

Федеральное агентство по образованию  
Государственное образовательное учреждение высшего  
профессионального образования  
«Ярославский государственный технический университет»  
Кафедра «Технология машиностроения»

Отчет защищен  
с оценкой  
Преподаватель  
канд. техн. наук, доцент  
О.Н. Калачев  
13.06.2006

**ОТЧЕТ О ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТАХ  
ПО КУРСУ  
“СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО  
ПРОЕКТИРОВАНИЯ  
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ”**

ЯГТУ 151001.65-008 ЛР

Отчет выполнил  
студент гр. МТ-46  
А.Н. Кокурин  
13.06.2006

## Содержание

1 Построение криволинейного контура средствами программы AutoCAD 2004 .....	3
2 Использование объектных привязок и отслеживания в AutoCAD 2004 .....	10
3 Использование пакета MecaniCS 4.5 для создания чертежа по требованиям ЕСКД .....	18
4 Создание выдавливанием 3D модели в AutoCAD 2004 .....	28
5 Создание вращением и выдавливанием 3D-модели в AutoCAD 2004.....	39
6 Создание блоков и палитры с библиотекой блоков для простановки обозначений опор, зажимов и установочных устройств на ОЭ .....	45
7 Расчет оптимального режима резания по программе KONCUT .....	55
8 Размерный анализ ТП и расчет технологических размеров на базе программы построения и решения технологических размерных цепей KON7..	61
9 Проектирование технологической документации в виде ОК и МК в САПР ТП ТехноПро .....	67
10 Формирование БД технологического назначения (станки или инструменты) в СУБД Access .....	71
11 Список использованных источников .....	79

## Лабораторная работа №1 Построение криволинейного контура средствами программы AutoCAD

### 1 Цель работы

Ознакомление и приобретение навыков работы с программой AutoCAD 2004.

### 2 Исходные данные

Вариант №8. Криволинейный контур задан на рисунке 1,[2].

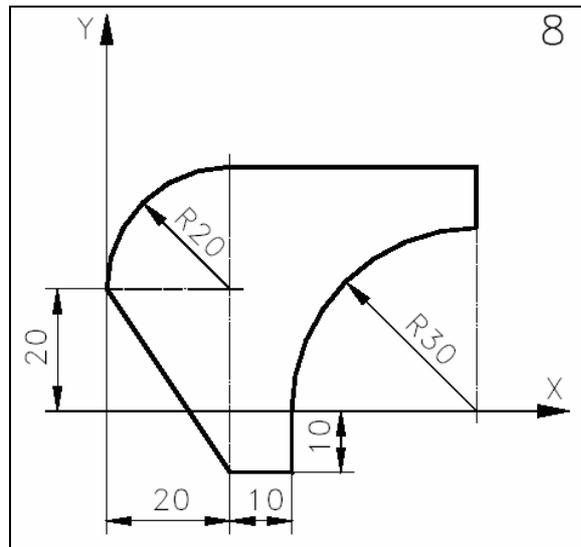


Рисунок 1 – Исходные данные

### 3 Методика

3.1 Запускаем AutoCAD 2004. Общий вид программы при запуске приведен на рисунке 2.

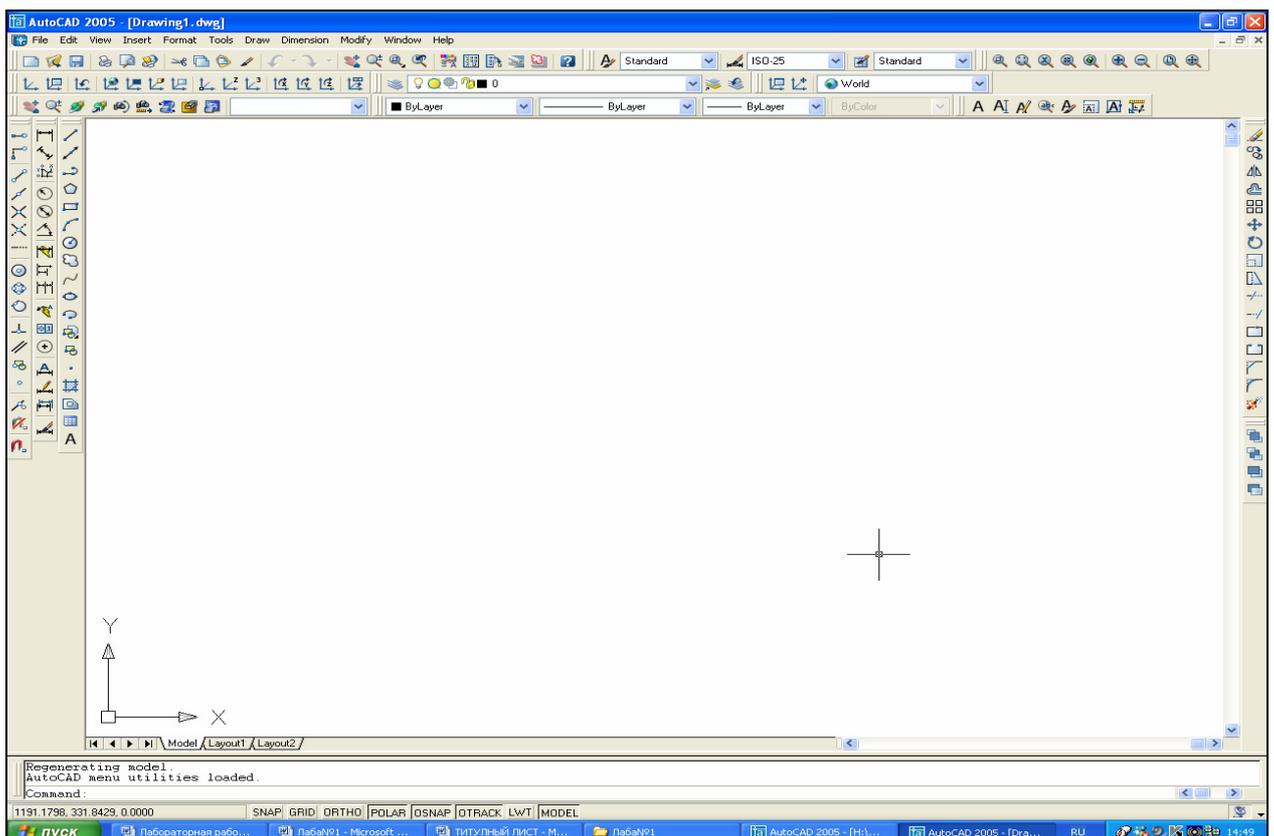


Рисунок 2 – Запуск системы

3.2 Открываю выпадающее меню «Format». Выбираю «Drawing limits» и задаю параметры листа 210 на 297 (рисунок 3).

```
Specify lower left corner or [ON/OFF] <0.0000,0.0000>: 0,0  
Specify upper right corner <420.0000,297.0000>: 210,297
```



Рисунок 3 – Параметры листа

3.3 Строю контур в полярных координатах (нажимаю «Polar»). Включаю сетку «Grid» и шаг «Snap» (Snap X spacing 10, Snap Y spacing 10). С помощью команды «Line» строю первый отрезок. Первую точку отрезка указываем мышью на экране, вторую – с использованием относительных декартовых координат:

```
Specify next point or [Undo]: @20,-30
```

Полученные результаты представлены на рисунке 4.

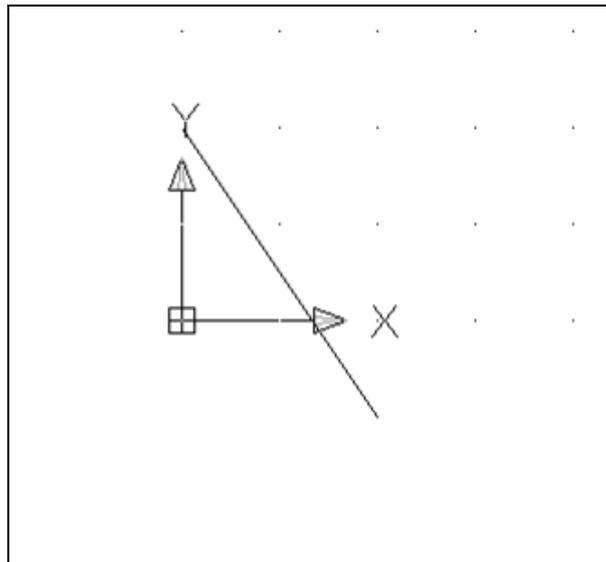


Рисунок 4 – Построение контура

3.4 Далее строю вторую и третью линию аналогично первой. Затем для построения окружности выбираю «Circle», задаю радиус 30мм.

Далее, используя относительные декартовы координаты, вводим центр окружности:

```
from Base point: <Offset>: @30,0
```

Указываем радиус окружности:

```
Specify radius of circle or [Diameter]: 30
```

Полученные результаты представлены на рисунке 5.

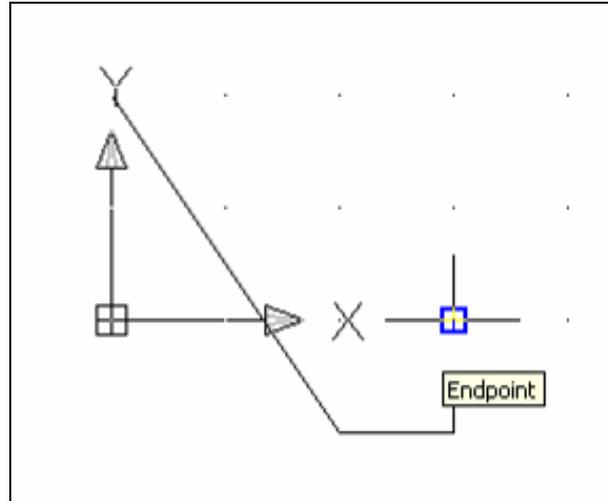


Рисунок 5 – Построение контура

3.5 Аналогично строю вторую окружность радиусом 20мм. Достаиваю контур (рисунок 6).

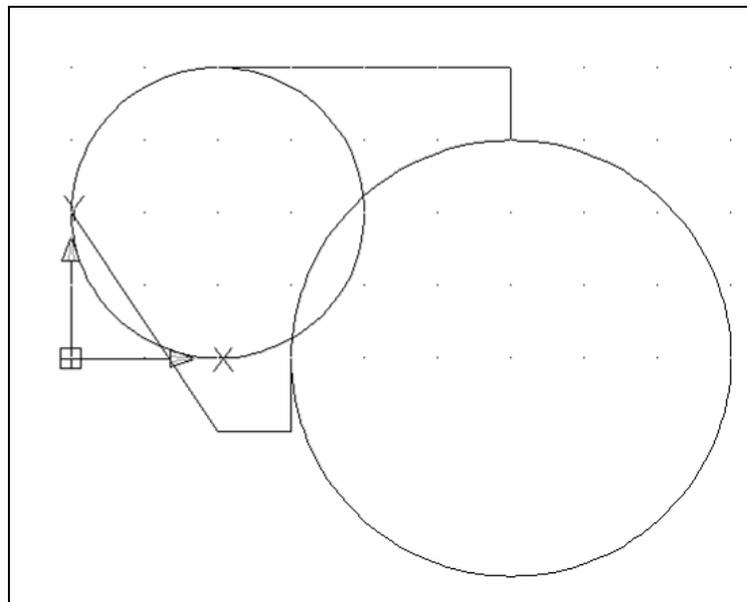


Рисунок 6 – Построение контура

3.6 Используя на панели редактирования команду «Trim», удаляю ненужные части окружностей. Выбираем объекты, по границе которых будет происходить обрезка:

Select cutting edges ...

Окончание выбора объектов – щелчок правой кнопкой мыши. Далее выбираем объекты, которые необходимо обрезать:

Select object to trim or shift-select to extend or [Project/Edge/Undo]:

Окончание выбора объектов – щелчок правой кнопкой мыши.

Результат выполнения команды показан на рисунке 7.

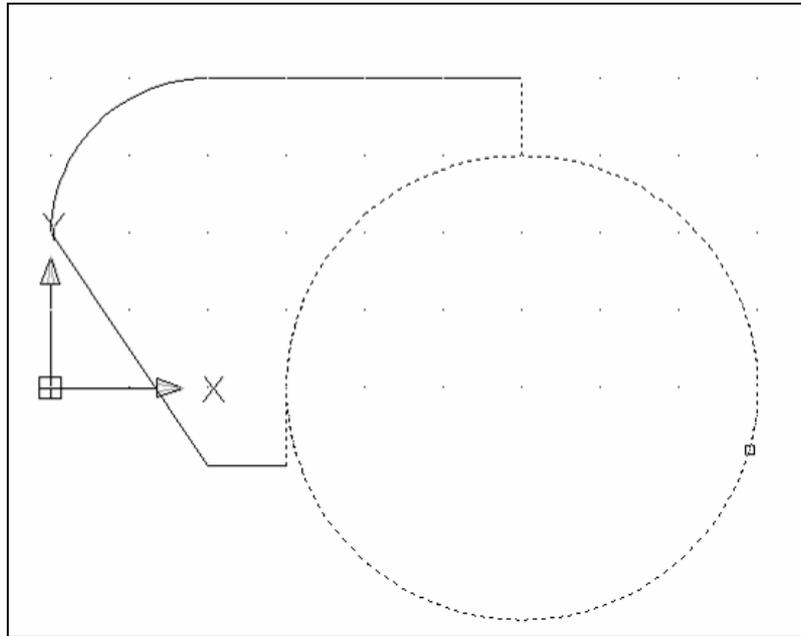


Рисунок 7 – Команда Trim

3.7 Обвожу полученный контур, используя команду «Polyline». Задаю толщину линии. Для того чтобы обвести дуги окружностей, не покидая команду «Polyline», выбираю команду «Arc» (рисунок 8).

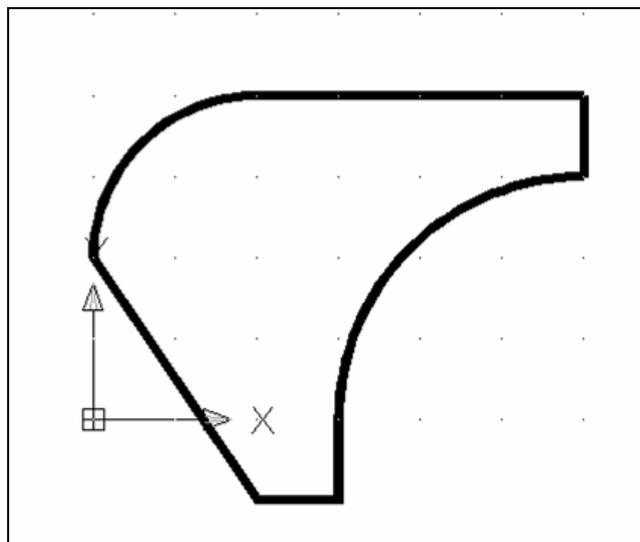


Рисунок 8 – Команда «Polyline»

3.8 Строю координатные оси, используя линии-выноски (команда «Qleader»). Вначале строим их в стороне от чертежа, затем выделяем, нажимаем правую кнопку мыши, и из контекстного меню выбираем команду «Move». Указываем базовую точку – пересечение линий-выносок и с помощью объектной привязки «From» указываем точку вставки. Результат выполнения показан на рисунке 9.

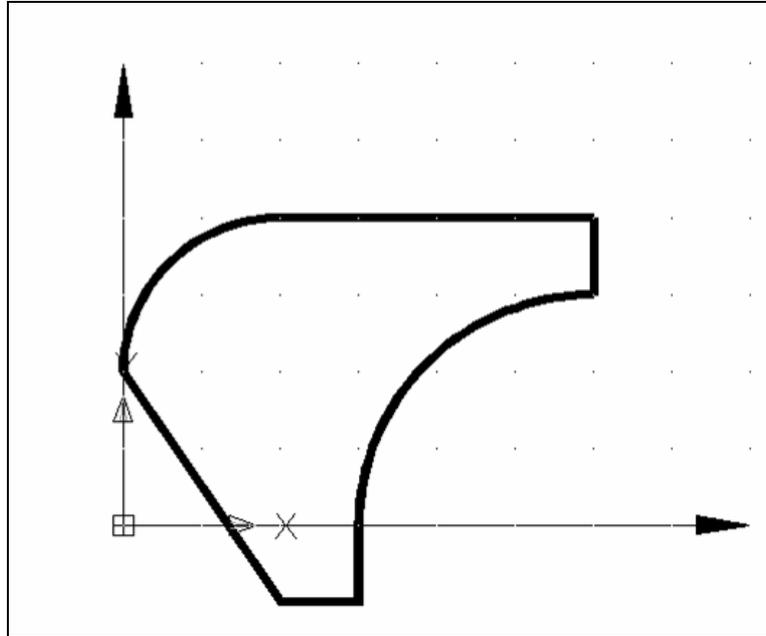


Рисунок 9 – Координатные оси

3.9 Используя команду «Center Mark» строю осевые линии. Меняю тип линии на ACAD...W100 (рисунок 10).

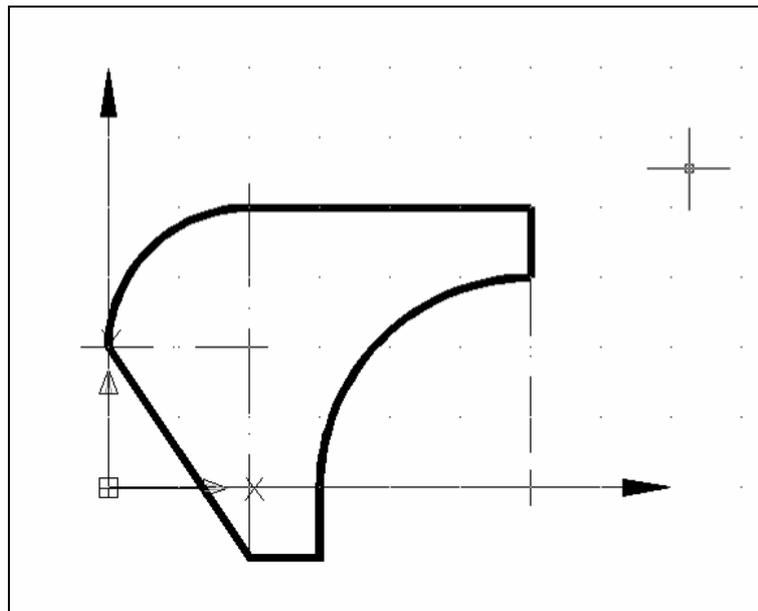


Рисунок 10 – Осевые линии

3.10 С помощью команды «Linear Dimension» проставляю линейные размеры, «Radius Dimension» проставляю радиусы, «Multiline Text» обозначаю оси X,Y (рисунок 11).

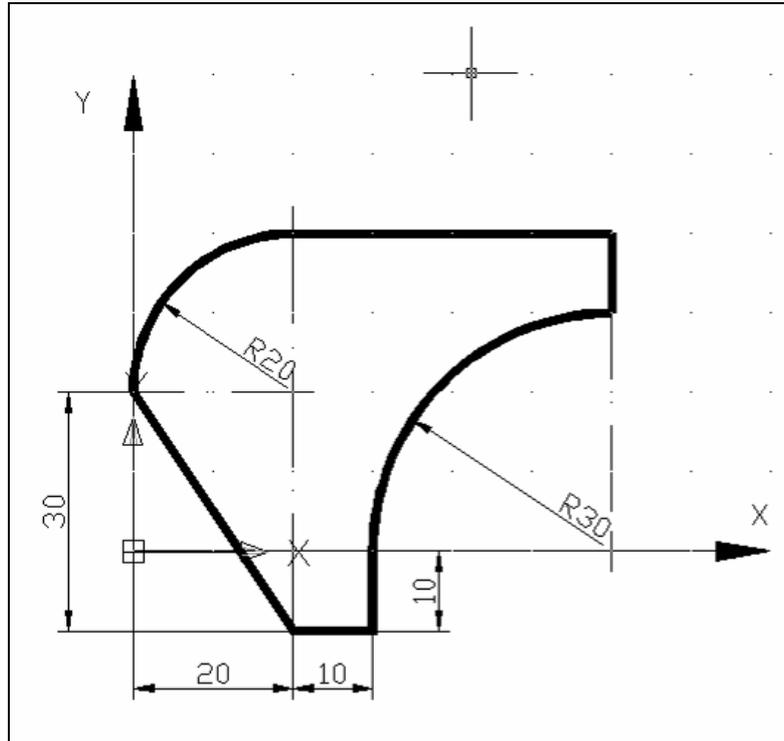


Рисунок 11 – Размеры и текст

3.11 Создаю слои: контур, размеры, осевые линии, текст. Переносу элементы эскиза на соответствующие слои (рисунок 12).

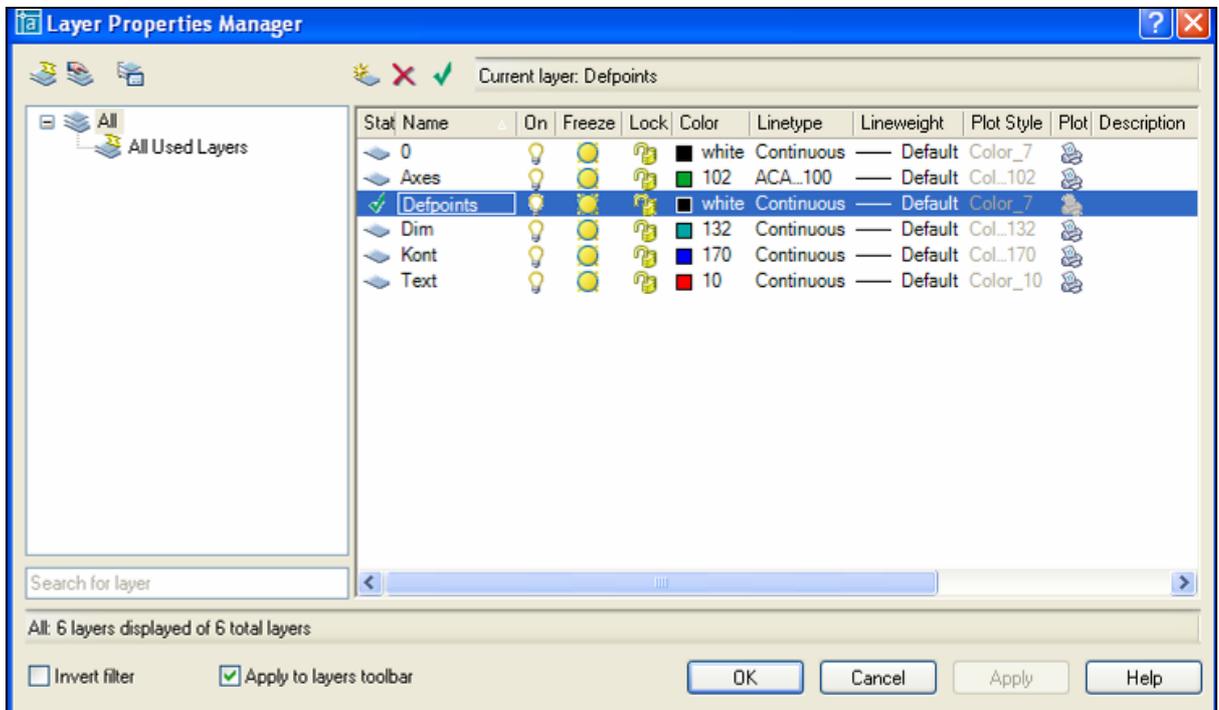


Рисунок 12 – Слои

### 3.12 Результат представлен на рисунке 13.

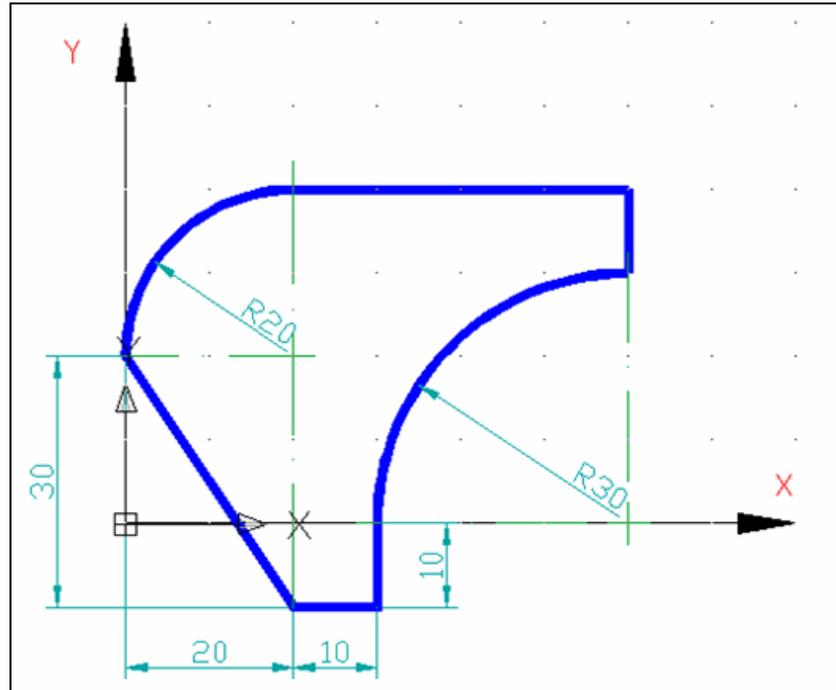


Рисунок 13 – Результат

#### 4 Обсуждение результатов

Полученные навыки могут быть использованы при построении чертежей деталей и оборудования. При выполнении данной работы встретились трудности, связанные с вставкой и размещением снимков экрана в текстовый редактор Microsoft Word. Для уменьшения объема данных (размеров файлов) графические данные были сохранены в формате \*.jpg.

