идти лишь с целью уяснения непонятого материала.

Основными видами самостоятельной работы студентов по курсу «САПР технологического оснащения» является:

- проработка учебного материала (по конспектам лекций учебной и научной литературе);
- конспектирование первоисточников и другой учебной литературы;
- поиск и обзор научных публикаций и электронных источников информации, подготовка заключения по обзору;
- подготовка к практическим занятиям курса;
- написание научных докладов к студенческой кафедральной конференции;
- работа с тестами и вопросами для самопроверки;
- подготовка к зачету;