#### 5 Выводы

В ходе выполнения данной работы были получены навыки создания примитивов и использования объектных привязок необходимые в дальнейшем при построении чертежей.

## Лабораторная работа №2

### Построение чертежей с использованием привязок в AutoCAD 2004

#### 1 Цель работы

Получение навыков работы с объектными привязками в AutoCAD 2004 и построение с помощью их фигур.

#### 2 Исходные данные

Исходные данные берем из конспекта лекций, [1].

#### 3 Методика

3.1 Пример 1. Построение окружности в центре квадрата.

3.1.1 Строим квадрат в произвольном месте экрана.

3.1.2 Нажимаем на кнопку «Circle».

3.1.3 Для указания центра окружности используем одношаговую привязку «Tracking».

3.1.4 Используем одношаговую привязку «Snap to Midpoint».

3.1.5 Подводим мышь к середине стороны квадрата и, когда появится значок привязки к середине отрезка, нажимаем левую кнопку мыши (рисунок 1).

В командной строке видим:

```
Command: _circle Specify center point for circle or [3P/2P/Ttr (tan tan radius)]: _tt Specify temporary OTRACK point: _mid of
```

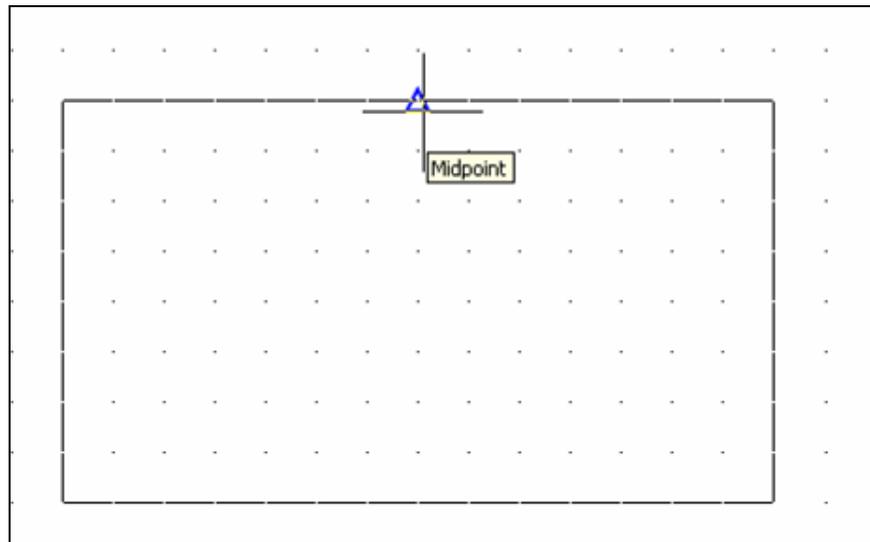


Рисунок 1 – Привязка «Midpoint»

3.1.6 Выполняем пункты 3.1.3-3.1.5, но выполняем привязку к середине другой стороны квадрата.

3.1.7 Подводим мышь к центру квадрата и указываем щелчком левой кнопки мыши центр окружности на пересечении линий отслеживания (рисунок 2).

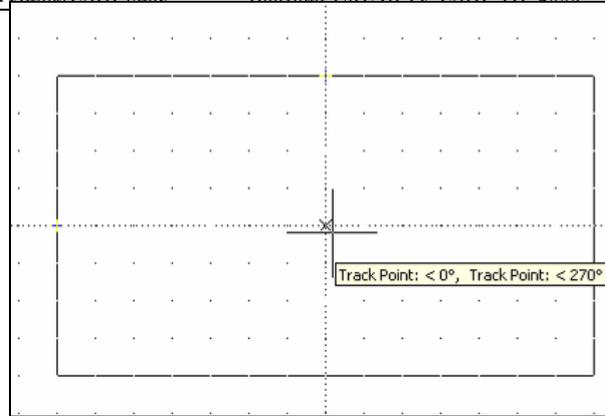


Рисунок 2 – Привязка «Track Point»

3.1.8 Указываем в командной строке радиус окружности:

Specify radius of circle or [Diameter]: 30

3.1.9 Результат выполнения показан на рисунке 3.

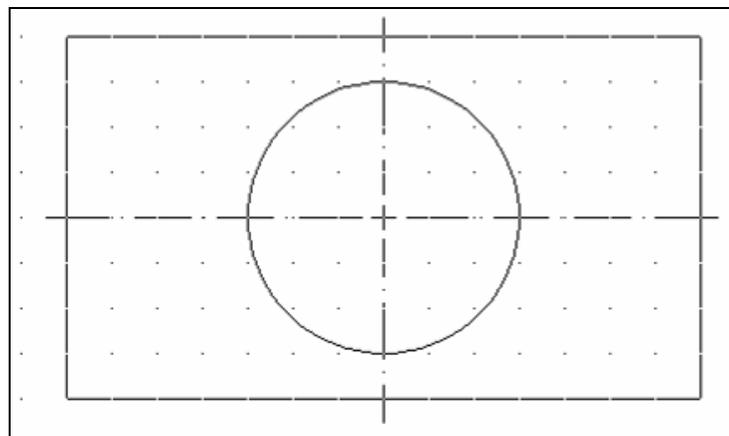


Рисунок 3 – Результат

3.2 Пример 2. Строим окружность с центром на заданном расстоянии от угла прямоугольника.

3.2.1 Строим прямоугольник.

3.2.2 Нажимаем кнопку «Circle».

3.2.3 Нажимаем кнопку одношаговой привязки «Tracking».

3.2.4 Нажимаем кнопку одношаговой объектной привязки «Endpoint».

3.2.5 Подводим указатель к левому верхнему углу квадрата и нажимаем левую кнопку мыши, когда появится значок привязки «Endpoint» (рисунок 4).

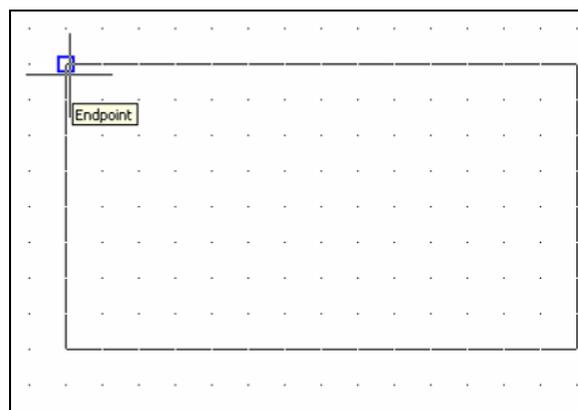


Рисунок 4 – Привязка «Endpoint»

3.2.6 В командной строке вводим относительные полярные координаты центра окружности:

<Offset>: @40,-30

3.2.7 Указываем радиус окружности:

Specify radius of circle or [Diameter] <30.0000>: 10

3.2.8 Результат выполнения показан на рисунке 5.

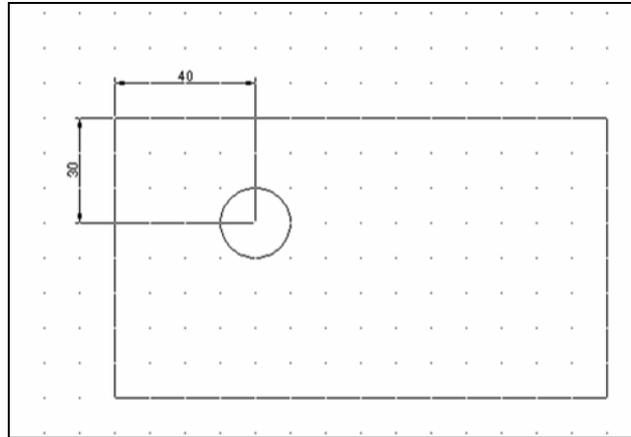


Рисунок 5 – Результат

3.3 Пример 3. Строим четыре окружности на заданном расстоянии от центра квадрата.

3.3.1 Строим первую окружность. Выбираем кнопку «Circle».

3.3.2 Нажимаем кнопку одношаговой привязки «Tracking».

3.3.3 Нажимаем кнопку привязки к середине отрезка.

3.3.4 Подводим перекрестье к середине стороны квадрата и нажимаем левую кнопку мыши, когда появляется значок привязки.

3.3.5 Выполняем пункты 3.3.2 – 3.3.4 для другой стороны квадрата.

3.3.6 Нажимаем кнопку одношаговой привязки «From».

3.3.7 Подводим перекрестье к середине квадрата, в этом месте на пересечении линий отслеживания появляется косой крестик (рисунок 6). Нажимаем левую кнопку мыши.

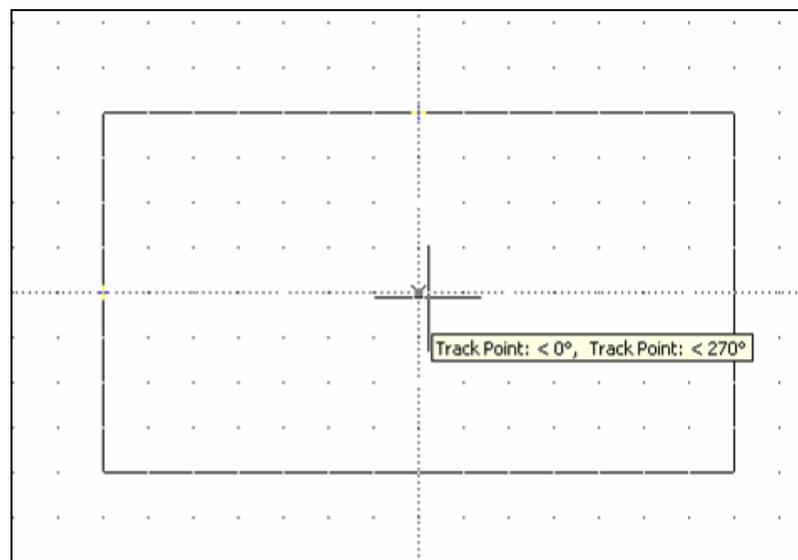


Рисунок 6 – Привязка «Track Point»

### 3.3.8 Вводим относительные координаты смещения центра окружности:

Specify center point for circle or [3P/2P/Ttr (tan tan radius)]:

from Base point: <Offset>: @-40,20

### 3.3.9 Вводим радиус окружности:

Specify radius of circle or [Diameter]: 10

### 3.3.10 Прodelываем аналогичные операции для трех других окружностей.

3.3.11 Проставляем осевые линии у окружностей и квадрата, проставляем линейные размеры. Результат представлен на рисунке 7.

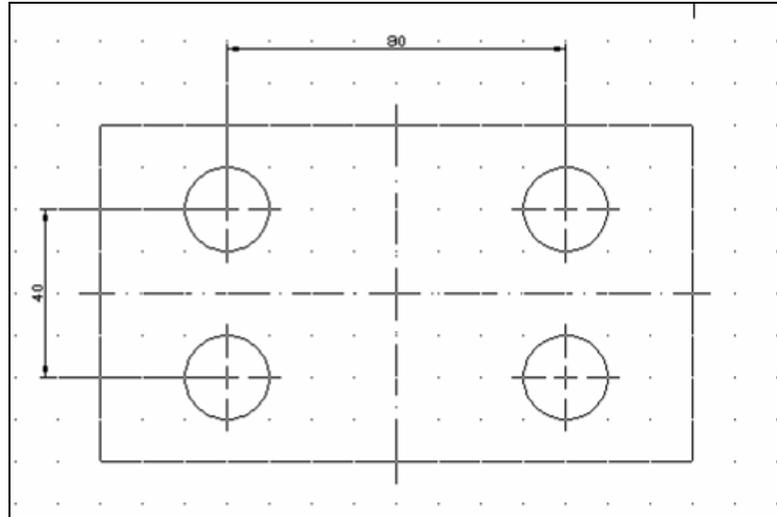


Рисунок 7 – Результат

3.4 Пример 4. Строим отрезок, касательный к окружности под заданным углом к другому отрезку.

3.4.1 Проводим предварительные построения, представленные на рисунке 8. Левая вертикальная линия строится длинной, чтобы затем можно было обрезать выступающую часть.

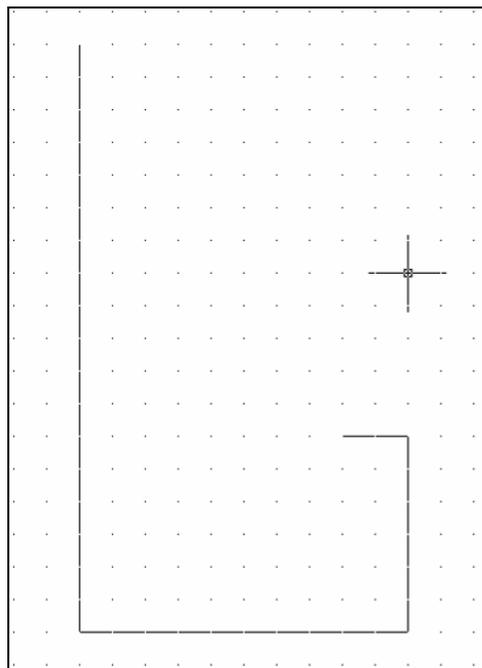


Рисунок 8 – Привязка «Track Point» совместно с привязкой «From».

3.4.2 Строю окружность. Сначала выбираю кнопку «Circle», затем «Snap to Endpoint», а потом «Snap From». Подвожу курсор к правой вертикальной линии, щелкаю левой кнопкой мыши на ее окончании и ввожу отступ:

offset: @-40,0.

Затем ввожу радиус окружности 20мм (рисунок 9).

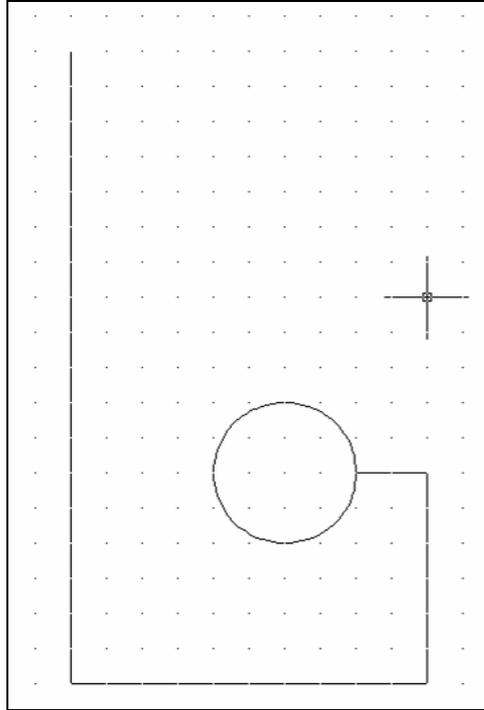


Рисунок 9 –Привязка «Snap to Endpoint»

3.4.4 Используя привязку «Snap to Tangent» строю касательную к окружности. Сначала выбираю «Line» а затем указанную привязку. Подвожу курсор к окружности и нажимаю левую кнопку мыши. Затем указываю длину касательной и угол: @100<120 (рисунок 10).

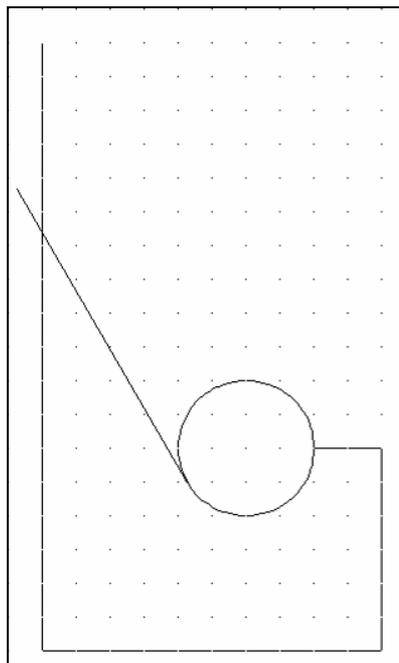


Рисунок 10 – Привязка «Snap to Tangent»

3.4.5 Усекаю ненужные линии при помощи команды «Trim», сначала указав чем режем, а потом что режем (рисунок 11).

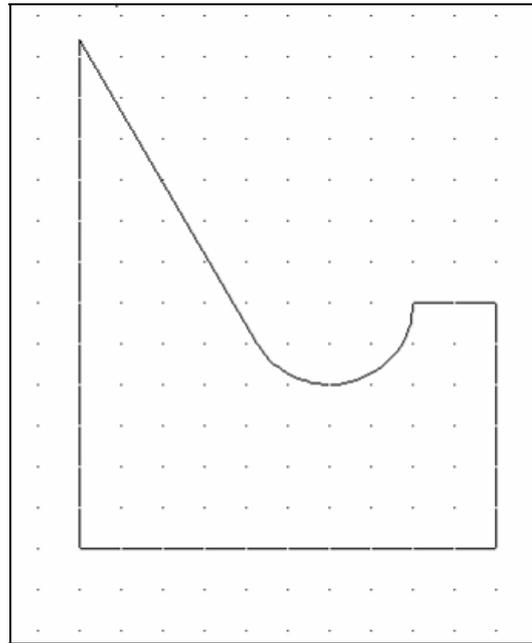


Рисунок 11 – Результат

3.5 Пример 5. Построить заданный контур.

3.5.1 Строю окружность радиусом 40мм. Выбираю «Tools → New USC → Origin» и переношу систему координат в центр окружности. Затем строю эквидистанту к окружности. Выбираю команду «Offset», затем указываю окружность и направление приращения, нажимаю левую кнопку мыши. Далее указываю величину приращения 20мм (рисунок 12).

Specify offset distance or [Through] <0.0000>: 20

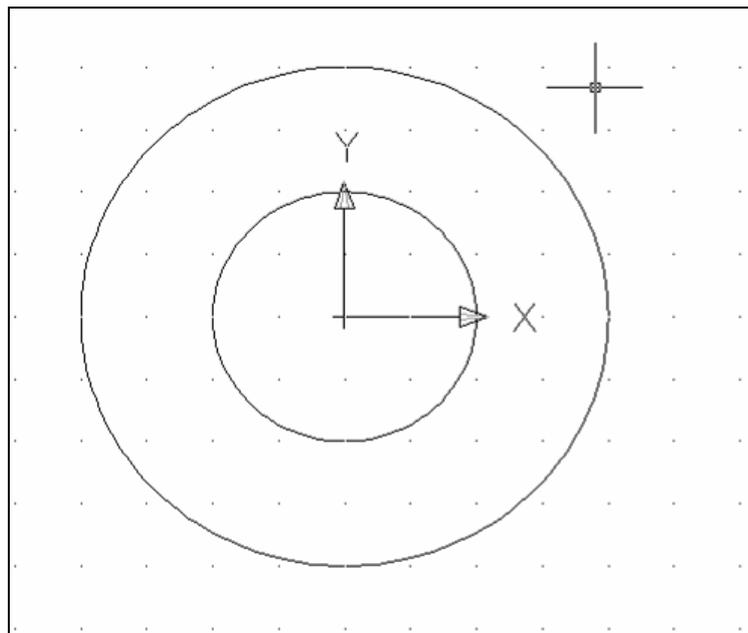


Рисунок 12 – Построение окружности и эквидистанты

3.5.2 Строю правую окружность. Для этого выбираю «Circle», затем последовательно привязки «Temporary Tracking Point» и «Snap to Center». Подвожу курсор в центр первой окружности, нажимаю левую кнопку мыши. Возникает «трасса», которая связывает центры окружностей (рисунок 13).

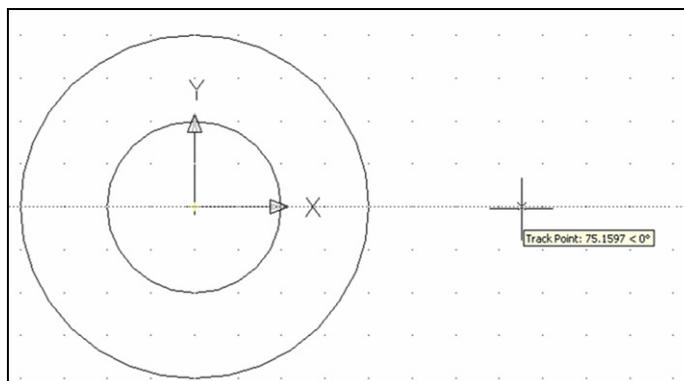


Рисунок 13 – Привязка «Snap to Center»

3.5.3 Затем ввожу межцентровое расстояние 200мм:

Circle Specify center point for circle or [3P/2P/Ttr (tan tan radius)]: \_from Base point: \_cen of  
<Offset>: @200,0

и радиус окружности 30мм:

Specify radius of circle or [Diameter] <29.9241>: 30

К получившейся окружности строю эквидистанту приращением 15мм:

Specify offset distance or [Through] <20.0000>: 15

Результат показан на рисунке 14.

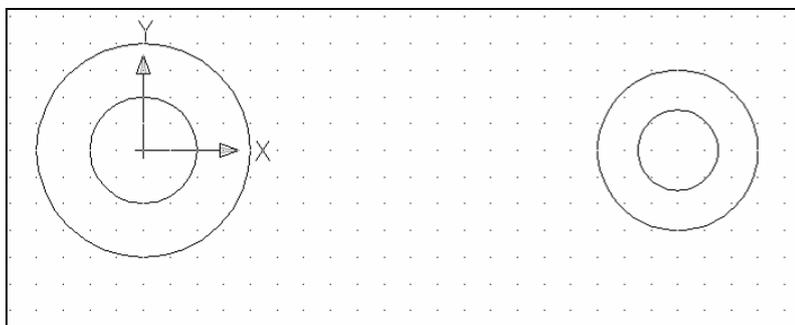


Рисунок 14 – Построение второй окружности и эквидистанты

3.5.4 При помощи привязку «Snap to Tangent» строю касательную к окружностям. Выбираю «Line» затем указанную привязку. Щелкаю левой кнопкой мыши на левой окружности, а затем снова выбираю привязку и щелкаю на правой окружности (рисунок 15).

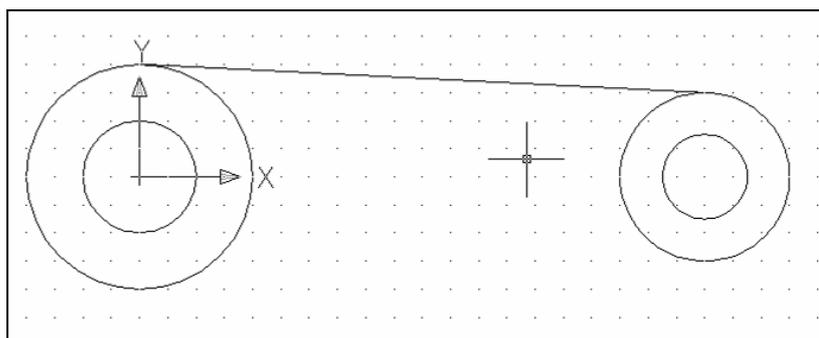


Рисунок 15 – Привязка «Snap to Tangent»

3.5.5 Строю осевые линии и при помощи команды «Mirror» отображаю вторую касательную (рисунок 16).

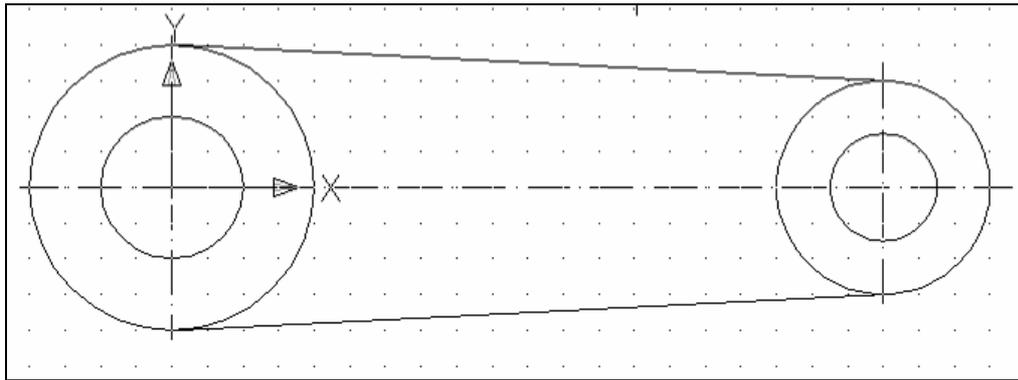


Рисунок 16 – Команда «Mirror»

3.5.6 Удаляю ненужные части окружности при помощи команды «Trim». Результат представлен на рисунке 17.

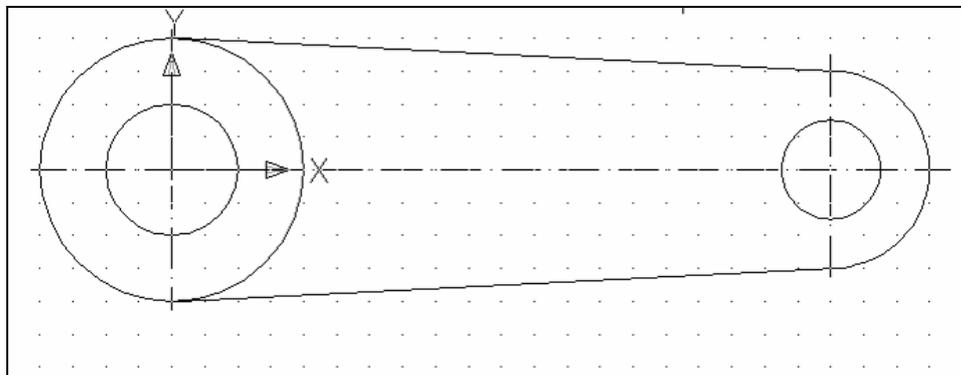


Рисунок 17 – Результат

#### 4 Обсуждение результатов

Полученные знания и навыки работы в AutoCAD 2004 могут быть использованы при выполнении курсового проекта, а также дипломной работы.

#### 5 Выводы

В ходе выполнения лабораторной работы научился строить простейшие криволинейные примитивы с использованием абсолютных, относительных декартовых, относительных полярных координат, с использованием привязок.

## Лабораторная работа №3

### Построение эскизов средствами программы MechaniCS

#### 1 Цель работы

Получение основных навыков работы в программе MechaniCS.

#### 2 Исходные данные

Вариант №8. Контур детали представлен на рисунке 1, [2].

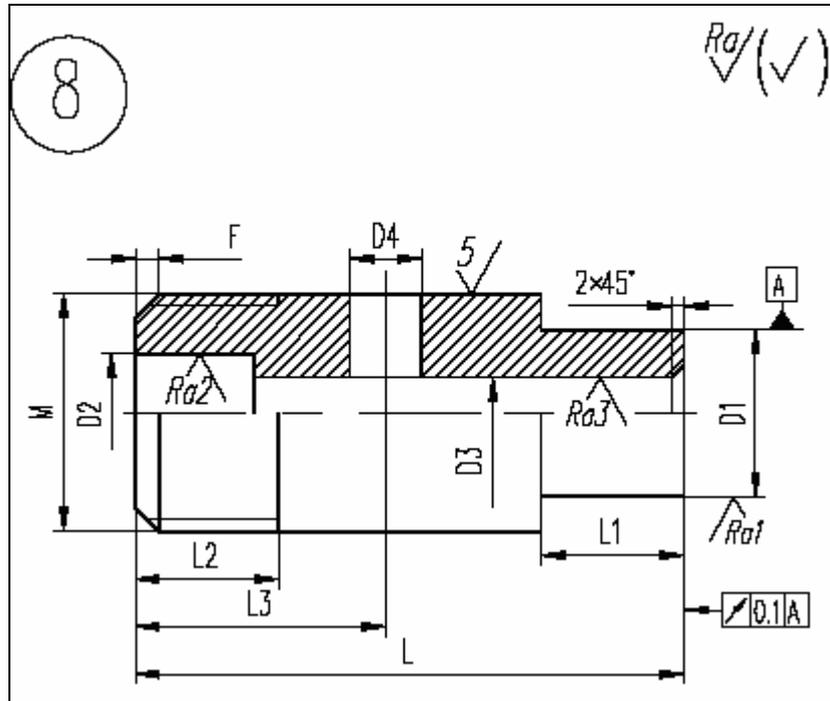


Рисунок 1 – Исходные данные

#### 3 Методика

3.1 Задаю формат чертежа (рисунок 2).

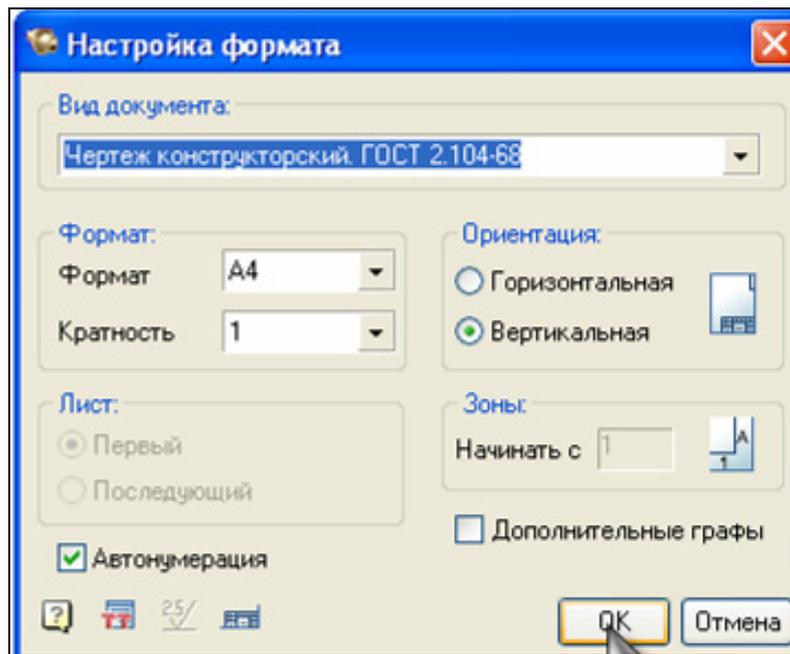


Рисунок 2 – Формат чертежа

### 3.2 Строю контуры детали (рисунок 3).

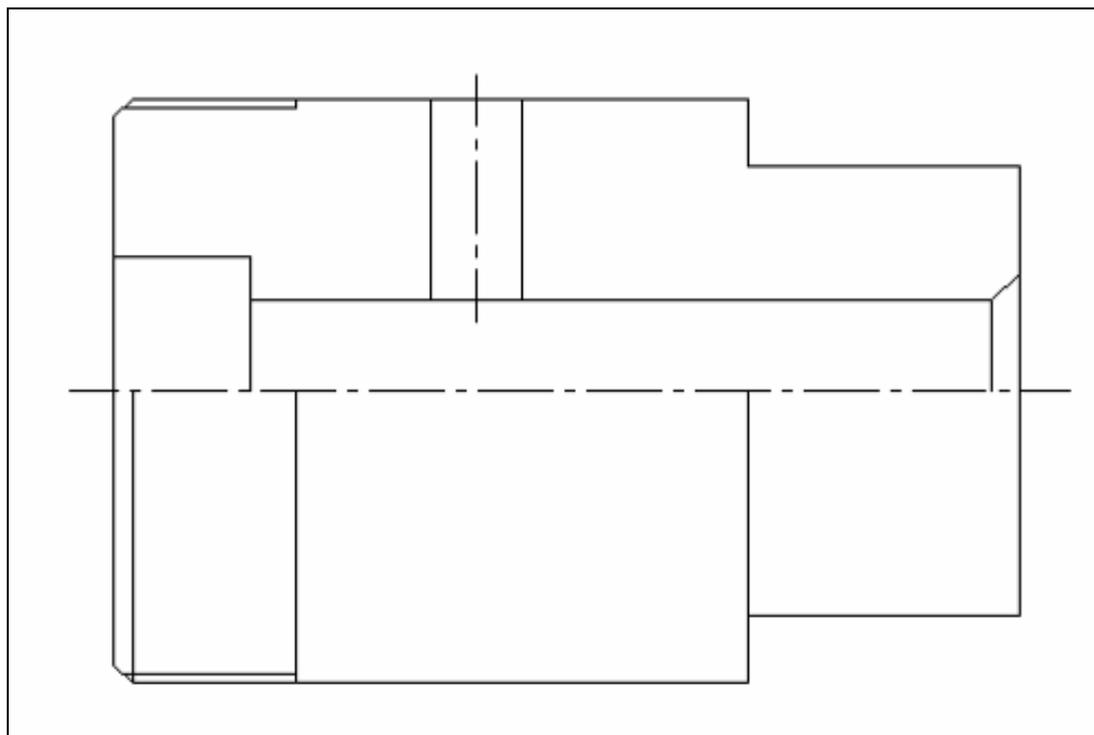


Рисунок 3 – Контуры детали

### 3.3 Наношу штриховку (рисунок 4).

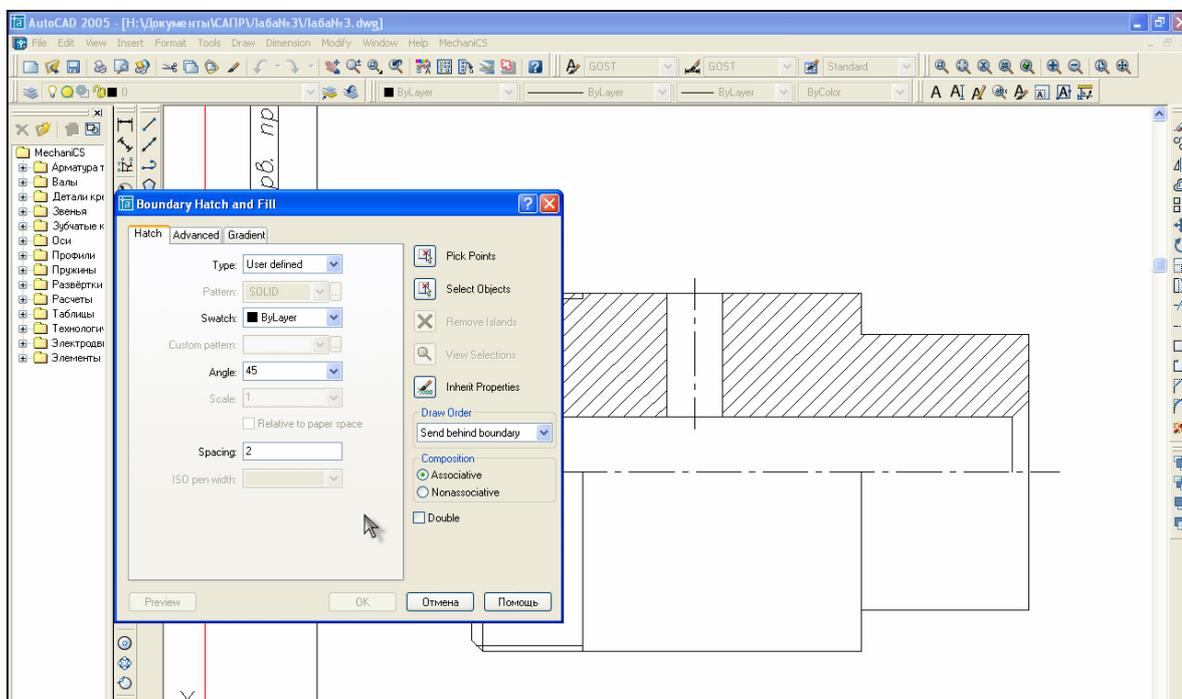


Рисунок 4 – Штриховка

### 3.4 Проставляю размеры средствами MechaniCS (рисунок 5).

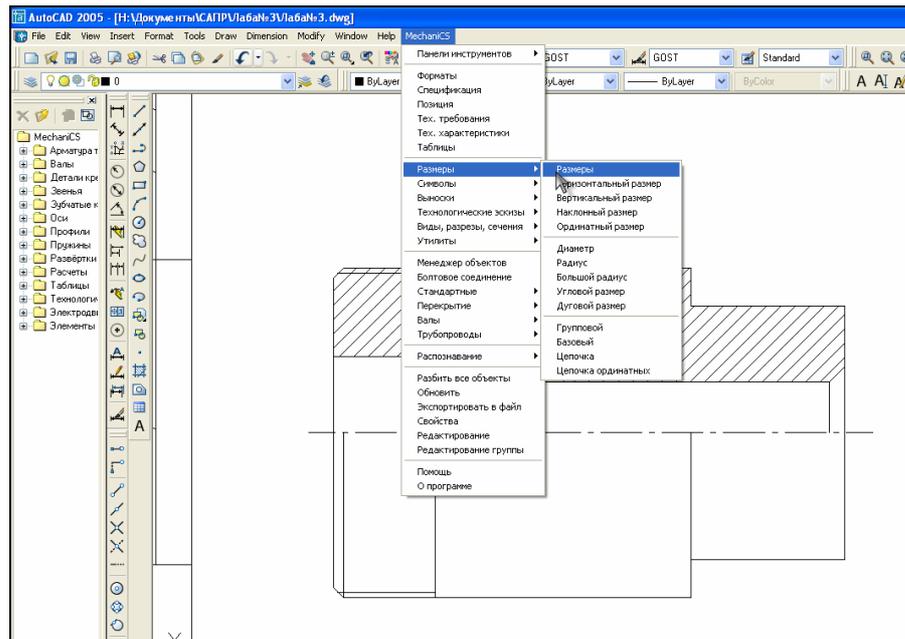


Рисунок 5 – Простановка размеров

3.5 Проставив размер 10 мм, назначаю допуски на посадку. Для этого 2 раза нажимаю на размер левой кнопкой мыши, появляется окно «Размеры», в котором указываем дополнительный знак диаметра  $\varnothing$ , вид записи допусков и в поле допуска выбираем стандартное значение допуска на посадку для отверстия (рисунок 6).

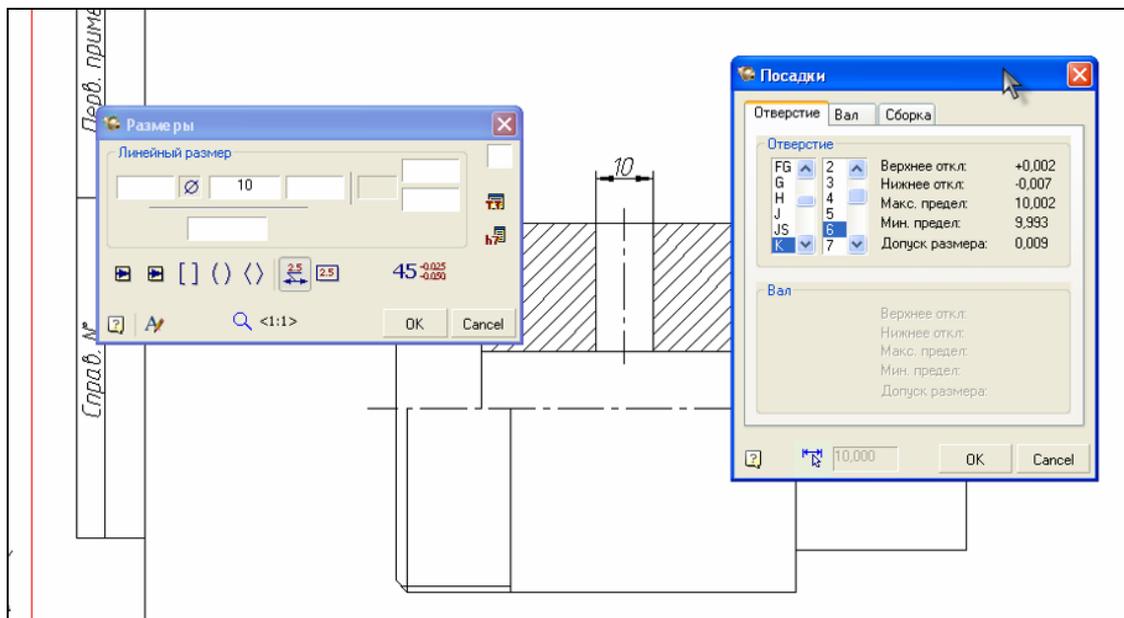


Рисунок 6 – Допуски на посадку

3.6 Аналогично назначаем допуски на остальные размеры.  
Результат выполнения показан на рисунке 7.

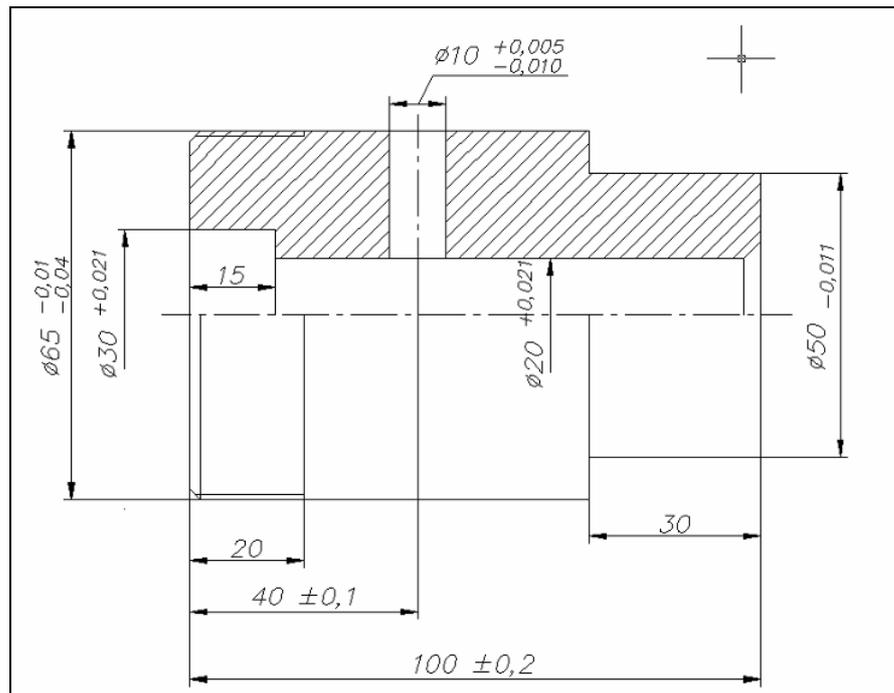


Рисунок 7 – Результат

3.7 Проставляю фаски средствами MechaniCS (рисунок 8).

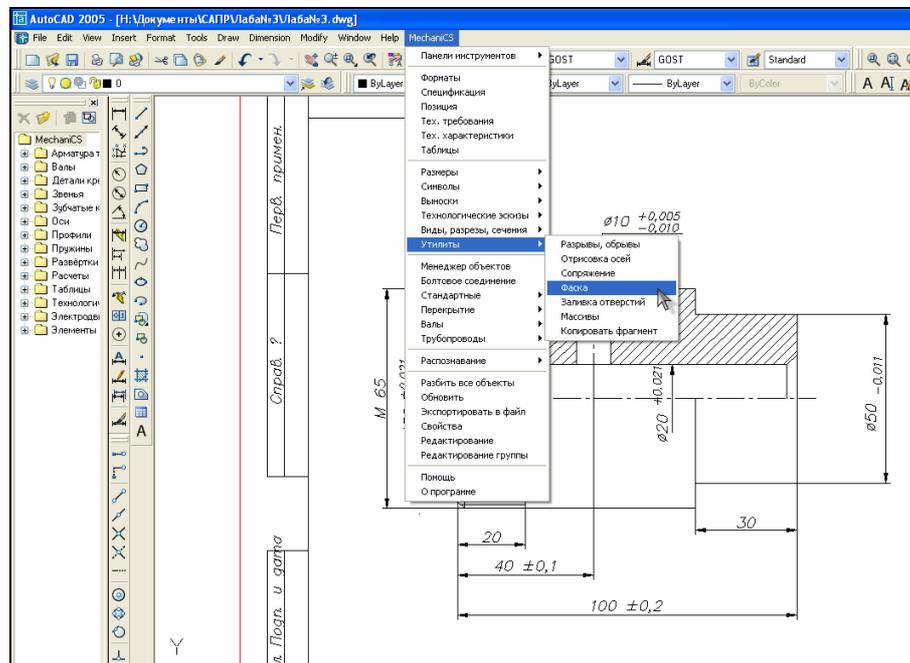


Рисунок 8 – Фаски

### 3.8 Результат выполнения показан на рисунке 9.

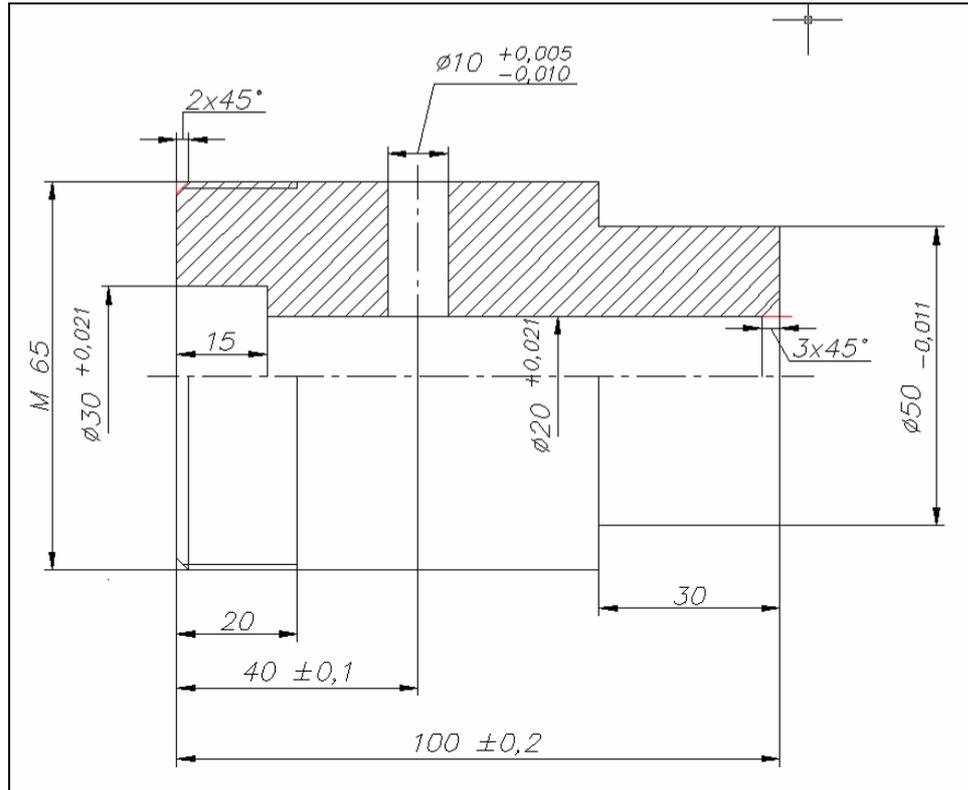


Рисунок 9 – Результат

### 3.9 Проставляю шероховатости средствами MechaniCS (рисунок 10).

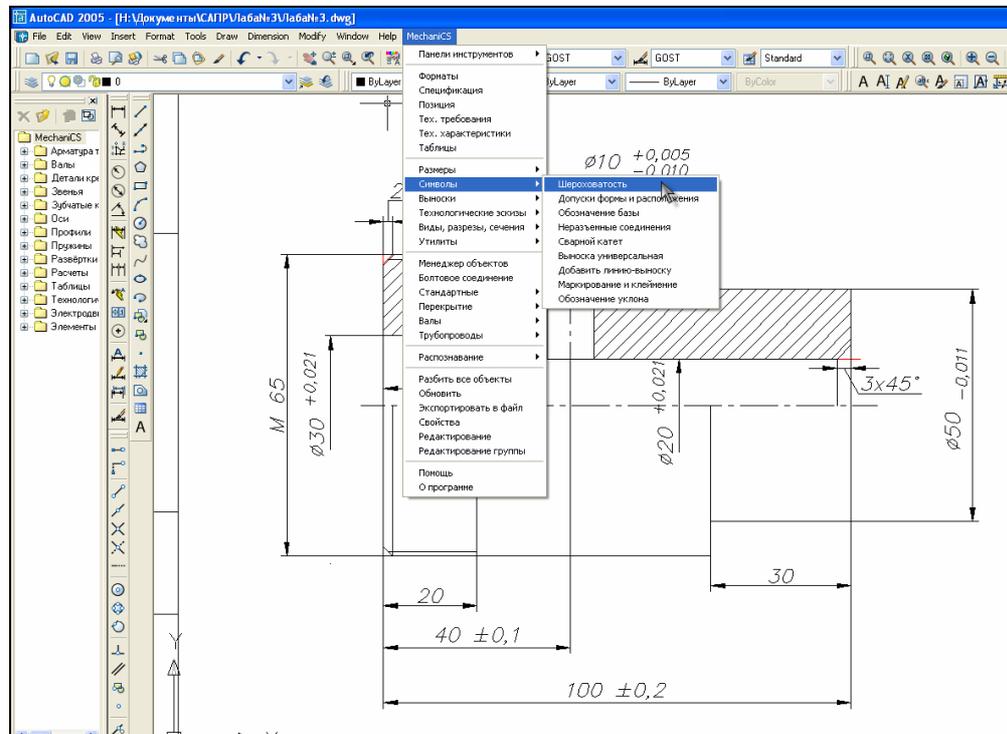


Рисунок 10 – Шероховатости

## 3.10 Результат выполнения показан на рисунке 11.

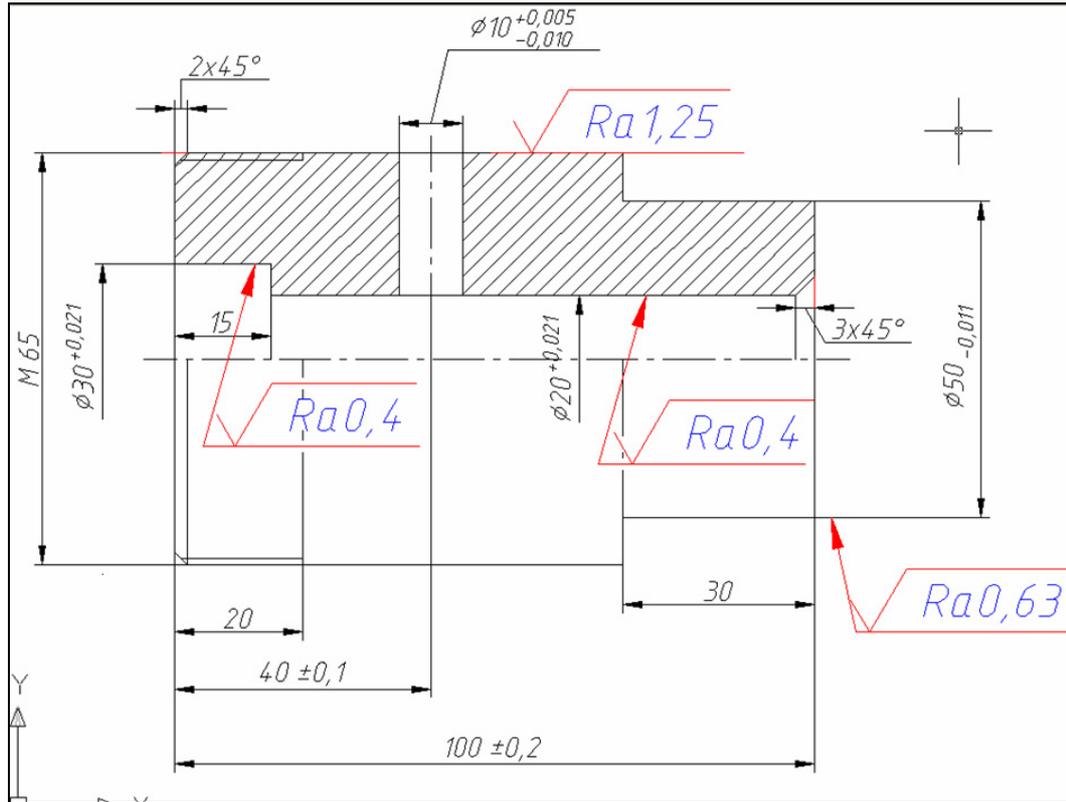


Рисунок 11 – Результат

## 3.11 Проставляю обозначение базы средствами MechaniCS (рисунок 12).

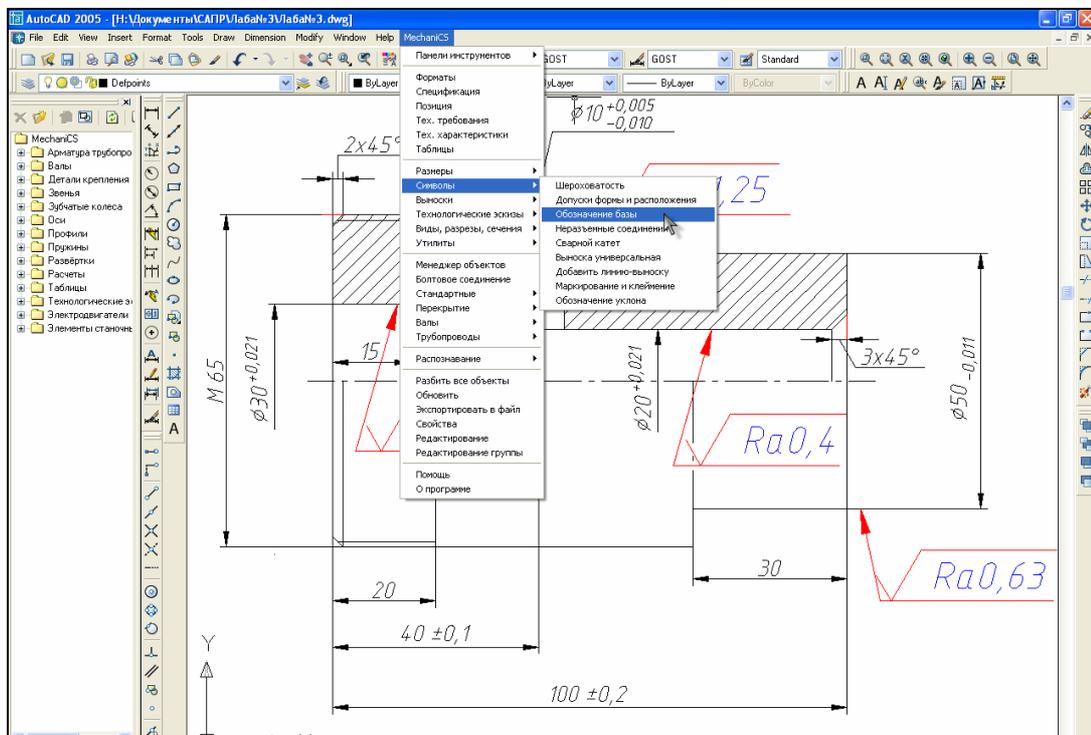


Рисунок 12 – База

## 3.12 Результат выполнения показан на рисунке 13.

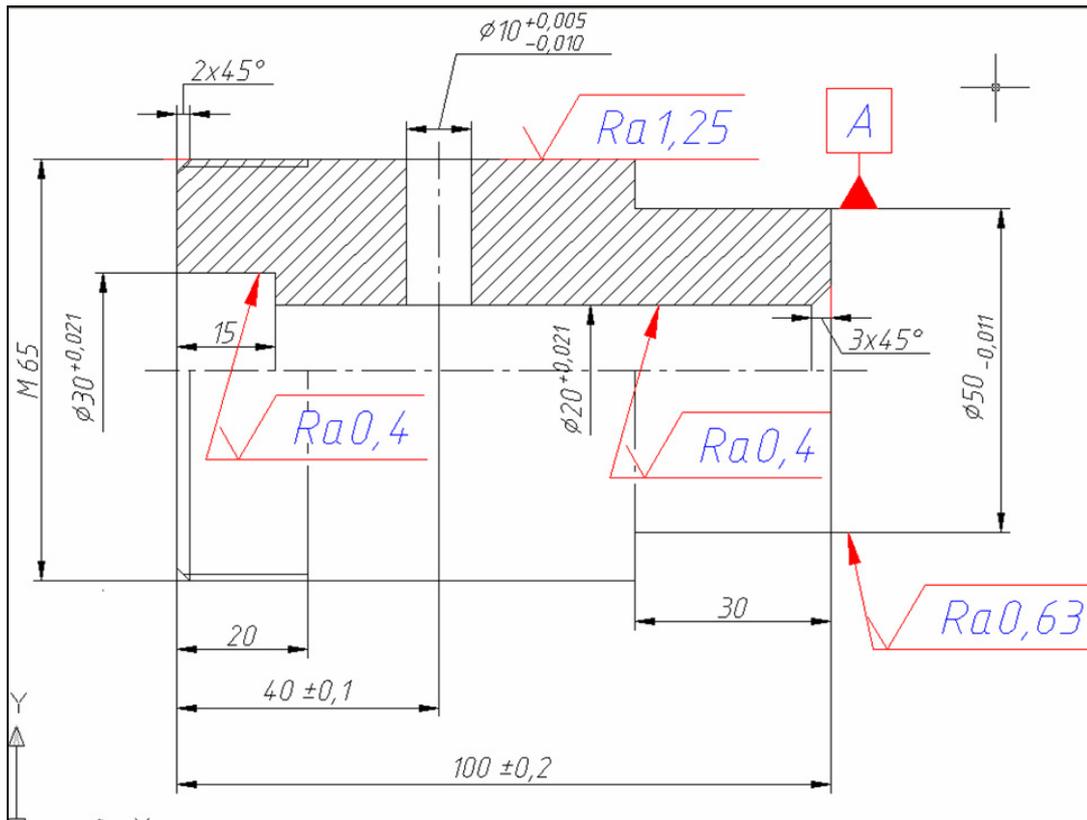


Рисунок 13 – Результат

## 3.13 Проставляю допуски формы и расположения средствами MechanіCS (рисунок 14).

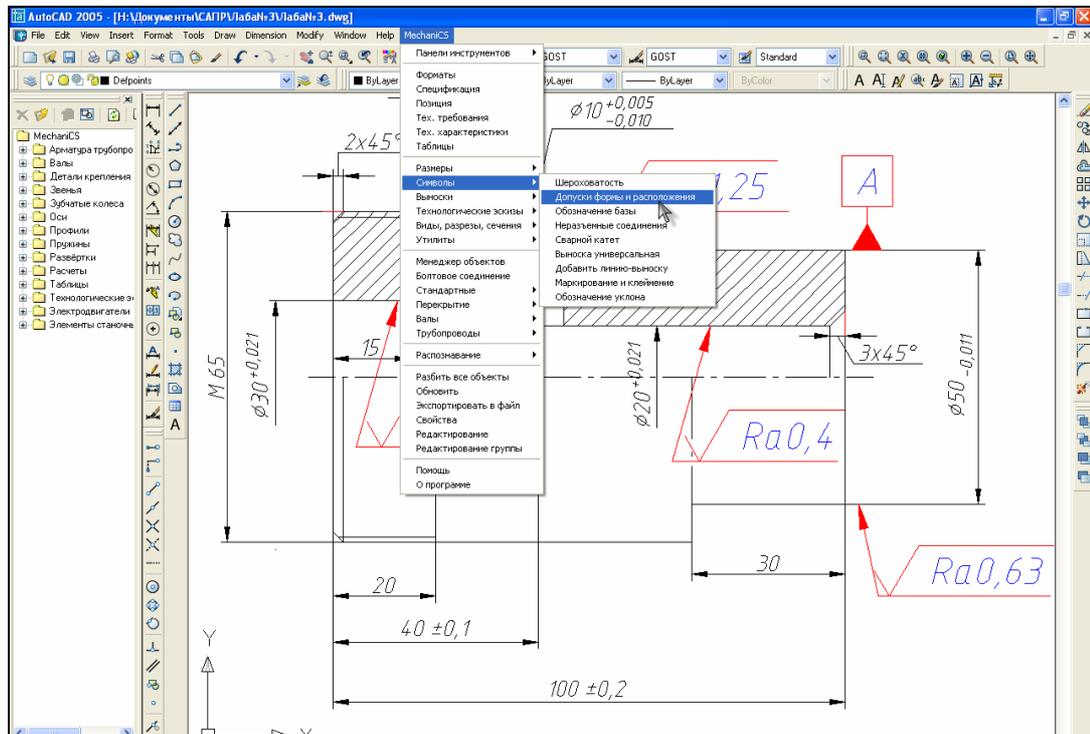


Рисунок 14 – Допуск формы и расположения

## 3.14 Результат выполнения показан на рисунке 15.

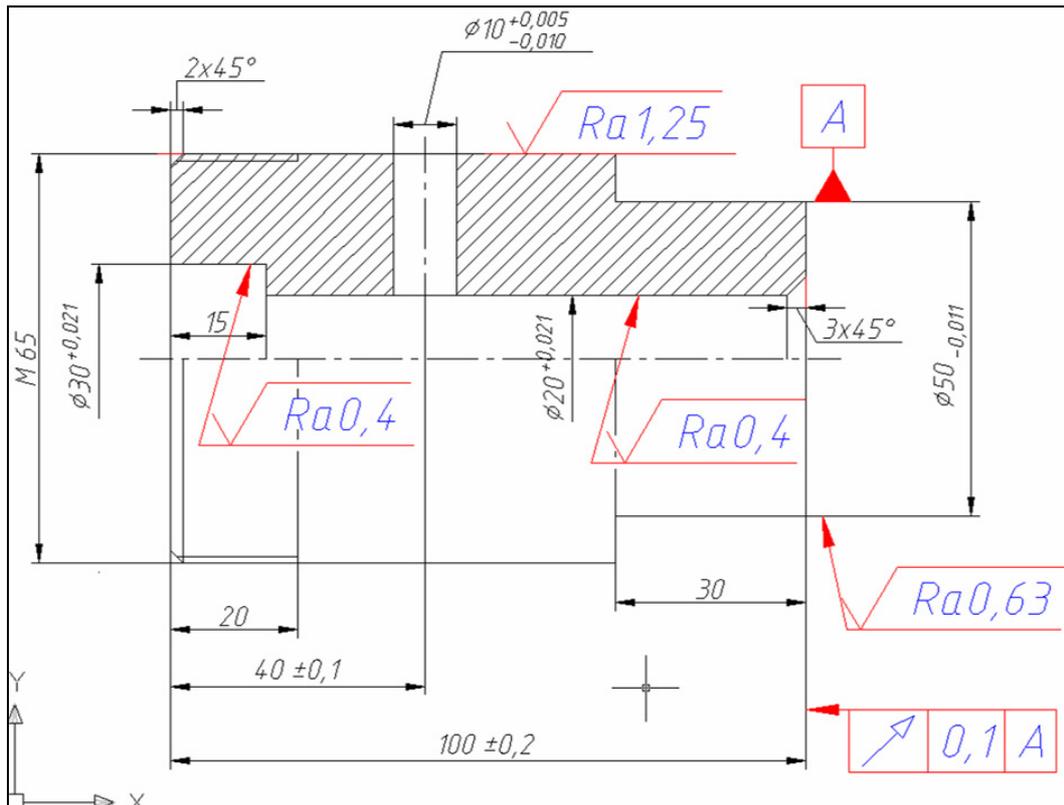


Рисунок 15 – Результат

## 3.15 Заполняем штамп (рисунок 16).

Основная_надпись			
ЯГТУ 151001.65-001 ЛР			
Деталь			
Лит.	Масса	Масштаб	
		Q <1:...	
Лист	Листов	1	
Материал			
Изм	Лист	№ докум.	Подп.
Разраб.		Кокурин	
Пров.		Калачев	
Т.контр.			
Н.контр.			
Утв.			

Рисунок 16 – Штамп

### 3.16 Результат выполнения показан на рисунке 17.

Взам. и										
						ЯГТУ 151001.65-008 ЛР				
Подп. и дата										
	Изм./Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Деталь			Лист	Масса	Масштаб
Инв. № подл.	Разраб.	Кокурин								1:1
	Проб.	Калачев								
	Т.контр.							Лист	Листов	1
	Н.контр.									
Утв.										
					Копировал			Формат А4		

Рисунок 17 – Результат

### 3.17 Создаю слои: контур, размеры, штриховка, база и шероховатость. Изменяю толщину линии контура детали (рисунок 18).

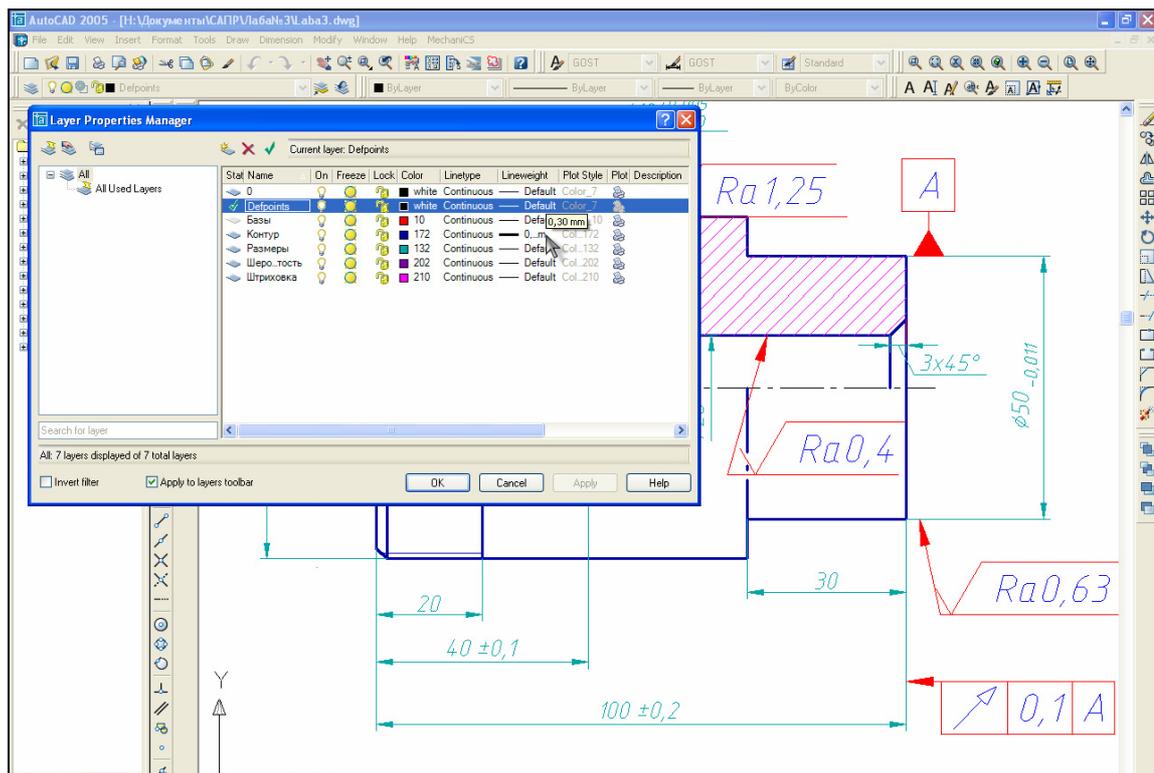


Рисунок 18 – Слои



## Лабораторная работа №4 Создание выдавливанием 3D-модели в AutoCAD 2004

### 1 Цель работы

Научиться создавать 3D-модели в AutoCAD 2004.

### 2 Исходные данные

Пример из лекций, [1].

### 3 Методика работы

#### 3.1 Создание базового компонента.

##### 3.1.1 Выбираем вид отображения рабочей плоскости (рисунок 1).

«View → 3D View → SW Isometrics»

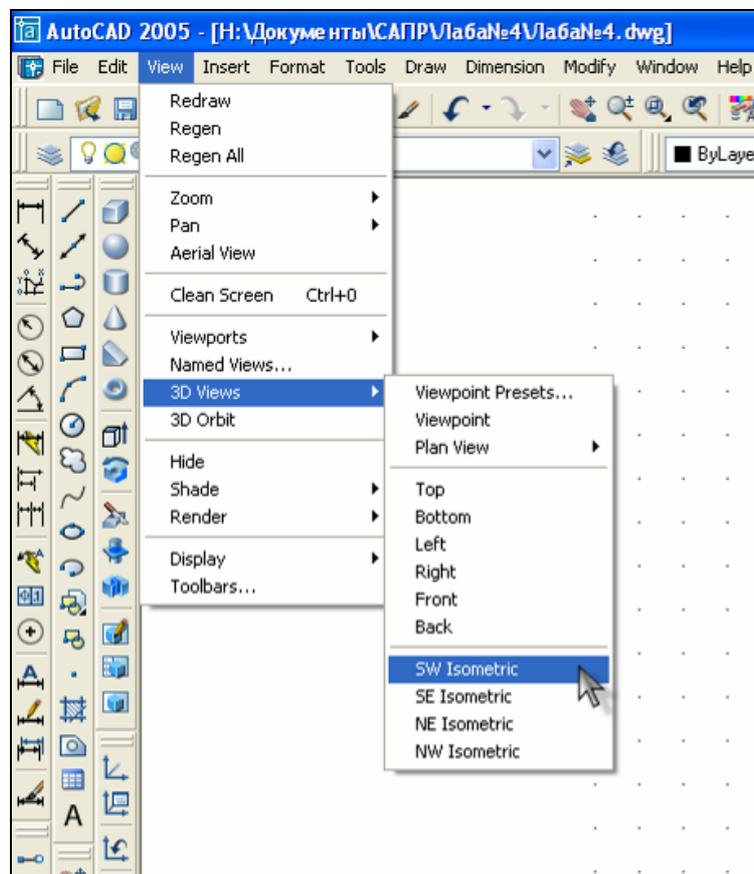


Рисунок 1 – Выбор вида

3.1.2 Произведем отрисовку в изометрии эскиза базового компонента в виде прямоугольника, используя команду «Rectang» (рисунок 2).

Command: `_rectang`

Specify first corner point or [Chamfer/Elevation/Fillet/Thickness/Width]: 80,80

Specify other corner point or [Dimensions]: 160,200

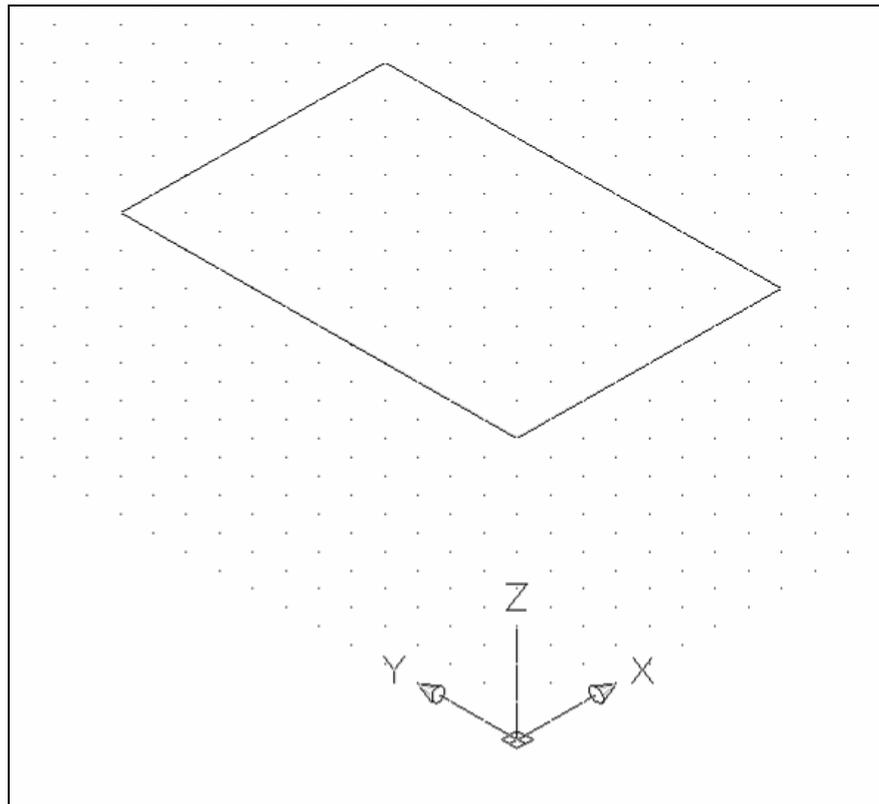


Рисунок 2 – Эскиз базового компонента

3.1.3 Выбираем команду «Extrude» для создания базового компонента (рисунок 3).

«Draw → Solids → Extrude»

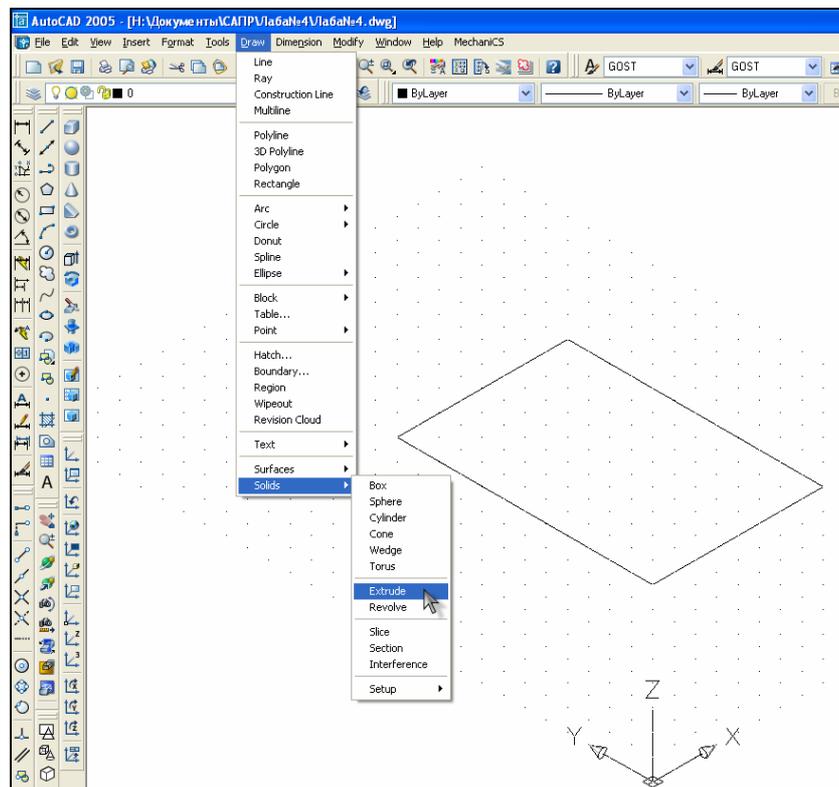


Рисунок 3 – Выбор команды «Extrude»

Выбираем контур, который необходимо выдавить, задаем высоту выдавливания, в результате получаем базовый компонент (рисунок 4).

```
Command: _extrude  
Current wire frame density: ISOLINES=4  
Select objects: <Snap off> 1 found  
Select objects:  
Specify height of extrusion or [Path]: 50  
Specify angle of taper for extrusion <0>:
```

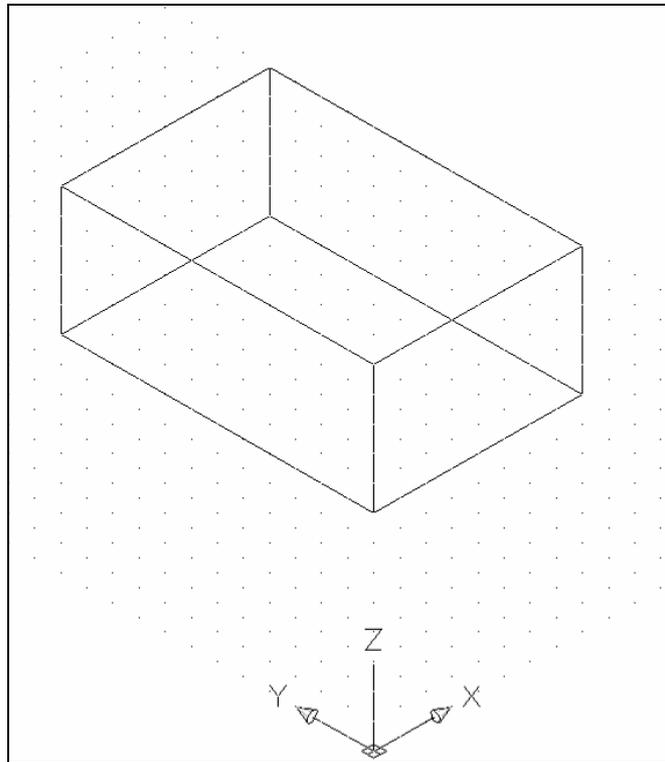


Рисунок 4 – Базовый компонент

### 3.2 Создание второго компонента.

3.2.1 Для создания второго компонента необходимо перенести систему координат на верхнюю плоскость базового компонента.

Вызовем графического меню «UCS» (рисунок 5).



Рисунок 5 – Графическое меню «USC»

Для переноса системы координат нажмем кнопку («Object UCS») и, используя привязку «Endpoint», укажем вершину верхней плоскости базового компонента (рисунок 6).

```
Command: _ucs  
Current ucs name: *WORLD*  
Enter an option [New/Move/orthoGraphic/Prev/Restore/Save/Del/Apply/?/World]  
<World>: _ob
```

Select object to align UCS: \_endp of

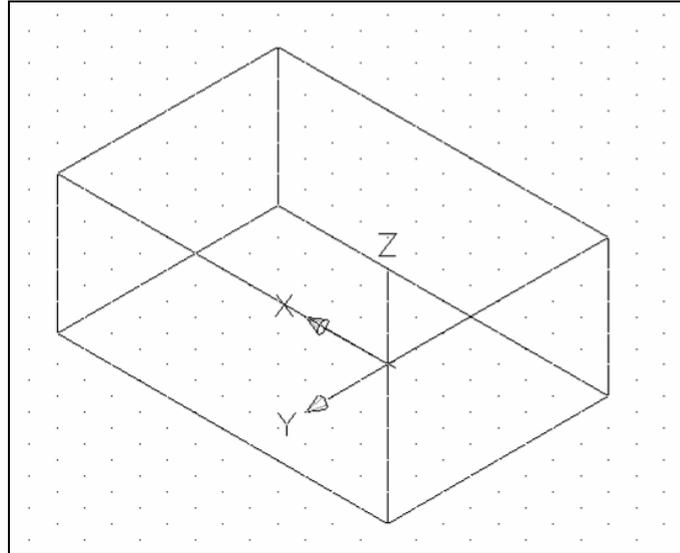


Рисунок 6 – Перенесенная ПСК

Для правильной ориентации перенесенной системы координат произведем ее поворот на  $90^\circ$  относительно оси Z, для этого нажмем кнопку «Z axis rotate UCS» (рисунок 7).

Command: \_ucs

Current ucs name: \*NO NAME\*

Enter an option [New/Move/orthoGraphic/Prev/Restore/Save/Del/Apply/?/World]

<World>: \_z

Specify rotation angle about Z axis <90>: -90

3.2.2 Произведем отрисовку эскиза второго компонента в виде прямоугольника, используя команду «Rectang» (рисунок 7).

Command: \_rectang

Specify first corner point or [Chamfer/Elevation/Fillet/Thickness/Width]: 20,30

Specify other corner point or [Dimensions]: @60,100

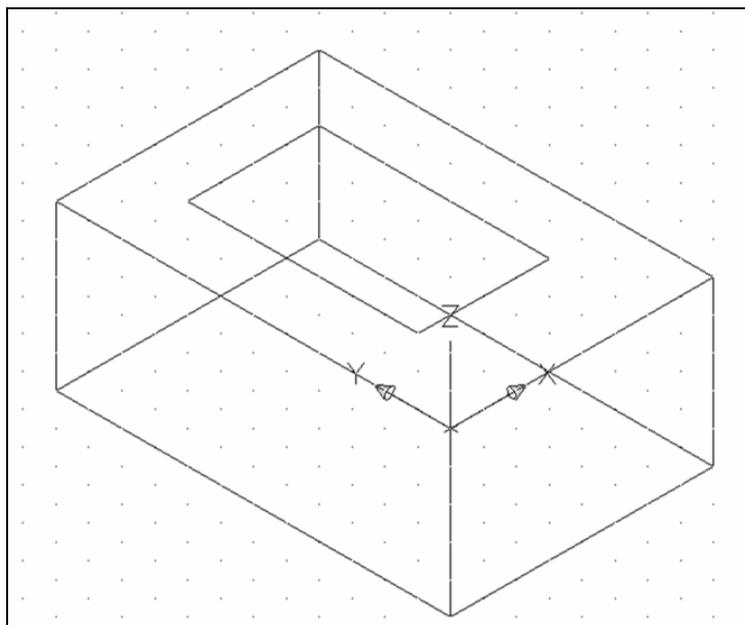


Рисунок 7 – Эскиз второго компонента

3.2.3 Аналогично п. 3.1.3 выдавливанием создадим второй компонент (рисунок 8).

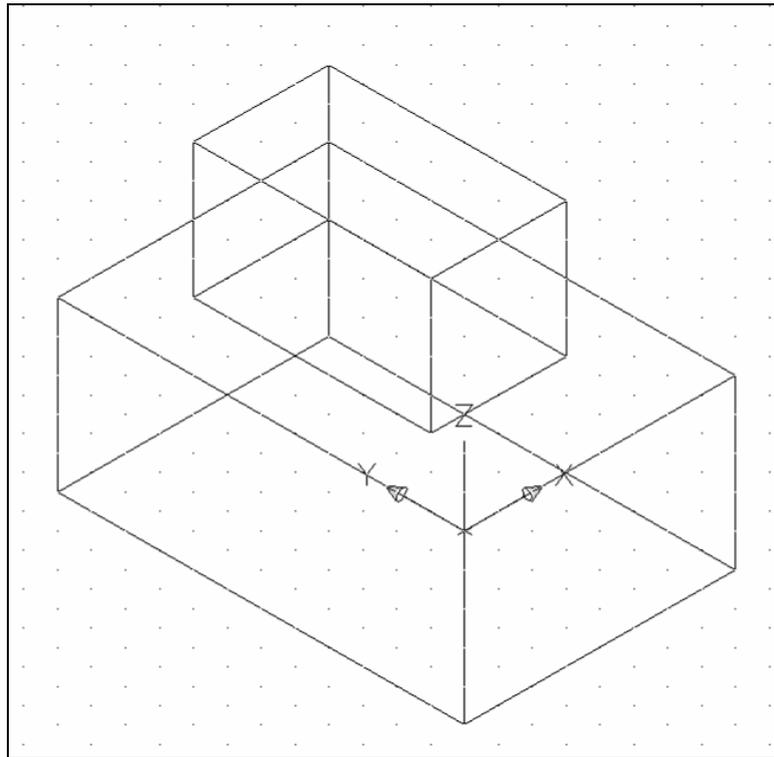


Рисунок 8 – Второй компонент

3.3 Создание наклонного цилиндра.

3.3.1 Аналогично п. 3.2.1 перенесем пользовательскую систему координат на верхнюю плоскость второго компонента (рисунок 9).

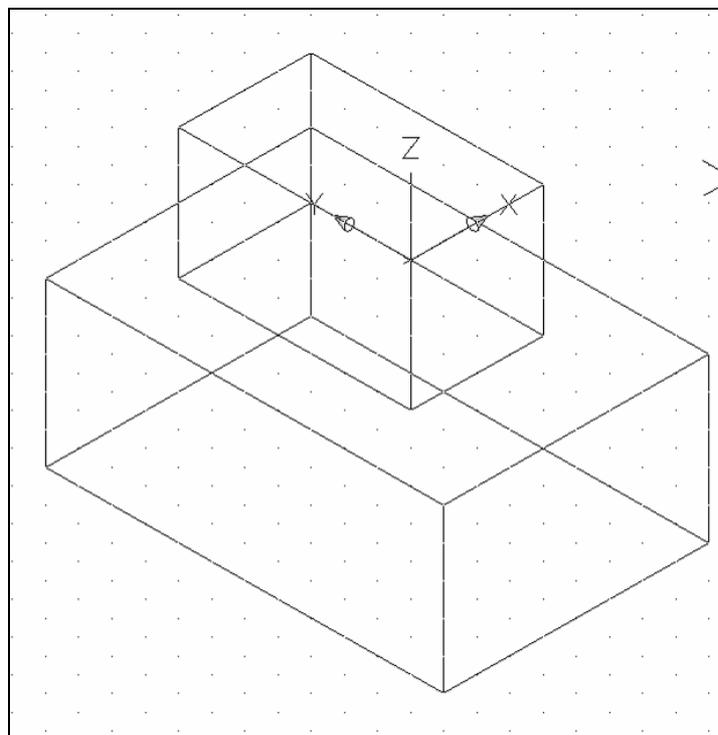


Рисунок 9 – Перенесенная ПСК

3.3.2 Построим эскиз для создания наклонного цилиндра, используя команду «Circle» (рисунок 10).

Command: `_circle` Specify center point for circle or [3P/2P/Ttr (tan tan radius)]: 20,30  
Specify radius of circle or [Diameter]: 10

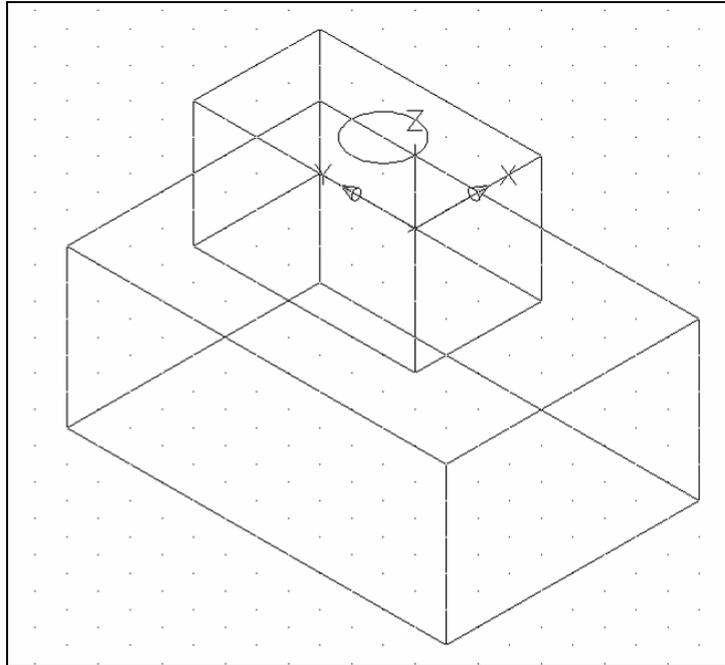


Рисунок 10 – Эскиз наклонного цилиндра

3.3.3 Произведем позиционирование плоскости XOY для отрисовки пути выдавливания наклонного цилиндра. Систему координат перенесем в центр эскиза, для этого нажмем кнопку «Origin UCS» и, используя привязку «Center», укажем центр окружности (рисунок 11).

Command: `_ucs`  
Current ucs name: \*NO NAME\*  
Enter an option [New/Move/orthoGraphic/Prev/Restore/Save/Del/Apply/?/World]  
<World>: `_o`  
Specify new origin point <0,0,0>:

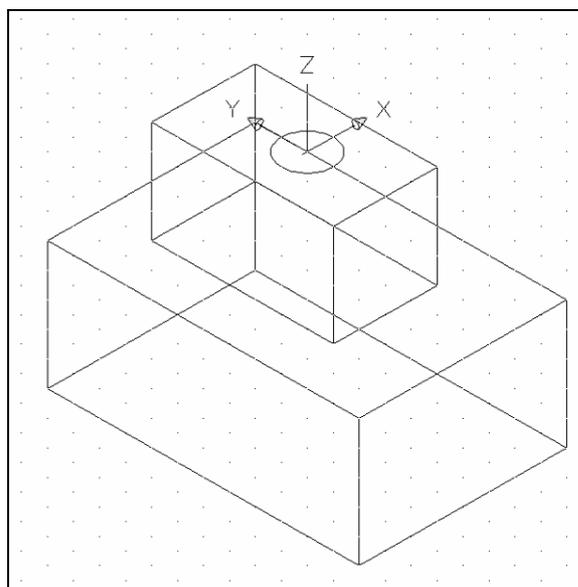


Рисунок 11 – Перенесенная ПСК

Повернем данную систему координат на  $90^\circ$  вокруг оси X, для этого нажмем кнопку «X axis rotate UCS» (рисунок 12).

Command: `_ucs`

Current ucs name: \*NO NAME\*

Enter an option [New/Move/orthoGraphic/Prev/Restore/Save/Del/Apply/?/World]  
<World>:x

Specify rotation angle about X axis <90>:

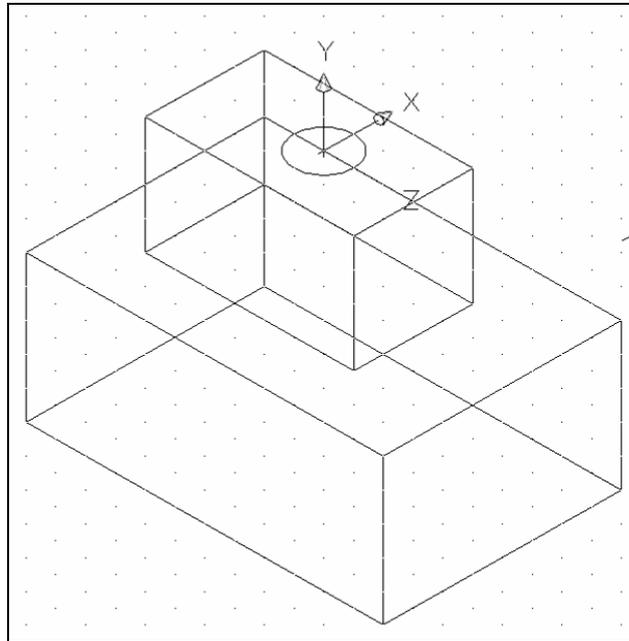


Рисунок 12 – Повернутая относительно оси X перенесенная ПСК

3.3.4 Произведем отрисовку пути выдавливания наклонного цилиндра, используя команду «Polyline» (рисунок 13).

Command: `_pline`

Specify start point:

Current line-width is 0.0000

Specify next point or [Arc/Halfwidth/Length/Undo/Width]: `@50<60`

Specify next point or [Arc/Close/Halfwidth/Length/Undo/Width]:

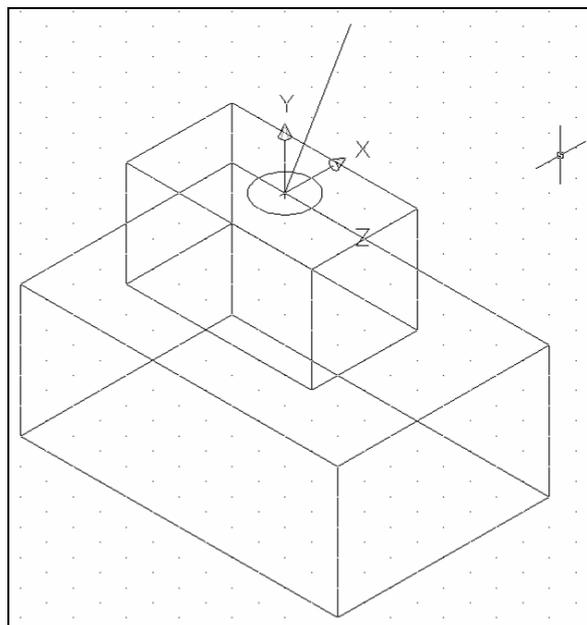


Рисунок 13 – Путь выдавливания наклонного цилиндра

3.3.5 Произведем выдавливание цилиндра аналогично п.2.1.3, только указываем вместо высоты выдавливания путь (рисунок 14).

Command: `_extrude`

Current wire frame density: ISOLINES=4

Select objects: 1 found

Select objects:

Specify height of extrusion or [Path]: `p`

Select extrusion path or [Taper angle]:

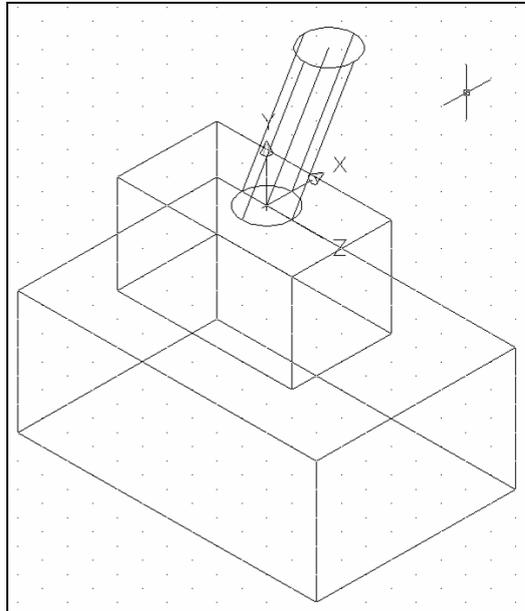


Рисунок 14 – Построенный наклонный цилиндр

3.4 Создание сквозного отверстия.

3.4.1 Перенесем пользовательскую систему координат на переднюю грань базового компонента, для этого используем команду «3 point UCS», используя привязку «Endpoint», указываем точку начала координат, последовательно положительное направление осей X и Y.

3.4.2 На передней грани построим эскиз вырезаемого цилиндра (рисунок 15).

Command: `_circle` Specify center point for circle or [3P/2P/Ttr (tan tan radius)]: `60,25`

Specify radius of circle or [Diameter] `<20.0000>`:

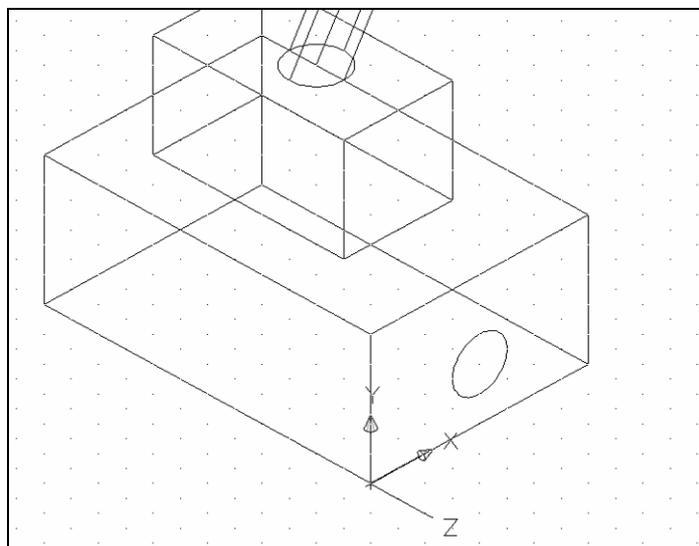


Рисунок 15 – Эскиз сквозного отверстия

3.4.3 Аналогично п. 3.1.3 выдавливанием в отрицательном направлении оси z построим цилиндрический компонент (рисунок 16).

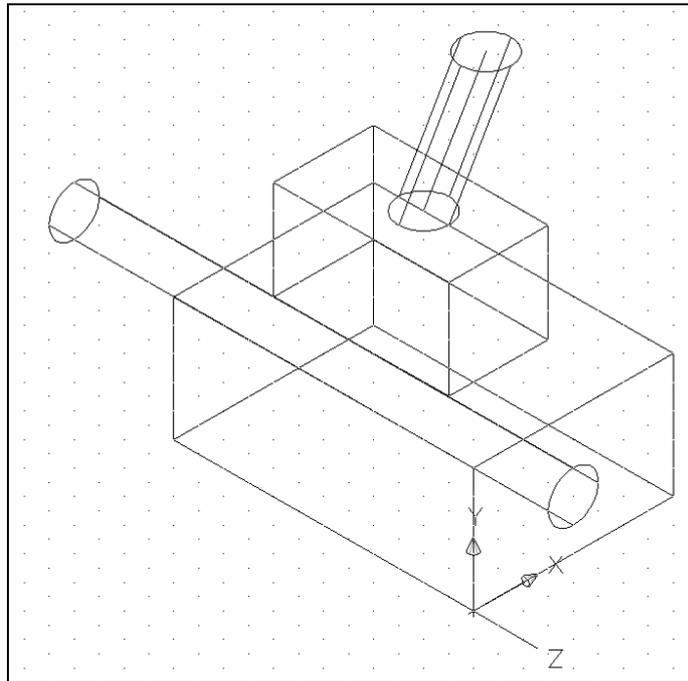


Рисунок 16 – Цилиндрический компонент для образования сквозного отверстия

3.4.4 Для получения сквозного цилиндрического отверстия необходимо вычисть цилиндрический компонент из базового компонента, выбираем команду «Subtract» (рисунок 17).

«Modify → Solid editing → Subtract»

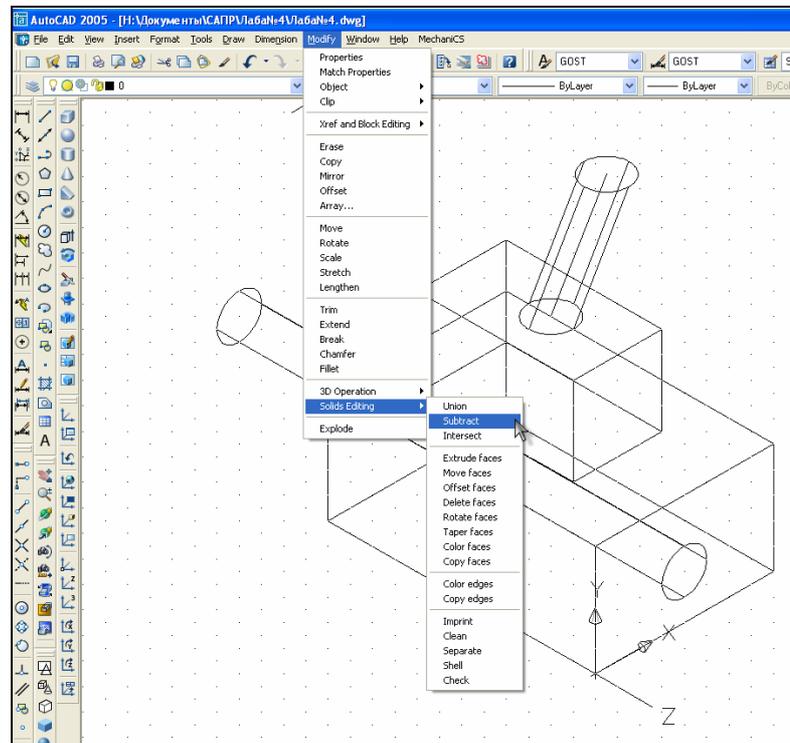


Рисунок 17 – Выбор команды «Subtract»

Для выполнения команды «Subtract» необходимо указать вначале базовый объект, т.е. нижний параллелепипед, затем вычитаемый объект, т.е. цилиндр, в результате выполнения команды получим сквозное отверстие в базовом компоненте (рисунок 18).

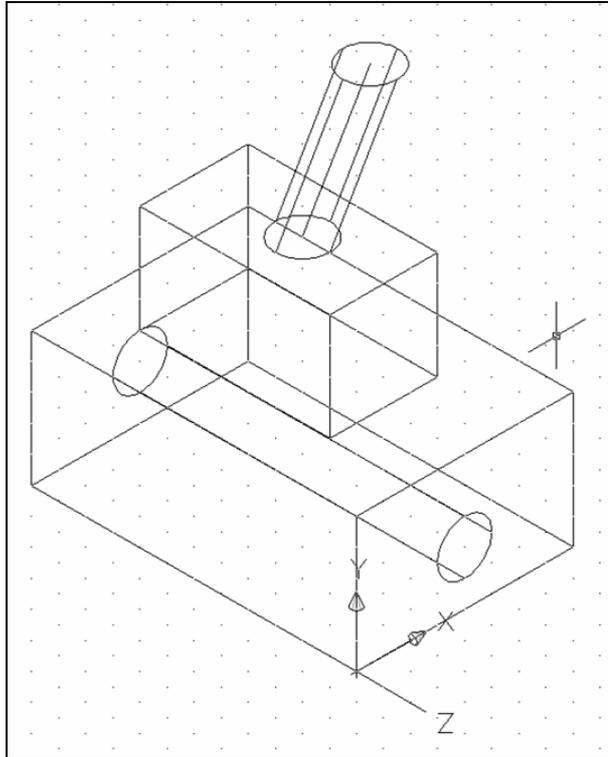


Рисунок 18 – Результат работы команды «Subtract»

3.4.5 Произведем затенение данной 3D-модели (рисунок 19).  
«View → Shade → Gouraud Shaded»

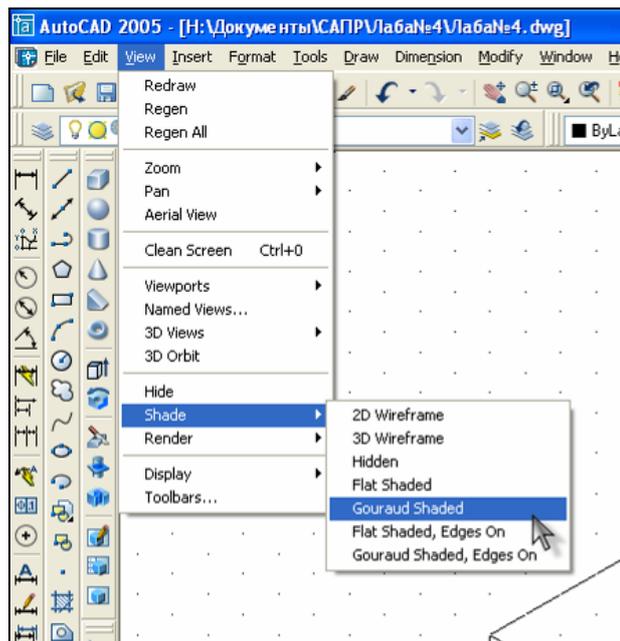


Рисунок 19 – Выбор команды «Gouraud Shaded»

### 3.4.6 Результат команды «Gouraud Shaded» (рисунок 20).

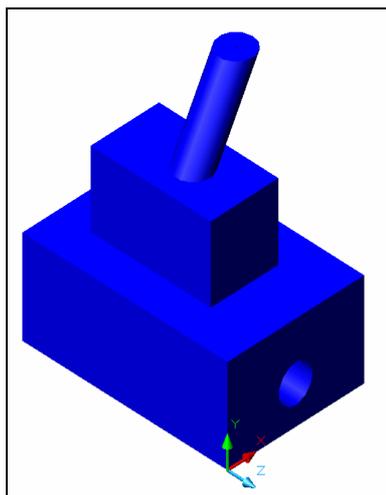


Рисунок 20 – Затененная 3D-модель

3.4.7 Выделим всю модель или ее части и в их свойствах (properties) изменим цвет, нажав кнопку «3D orbit» на панели инструментов «3D orbit» (рисунок 21) удерживая левую кнопку мыши изменим положение данного объекта (рисунок 22).



Рисунок 21 – Графическое меню «3D Orbit»

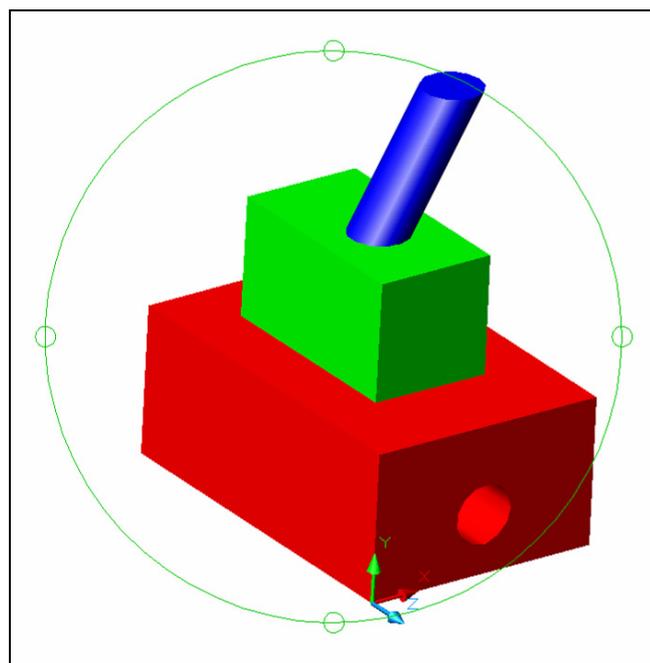


Рисунок 22 – Полученная 3D-модель

## 4 Обсуждение результатов

Auto CAD 2004 обладает большими возможностями по созданию 3D-моделей. Построение 3D-моделей позволяет наглядно увидеть деталь на этапе ее конструирования.

## 5 Выводы

Построив 3D-модель по примеру из лекций, познакомился с 3D-моделированием в AutoCAD 2004. Задачу, поставленную на лабораторную работу, считаю выполненной полностью.

## Лабораторная работа №5 Построение трехмерного объекта средствами программы AutoCAD 2004

### 1 Цель работы

Ознакомление, приобретение навыков работы с 3D моделированием в AutoCAD 2004.

### 2 Исходные данные

Исходные данные берем из л/р №3.

### 3 Методика

3.1 Строю замкнутый контур детали, используя «Polyline» и осевую линию. Контур детали представлен на рисунке 1.

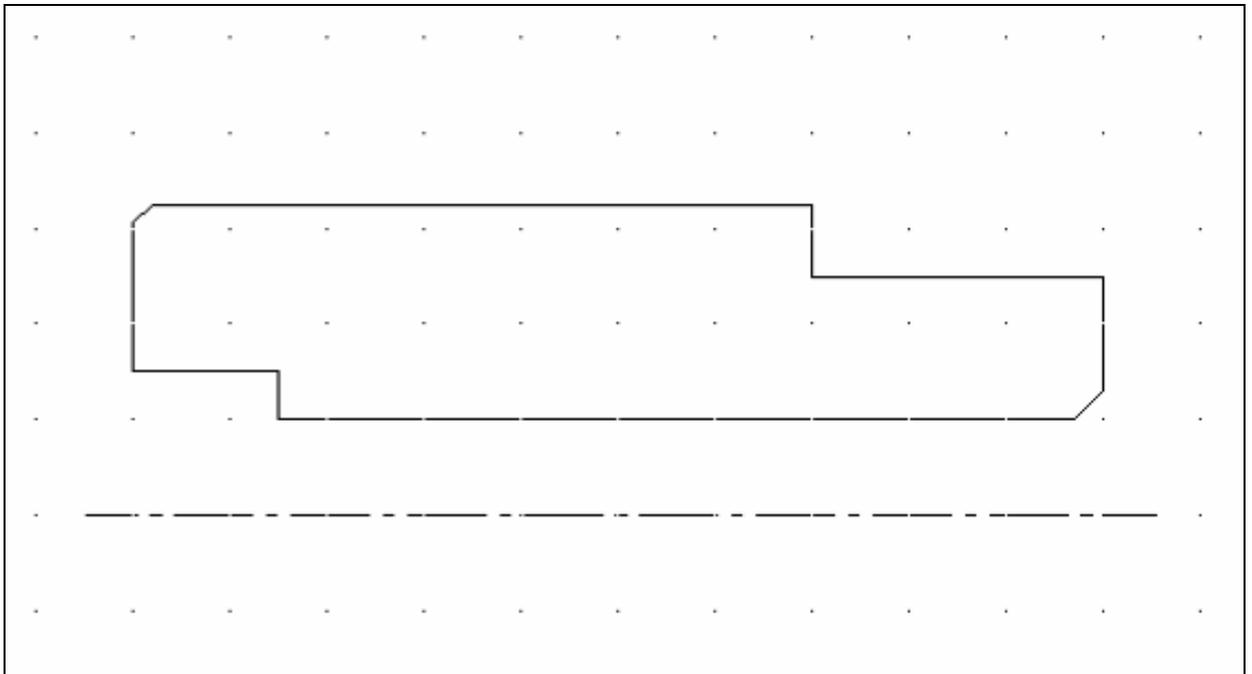


Рисунок 1 – Контур детали

3.2 Ставим вид «SE Isometric View» и через меню «Draw → Solids → Revolve» строим трехмерную модель детали, указывая ось вращения построенного контура и 360 градусов – угол вращения контура вокруг оси (рисунок 2).

```
Command: _revolve
Current wire frame density: ISOLINES=4
Select objects: 1 found
Select objects:
Specify start point for axis of revolution or
define axis by [Object/X (axis)/Y (axis)]: o
Select an object:
```

Specify angle of revolution <360>:

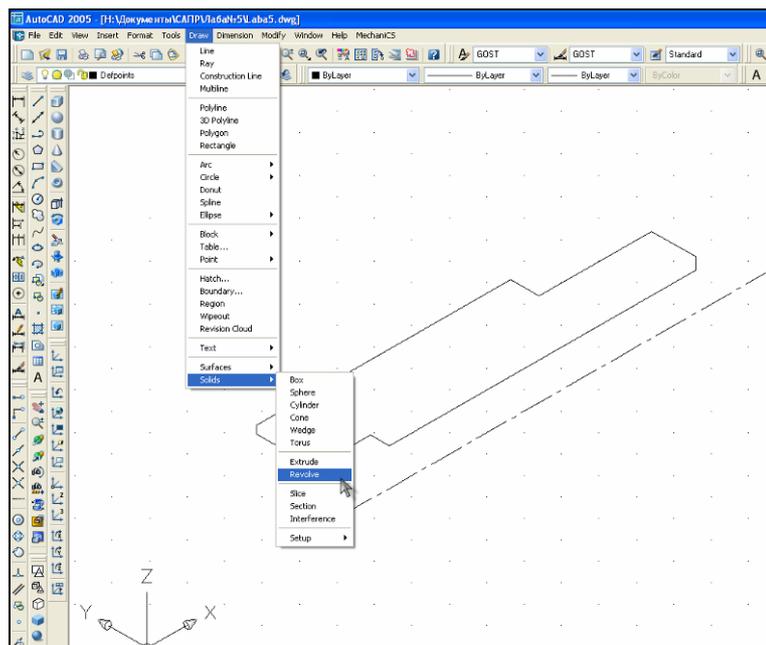


Рисунок 2 – Команда «Revolve»

3.3 Результат команды «Revolve» представлен на рисунке 3.

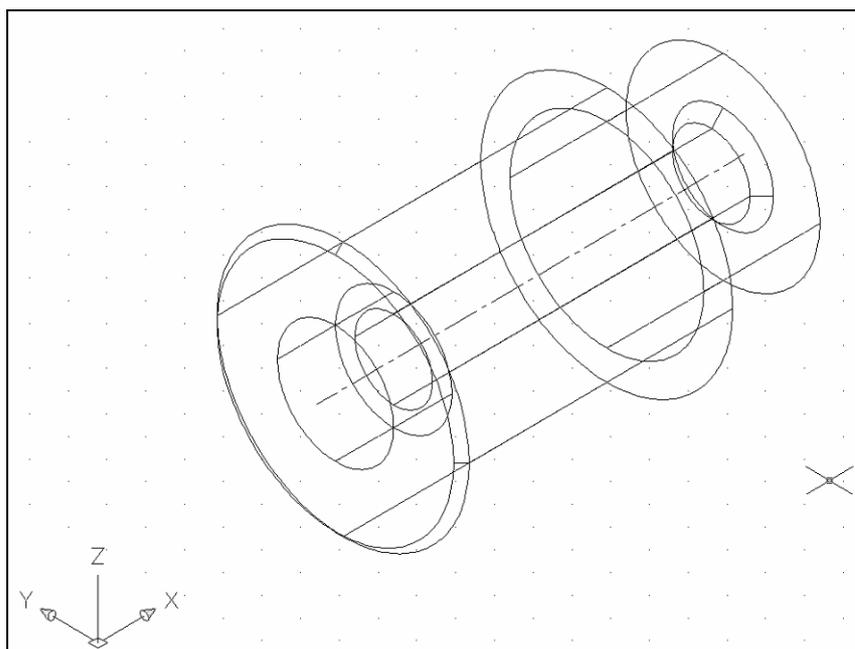


Рисунок 3– Результат команды «Revolve»

3.4 Далее переношу систему координат таким образом, чтобы плоскость ХОУ совпала с плоскостью торца детали. Для этого нажимаю «Face UCS» и указываю плоскость торца детали (рисунок 4).

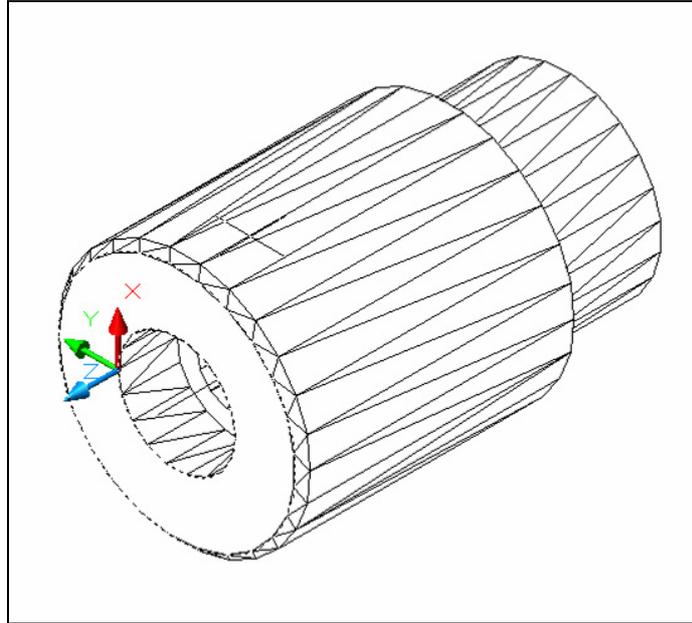


Рисунок 4 – Результат команды «Face UCS»

3.5 Затем переношу систему координат в «центр» плоскости представляющей собой окружность. Для этого нажимаю «Origin UCS», привязку «Snap to Center» и указываю к чему привязать, а именно к центру окружности (рисунки 5,6).

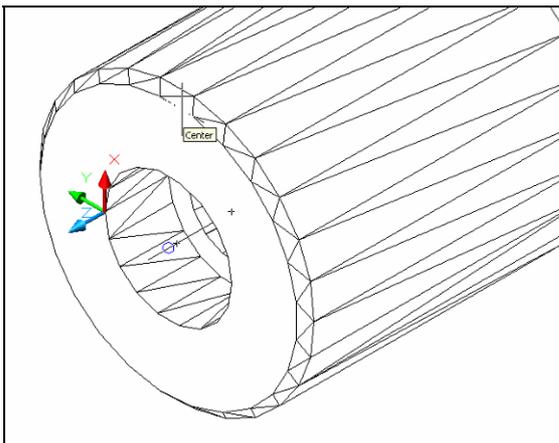


Рисунок 5 – Команды «Origin UCS» и «Snap to Center»

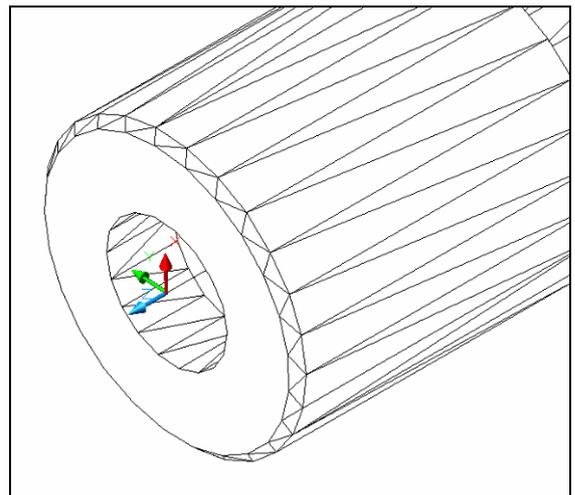


Рисунок 6 – Результат команд «Origin UCS» и «Snap to Center»

3.6 Строю в плоскости ХОУ окружность диаметром равным диаметру цилиндра ( $D=65$  мм.) и переношу систему координат в квадрант этой окружности. Для этого нажимаю «Origin UCS», привязку «Snap to Quadrant» и указываю к чему привязать (рисунки 7,8).

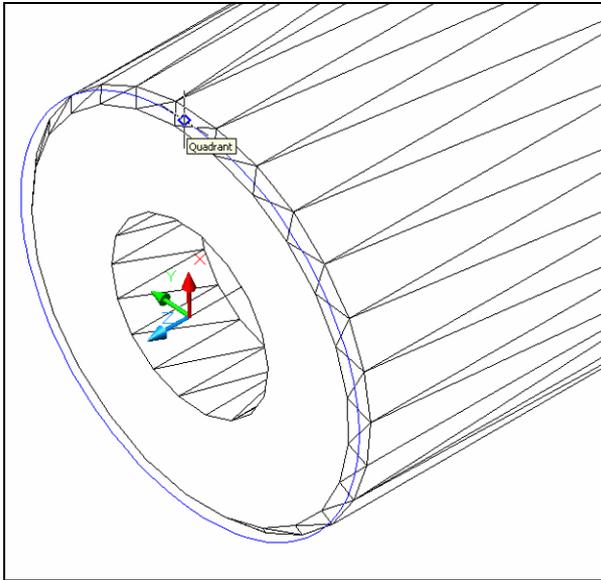


Рисунок 7 – Команды «Origin UCS» и «Snap to Quadrant»

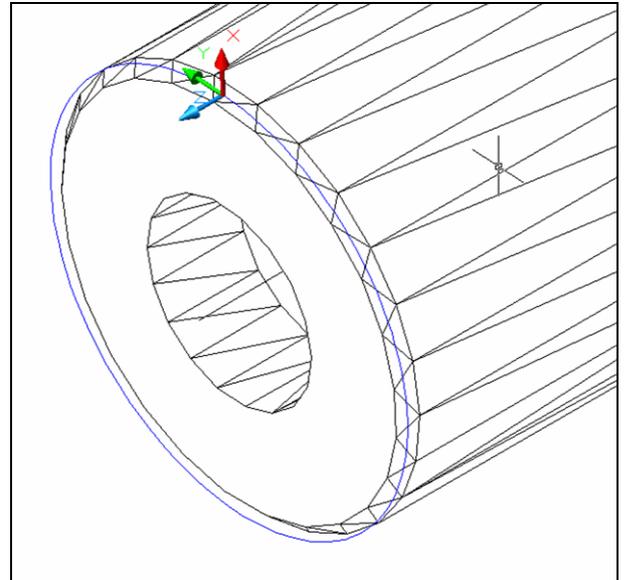


Рисунок 8 – Результат команд «Origin UCS» и «Snap to Quadrant»

3.7 Повернем данную систему координат на  $90^\circ$  вокруг оси Y, для этого нажмем кнопку «Y axis rotate UCS» (рисунок 9) и построим в плоскости ХОУ эскиз отверстия на заданном расстоянии от начала координат (рисунок 10).

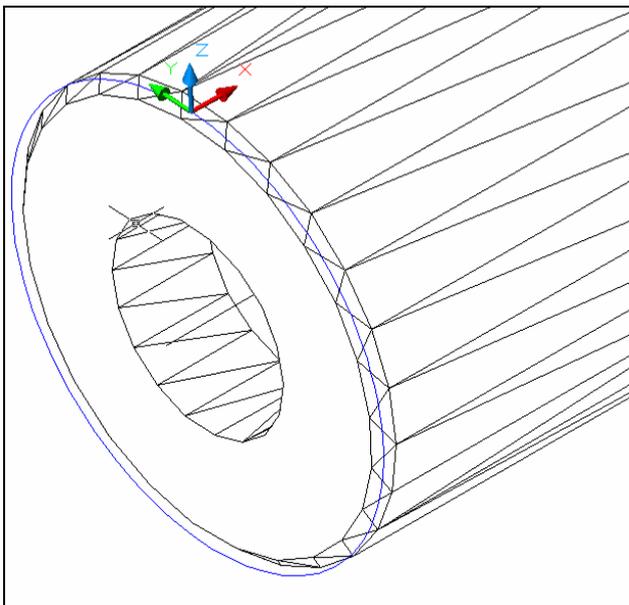


Рисунок 9 – Команда «Y axis rotate UCS»

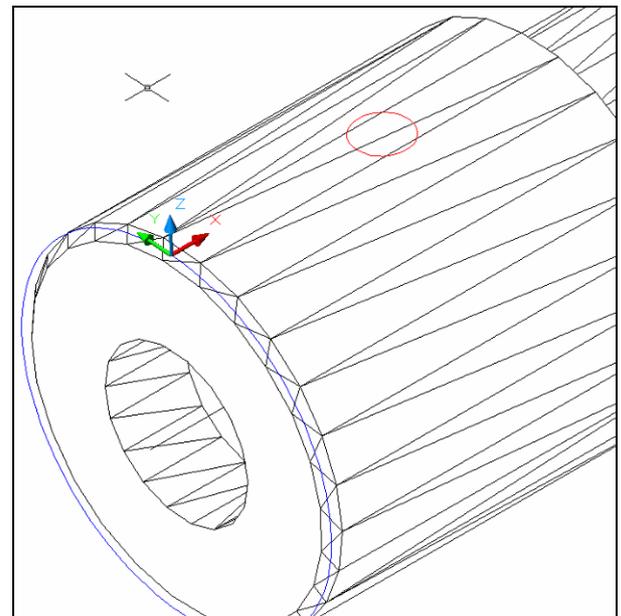


Рисунок 10 – Эскиз отверстия

3.8 Используя команду «Extrude», выдавливаю этот эскиз в направлении оси Z на заданную глубину (рисунок 11).

```
Command: _extrude
Current wire frame density: ISOLINES=4
Select objects: 1 found
Select objects:
Specify height of extrusion or [Path]: -30
Specify angle of taper for extrusion <0>:
```

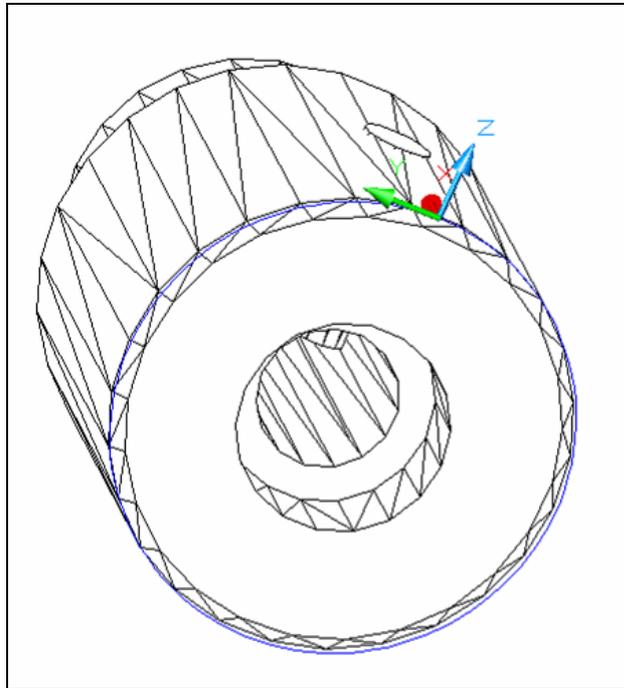


Рисунок 11 – Команда «Extrude»

3.9 Используя команду меню редактирования «Subtract», вычитаю цилиндр из детали. Результат представлен на рисунке 12.

```
Command: _subtract Select solids and regions to subtract from ..
Select objects: Specify opposite corner: 1 found
Select objects:
Select solids and regions to subtract ..
Select objects: 1 found
```

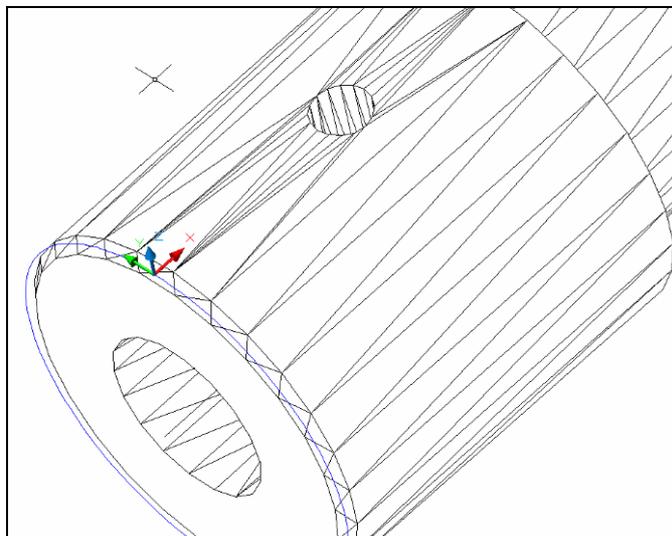


Рисунок 12 – Результат

### 3.10 Произведем затенение данной 3D-модели.

«View → Shade → Gouroud Shaded»

Выделим всю модель или ее части и в их свойствах (Properties) изменим цвет, нажав кнопку «3D orbit» на панели инструментов «3D orbit» удерживая левую кнопку мыши изменим положение данного объекта. Результат представлен на рисунке 13.

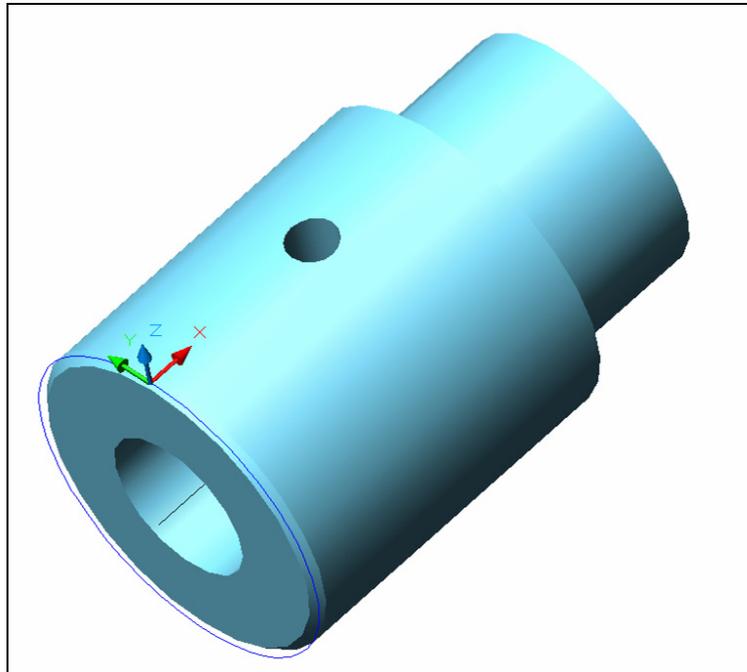


Рисунок 13 – 3D модель

### 4 Обсуждение результатов

Auto CAD 2004 обладает большими возможностями по созданию 3D-моделей. Построение 3D-моделей позволяет наглядно увидеть деталь на этапе ее конструирования.

### 5 Выводы

Построив 3D-модель познакомился с 3D-моделированием в AutoCAD 2004.

## Лабораторная работа №6 Создание блоков в программе AutoCAD 2004

### 1 Цель работы

Ознакомление с методами построения блоков в AutoCAD 2004, создание блоков для нескольких технологических эскизов, занесение этих блоков в «Design Center» с последующим созданием блоков «Палета».

### 2 Исходные данные

Исходные данные берем из ГОСТ 3.1107–81 (СТ СЭВ 1803-79).

### 3 Методика

#### 3.1 Построение чертежа технологического эскиза.

3.1.1 Проводим в произвольном месте горизонтальную линию длиной 10 мм, используя команду «Line» и относительные декартовы координаты (рисунок 1).

```
Command: _line Specify first point:  
Specify next point or [Undo]: @10<0
```

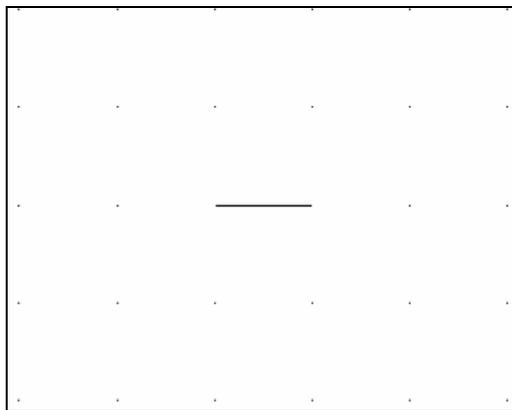


Рисунок 1 – Горизонтальная линия

3.1.2 Строим вторую такую же горизонтальную линию длиной 10 мм, используя команду «Offset» (рисунок 2).

```
Specify offset distance or [Through] <0.0000>: 1  
Select object to offset or <exit>:  
Specify point on side to offset:
```



Рисунок 2 – Команда «Offset»

### 3.1.3 Строим наклонную линию, используя команду «Line» и объектные привязки (рисунок 3).

```
Command: _line Specify first point: _from Base point: <Offset>: @5<90
Specify next point or [Undo]: @10<240
Specify next point or [Undo]:
```

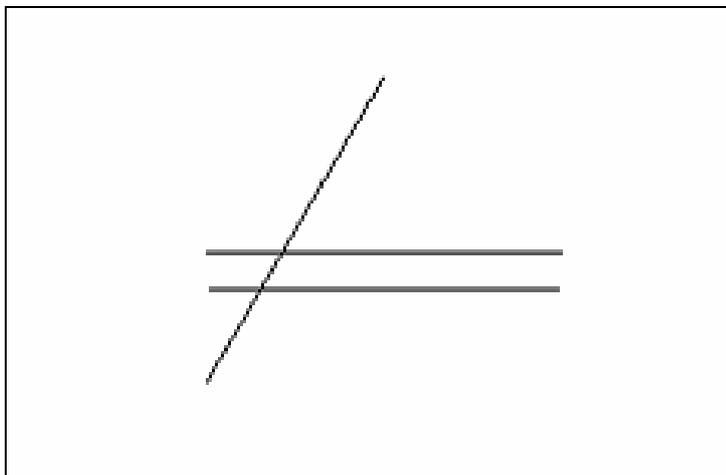


Рисунок 3 – Наклонная линия

### 3.1.4 Усекаем с помощью команды «Trim» лишние линии (рисунок 4).

```
Select objects: Specify opposite corner: 3 found
Select objects:
Select object to trim or shift-select to extend or [Project/Edge/Undo]:
Select object to trim or shift-select to extend or [Project/Edge/Undo]:
```

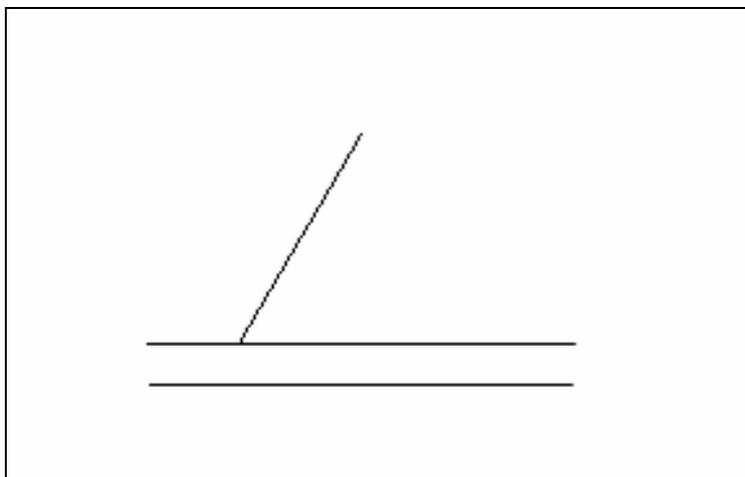


Рисунок 4 – Команда «Trim»

3.1.5 Для построения правой линии используем команду «Mirror». Для этого выделяем объекты, которые необходимо отразить, нажимаем правую кнопку мыши (окончание выбора) и указываем первую и вторую точки линии отражения, используя объектные привязки (рисунок 5).

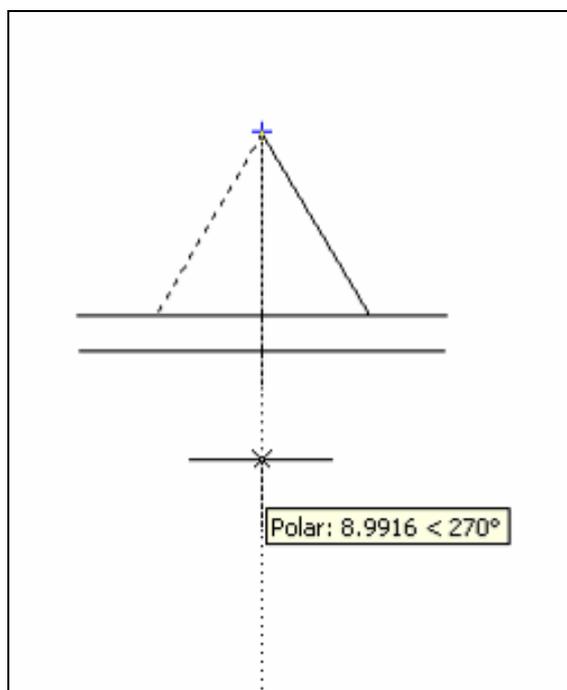


Рисунок 5 – Команда «Mirror»

3.1.6 В результате получили технологический эскиз подвижной опоры по размерам, указанным в ГОСТ 3.1107–81 (СТ СЭВ 1803-79) (рисунок 6).

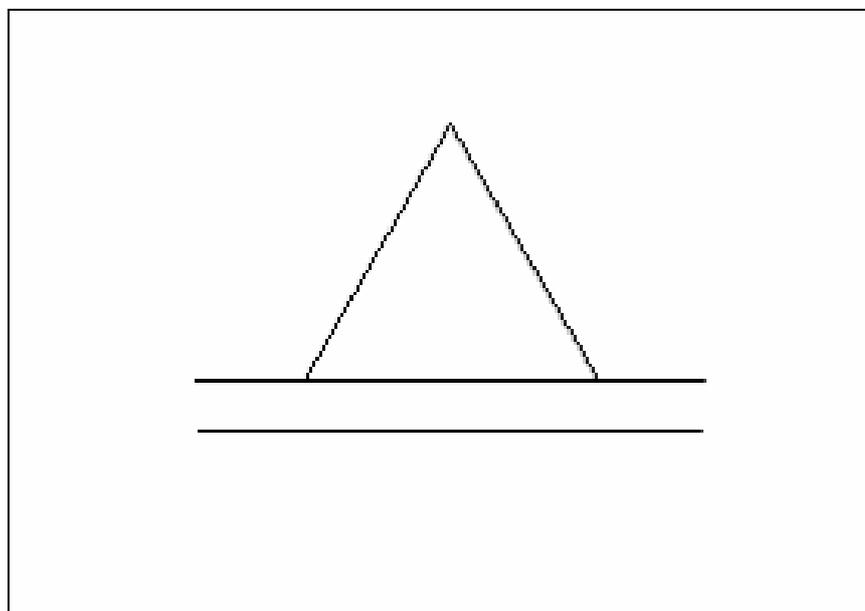


Рисунок 6 – Подвижная опора

### 3.1.7 Аналогично строим остальные технологические эскизы (рисунок 7).

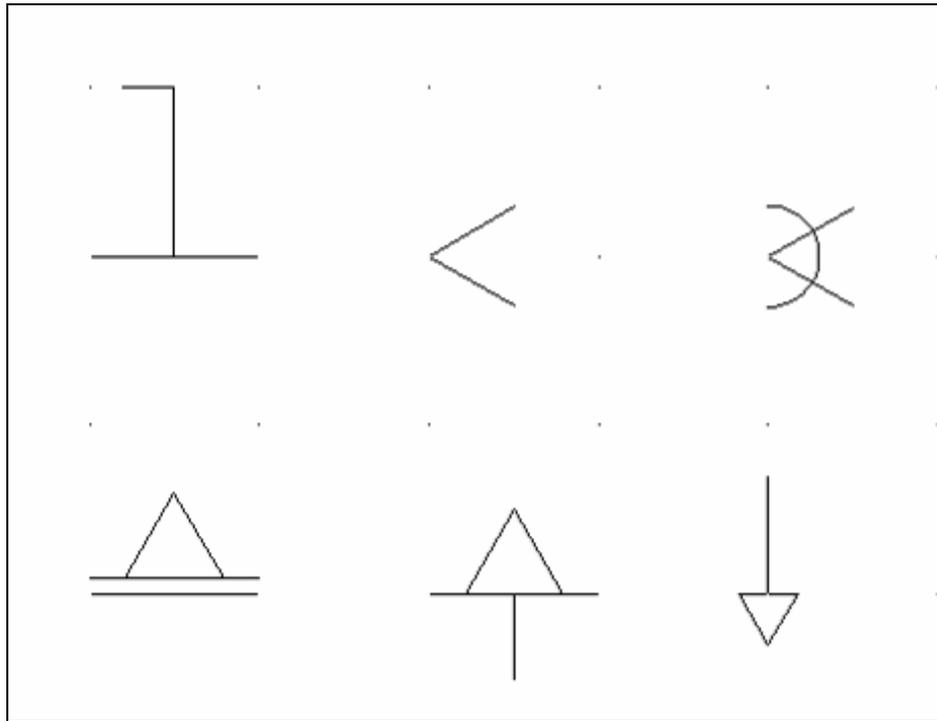


Рисунок 7 – Технологические эскизы

## 3.2 Создание блоков

3.2.1 Выделяем эскиз подвижной опоры, затем нажимаем кнопку «Make Block». Появляется окно, показанное на рисунке 8.

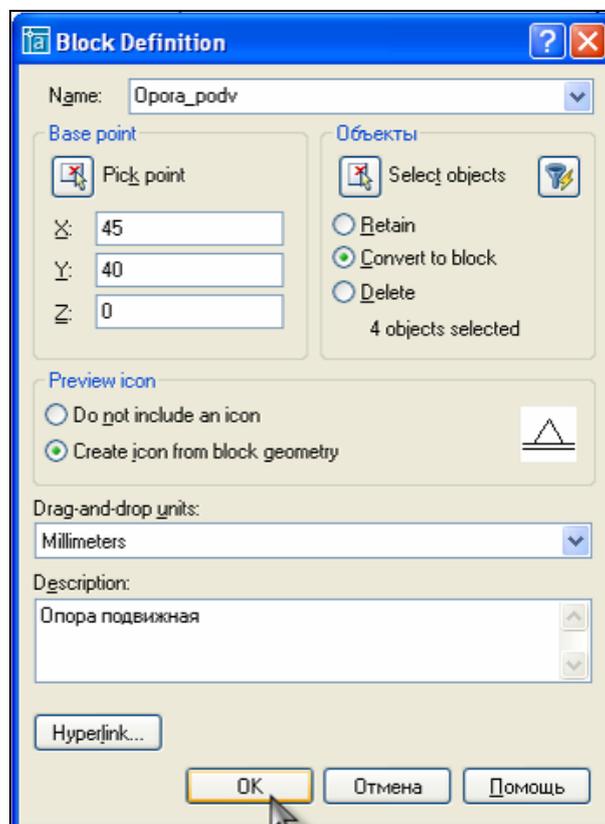


Рисунок 8 – Создание блока

В этом окне нажимаем кнопку «Pick point» в области «Base point», а затем на чертеже, используя объектные привязки, указываем базовую точку, за которую затем будет происходить вставка блока.

В графе «Name» даем название блока, а в поле «Description» вводим краткое описание блока и нажимаем кнопку «ОК».

3.2.2 Аналогично создаем блоки из других технологических эскизов.

3.2.3 Сохраняем файл с блоками в обычном формате AutoCAD 2004 (\*.dwg) в папку с лабораторной работой.

3.3 Вставка блоков.

3.3.1 Создаем новый чертеж. Нажимаем кнопку «Insert Block», открывается окно, показанное на рисунке 9. В этом окне нажимаем кнопку «Browse» и в открывшемся окне ищем файл с нужными блоками. Выбираем его, нажимаем кнопку «ОК», окно закрывается. Нажимаем «ОК» оставшемуся окну. Указываем на экране точку вставки блоков.

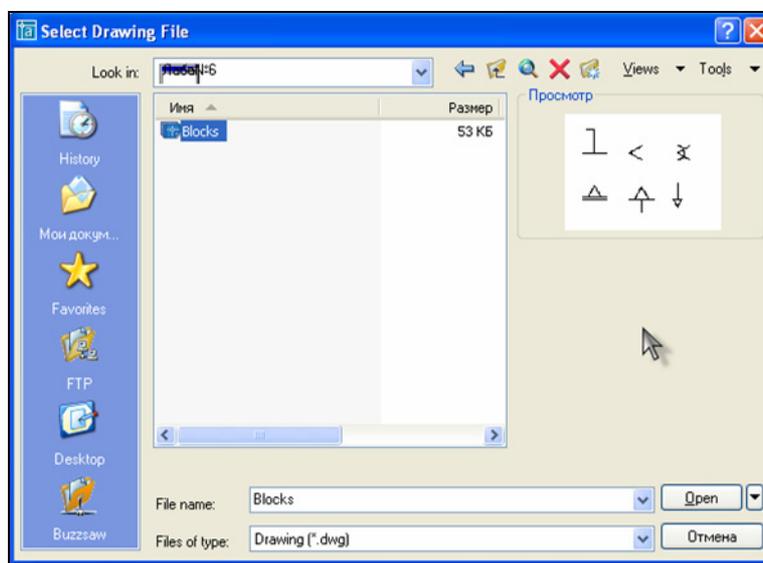


Рисунок 9 – Поиск файла с блоками.

3.3.2 Теперь с помощью кнопки «Insert Block» можно открыть окно, показанное на рисунке 9, выбрать нужный блок из списка и указать точку вставки на экране (рисунок 10).

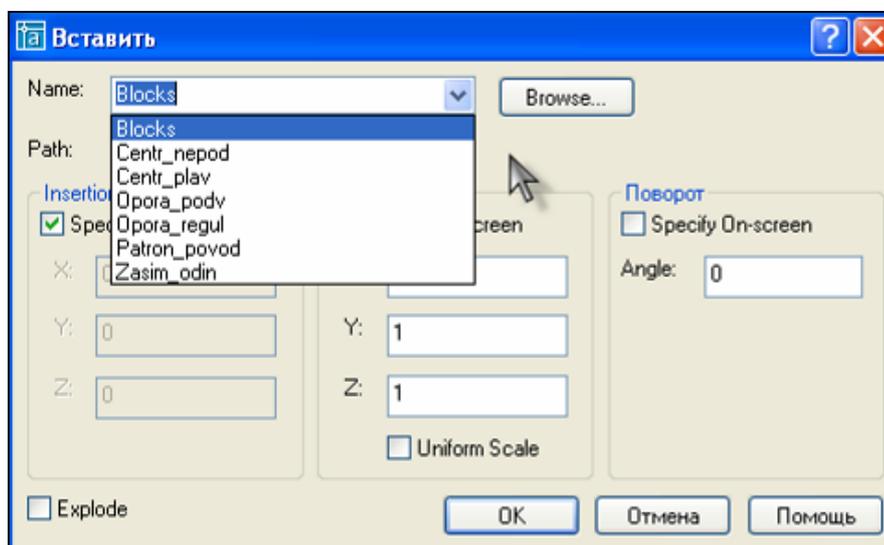


Рисунок 10 – Вставка блока

### 3.4 Просмотр и вставка блоков через «Design Center».

3.4.1 Нажимаем «Ctrl+2», чтобы открыть панель «Design Center».

3.4.2 В открывшемся окне нажимаем кнопку «Load». В дереве каталогов ищем файл с необходимыми блоками (рисунок 11). Нажимаем «Open».

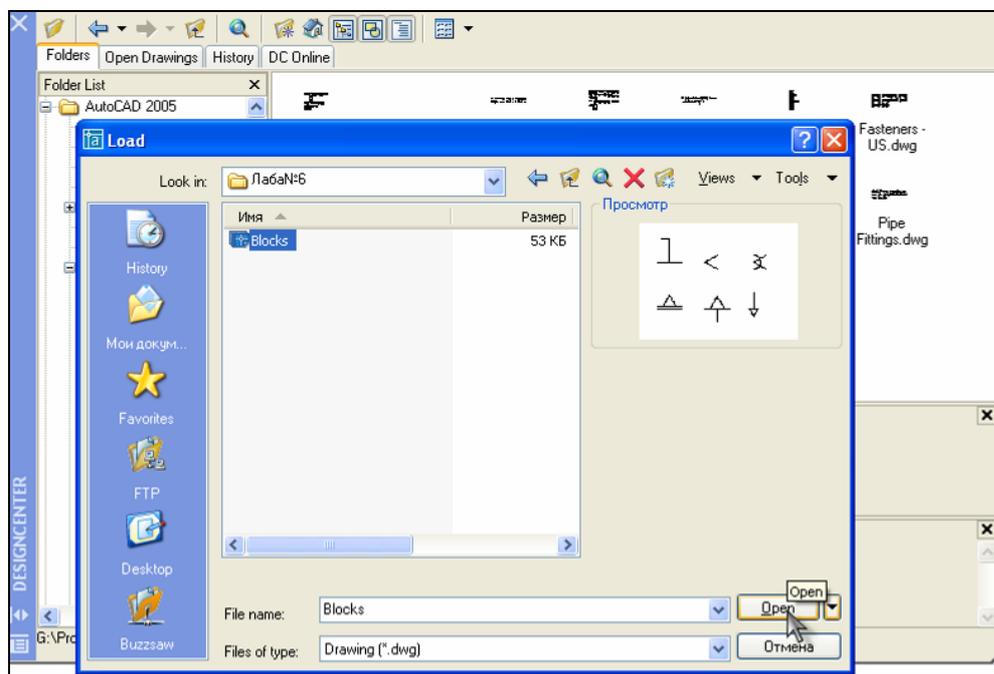


Рисунок 11 – Загрузка файла с блоками

3.4.3 В правой части окна нажимаем значок с надписью «Blocks», открываются блоки, находящиеся в данном файле. Их по очереди можно просмотреть в окне просмотра, прочитать их описание (рисунок 12).

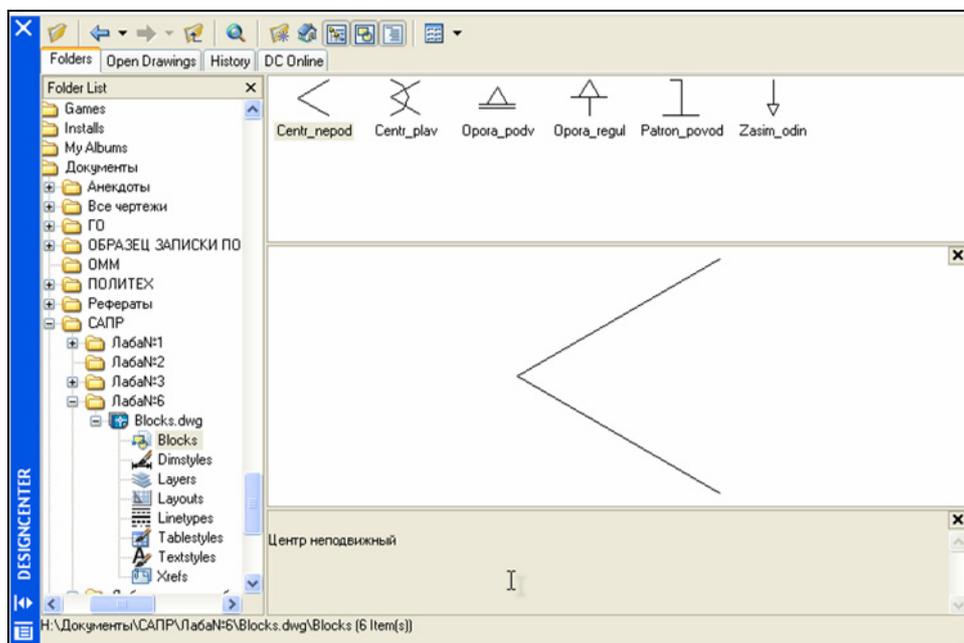


Рисунок 12 – Просмотр блока

3.4.4 Блок можно вставить в чертеж. Для этого дважды щелкаем по изображению блока и указываем точку вставки на экране.

### 3.5 Создание палеты.

3.5.1 В окне «Design Center» нажимаем правую кнопку мыши на файле с блоками. В контекстном меню выбираем пункт «Create tool palette» (рисунок 13).

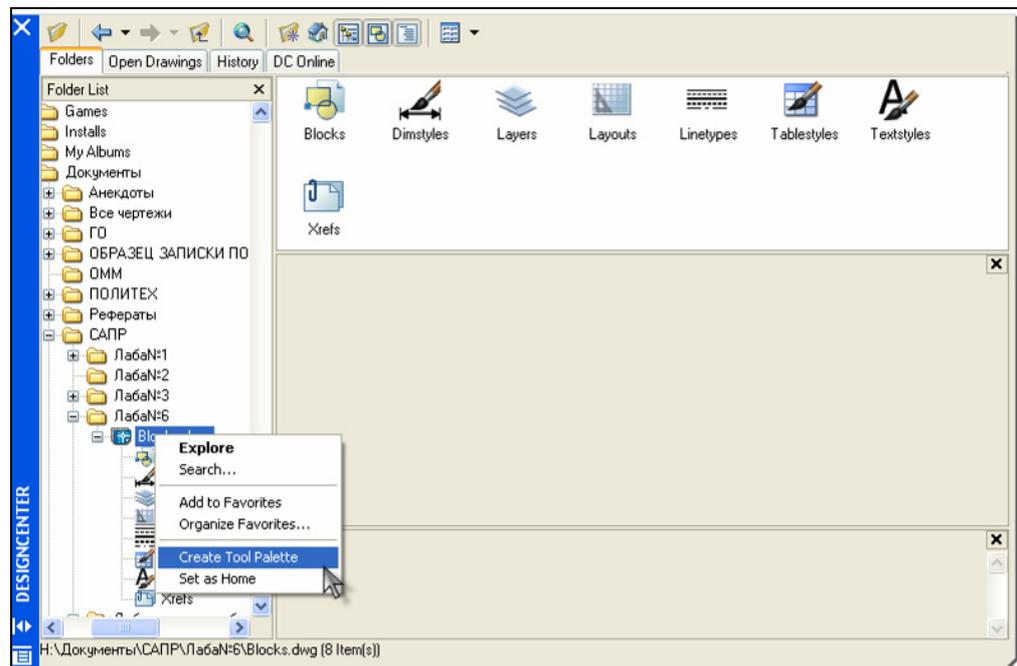


Рисунок 13 – Создание «Палеты»

Появляется панель «Tool Palettes – All Palettes», показанная на рисунке 14.



Рисунок 14 – Палета

3.5.2 На этой панели показаны изображения блоков. Для вставки их в чертеж нужно или щелкнуть по изображению, а затем указать точку вставки или просто перетащить нужный блок из палитры в чертеж (метод drag-and-drop).

4 Построение операционного эскиза для курсового проекта по ТМС с использованием блоков технологических эскизов.

4.1 Создаем в AutoCAD контур обрабатываемой детали и выделяем утолщенными линиями поверхности, подлежащие обработке на данной операции. Проставляем размеры обработки. Результат представлен на рисунке 15.

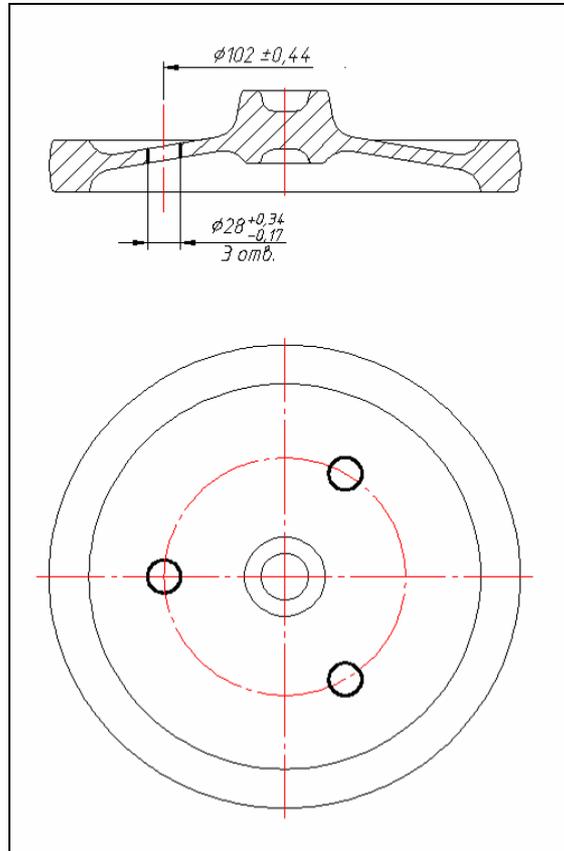


Рисунок 15 – Эскиз обрабатываемой заготовки

4.2 Добавляю из библиотеки MechaniCS эскиз инструмента «Сверло» (рисунок 16).

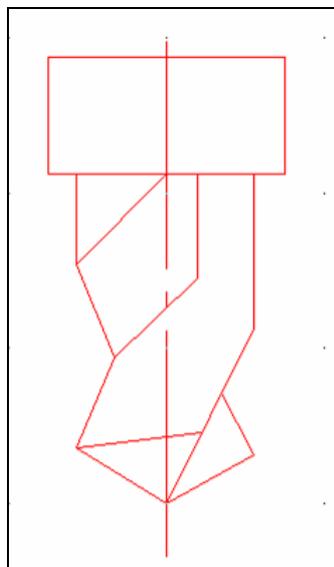


Рисунок 16 – Сверло

4.3 Используя команду «Scale» подгоняю, т.е масштабирую эскиз сверла под необходимый размер. Для этого выделяю эскиз сверла, нажимаю кнопку «Scale» и в командной строке ввожу необходимый масштаб. Дополняю эскиз условным изображением приспособления. Результат представлен на рисунке 17.

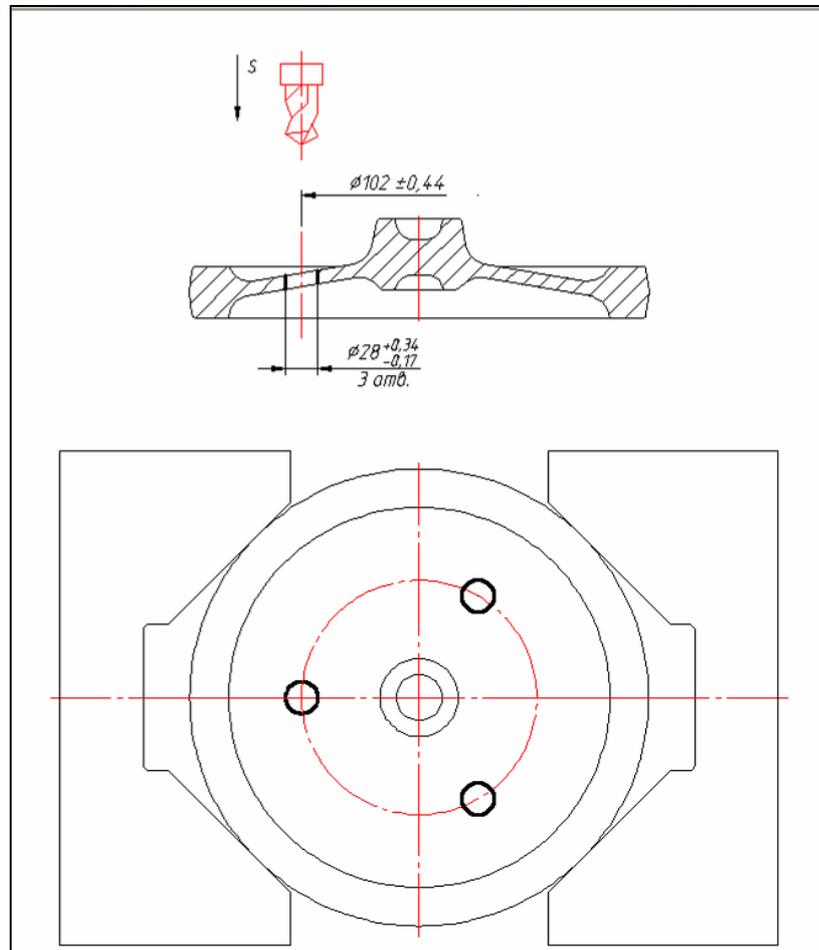


Рисунок 17 – Вставка обозначения сверла и приспособления

4.4 Добавляю из библиотеки MechanіCS эскиз «Оправки цилиндрической», которым покажу базирование заготовки (рисунок 18).

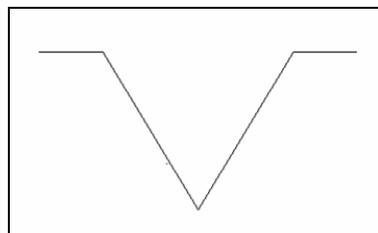


Рисунок 18 – Обозначение базы

4.5 Переносу обозначение оправки на базирующие поверхности заготовки  
Готовый операционный эскиз показан на рисунке 19.

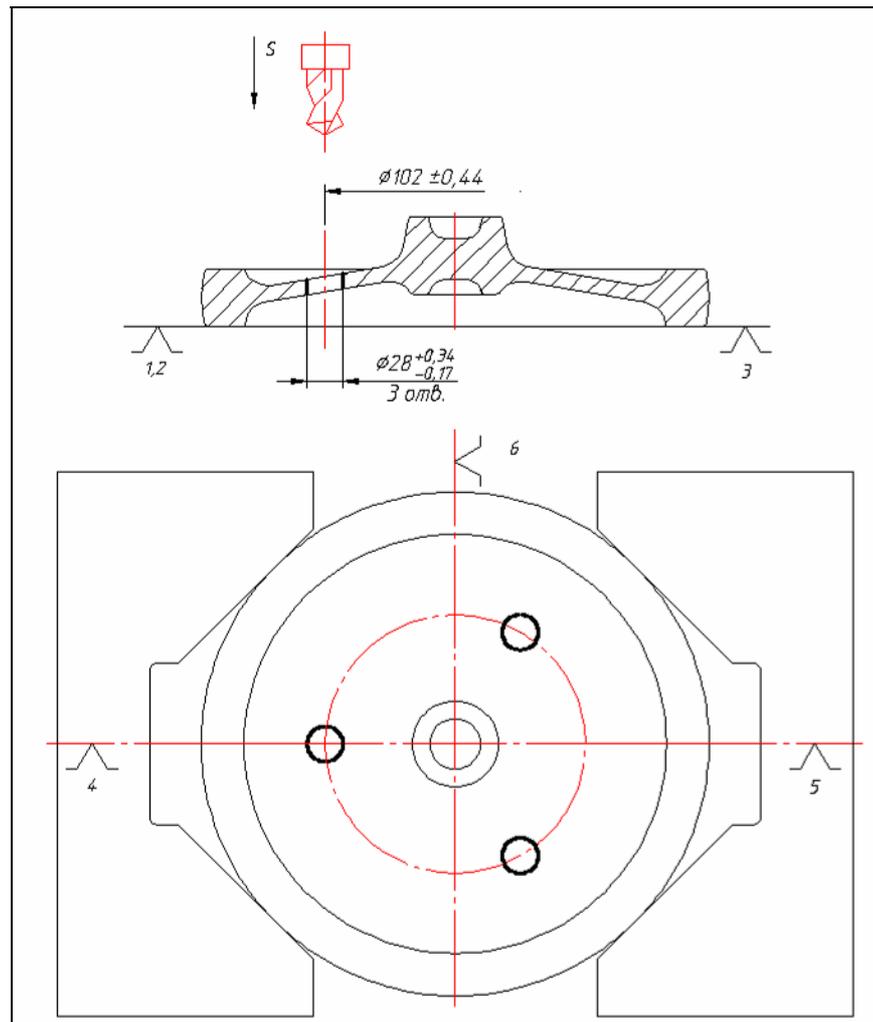


Рисунок 19 – Операционный эскиз

## 5 Выводы

Блоки являются удобным инструментом при работе в AutoCAD, когда необходимо вычерчивать часто повторяющиеся или стандартизованные фрагменты или детали.

Design Center упрощает работу с блоками за счет упорядочивания чертежей, содержащих блоки, и за счет возможности просмотра изображения блока и его описания.

Палета – это еще более современный и удобный инструмент работы с блоками, который позволяет помещать их в чертеж с помощью простого перетаскивания.

## Лабораторная работа №7

### Расчет режимов резания с помощью программы KONCUT

#### 1 Цель работы

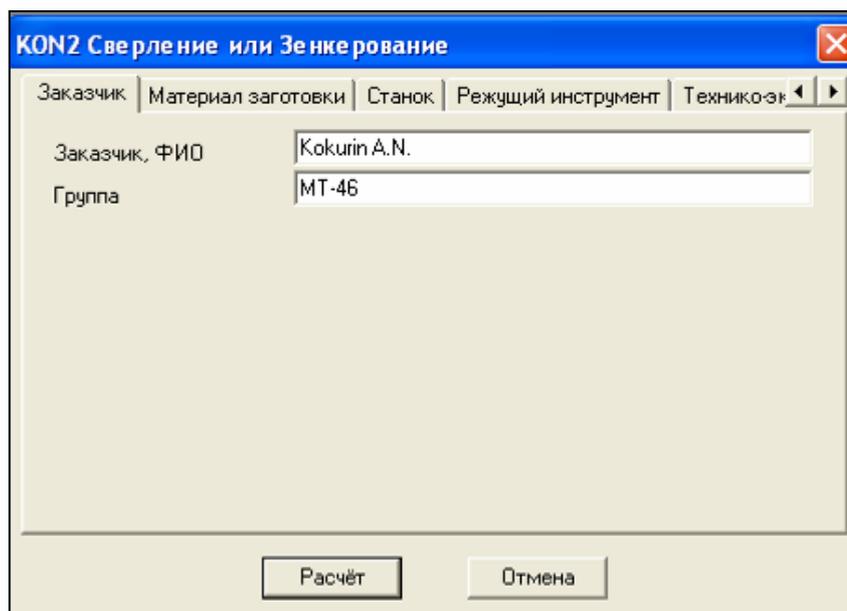
Получение основных навыков работы в программе Koncut.

#### 2 Исходные данные

Исходные данные взяты из [8].

#### 3 Методика

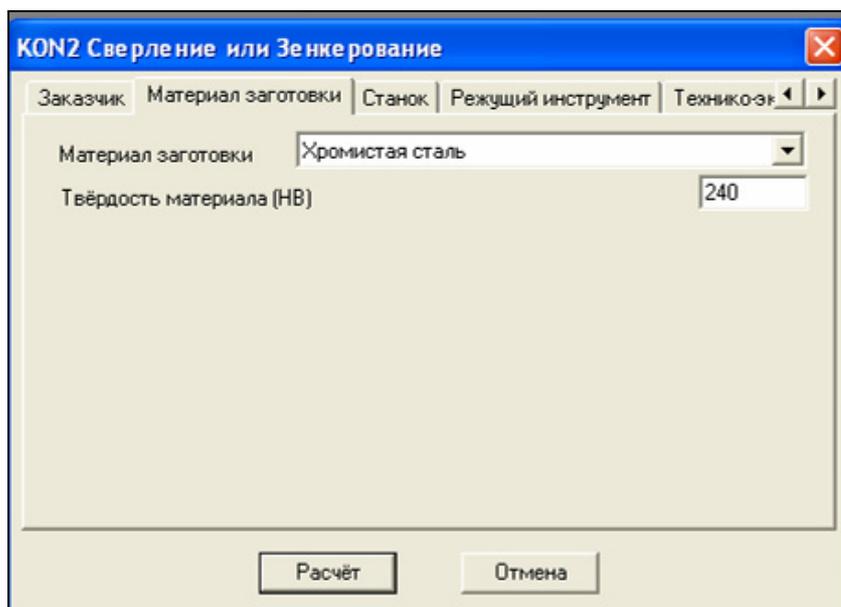
3.1 После выбора метода обработки «KON2 сверление или зенкерование», заполняю закладку заказчик с указанием в полях диалогового окна свою фамилию и группу (рисунок 1).



The screenshot shows a dialog box titled "KON2 Сверление или Зенкерование". It has a tabbed interface with the following tabs: "Заказчик", "Материал заготовки", "Станок", "Режущий инструмент", and "Технико-эк". The "Заказчик" tab is active. It contains two input fields: "Заказчик, ФИО" with the text "Kokurin A.N." and "Группа" with the text "МТ-46". At the bottom of the dialog are two buttons: "Расчёт" and "Отмена".

Рисунок 1 – Заказчик

3.2 В закладке «Материал заготовки» указываю хромистую сталь с твердостью HB 240 (рисунок 2).



The screenshot shows the same dialog box as in Figure 1, but with the "Материал заготовки" tab selected. The "Материал заготовки" field is a dropdown menu showing "Хромистая сталь". The "Твёрдость материала (HB)" field is a text input containing the value "240". The "Расчёт" and "Отмена" buttons are still visible at the bottom.

Рисунок 2 – Материал заготовки

3.3 В закладке «Станок» указываю основные характеристики кинематики станка агрегатно-сверлильный 15-ти шпиндельный КЛ-А810 [7] (рисунок 3).

Параметр	Значение
Название станка	Агрегатно-сверл. 15-ти шпиндельный КЛ-А810
Минимальная частота вращения шпинделя (Nmin), об/мин	22.400
Максимальная частота вращения шпинделя (Nmax), об/мин	1000.000
Минимальная величина подачи (Smin), мм/об	0.050
Максимальная величина подачи (Smax), мм/об	2.240
Число ступеней ряда частоты вращения (Kn)	12
Число ступеней геометрического ряда подач (Ks)	12
Мощность электродвигателя станка (N), кВт	7
Кoeffициент полезного действия (КПД)	0.90

Рисунок 3 – Станок

3.4 В закладке «Режущий инструмент» указываю характеристики режущего инструмента (рисунок 4).

Параметр	Значение
Инструмент	Зенкер
Материал инструмента	Быстрорежущая сталь
Подача инструмента в пределах ряда подач станка (S), мм/об	0.25
Диаметр инструмента (D), мм	47.000

Рисунок 4 – Режущий инструмент

3.5 В закладке «Технико-экономические параметры» указываю «Время на отдых + Время на обслуживание» и «Вспомогательное время» (рисунок 5).

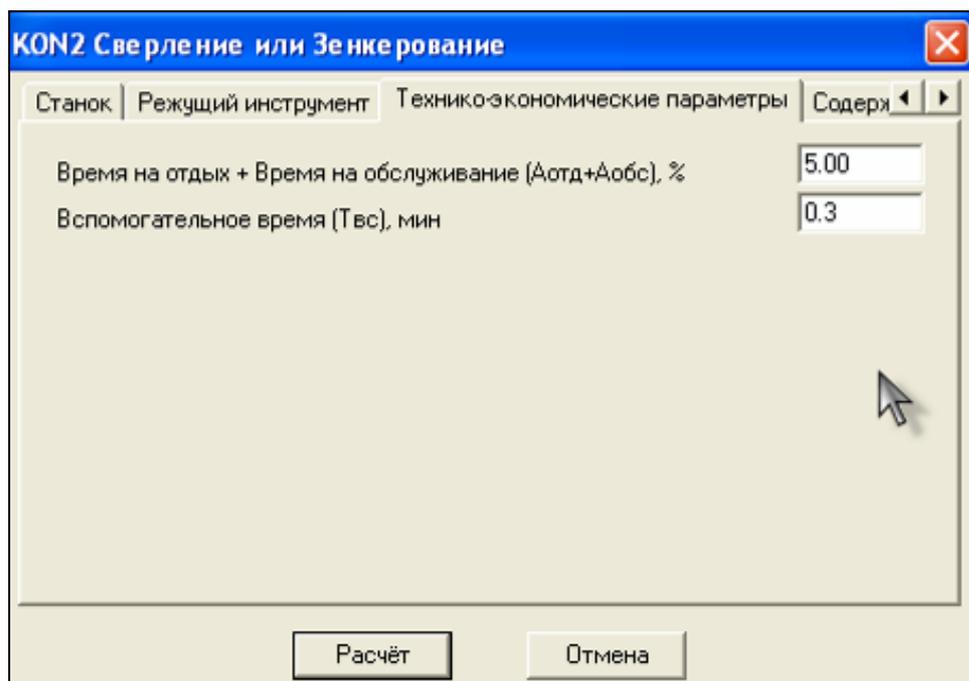


Рисунок 5 – Технико-экономические параметры

3.6 Заполняю закладку «Содержание операции» с указанием необходимых параметров (рисунок 6).

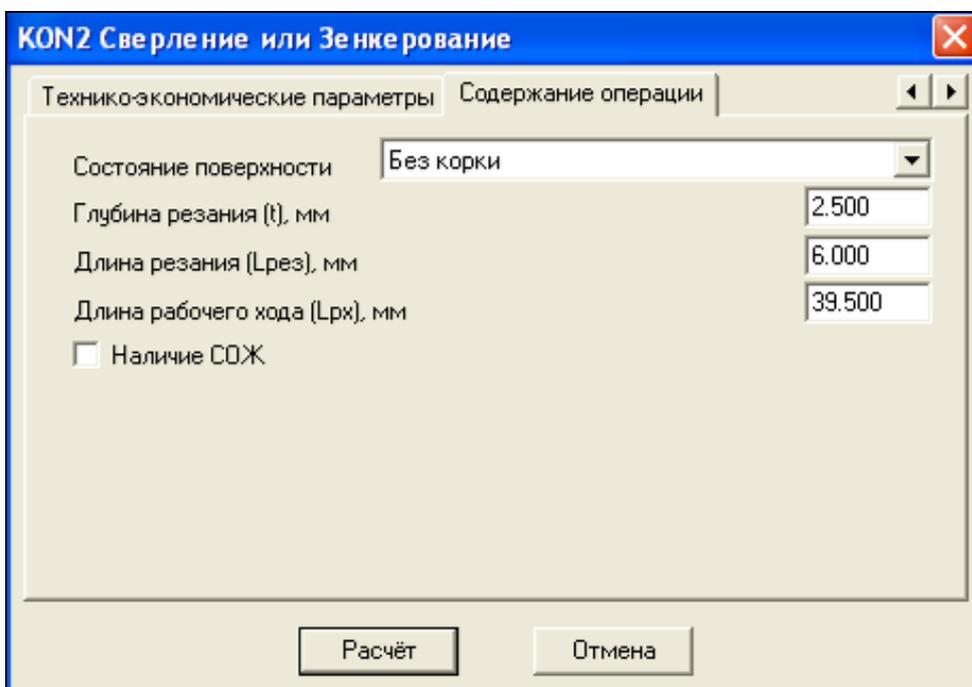


Рисунок 6 – Содержание операции

### 3.7 Результаты расчета, выполненные с помощью программы Koncut, представлены ниже.

Ярославский государственный технический университет  
Кафедра технологии машиностроения. Программа KONCUT (С) Калачёв О.Н., 2000  
KON2 Расчёт технико-экономических показателей  
режима резания (сверление)

Исходные данные для расчёта

- См. Калачёв О.Н., Синецын В.Т. Применение ЭВМ в курсовом и дипломном проектировании по технологии машиностроения. Ярославль, ЯПИ, 1989.- 87 с.

Заказчик: студент группы МТ-46 Kokurin A.N.  
Материал заготовки ..... Хромистая сталь  
Твёрдость материала, НВ ..... 240  
Название станка ..... Агрегатно-сверл. 15-ти  
шпиндельный КЛ-А810  
Минимальная частота вращения шпинделя (Nmin), об/мин ..... 22.400  
Максимальная частота вращения шпинделя (Nmax), об/мин ..... 1000.000  
Минимальная величина подачи (Smin), мм/об ..... 0.050  
Максимальная величина подачи (Smax), мм/об ..... 2.240  
Число ступеней ряда частоты вращения (Kn) ..... 12  
Число ступеней геометрического ряда подач (Ks) ..... 12  
Мощность электродвигателя станка (N), кВт ..... 7.0  
Коэффициент полезного действия (КПД) ..... 0.90  
Тип инструмента ..... Зенкер  
Материал инструмента ..... Быстрорежущая сталь  
Подача инструмента (S), мм/об ..... 0.250  
Длина рабочего хода (Lrx), мм ..... 39.500  
Диаметр инструмента (D), мм ..... 47.000  
Время на отдых + Время на обслуживание (Aотд+Aобс), % ..... 5.00  
Вспомогательное время (Tвс), мин ..... 0.3  
Состояние обрабатываемой поверхности ..... Без корки  
Глубина резания (t), мм ..... 2.500  
Длина резания (Lрез), мм ..... 6.000  
Наличие СОЖ ..... Нет

Результаты расчёта по программе KONCUT (С) Калачёв О.Н., 2000

Номер Ва- рианта	Частота вращения шпинделя, об/мин	Производи- тельность станка, дет/час	Себестоимость обработки детали, коп	Стоимость расходов на инструмент, коп	Машинное время, мин
1	22.400	6.25	14.41	0.00	8.85
2	31.639	8.70	10.34	0.00	6.27
3	44.689	12.07	7.46	0.00	4.44
4	63.122	16.61	5.42	0.00	3.14
5	89.157	22.65	3.97	0.00	2.22
6	125.932	30.49	2.95	0.00	1.57
7	177.874	40.40	2.23	0.00	1.11
8	251.241	52.47	1.72	0.00	0.79
9	354.869	66.55	1.35	0.00	0.56
10	501.239	82.16	1.10	0.00	0.40
11	707.983	98.50	0.91	0.00	0.28
12	1000.000	114.54	0.79	0.00	0.20

Номер Ва- рианта	Штучное время, мин	Стойкость инстру- мента, дет	Стойкость инстру- мента, мин	Скорость резания, м/мин	Мощность резания, кВт
1	9.61	12613687.47	16955498.459	3.31	0.07
2	6.89	9179871.72	8736302.326	4.67	0.10
3	4.97	6481536.66	4367084.261	6.60	0.15
4	3.61	4419572.19	2108222.137	9.32	0.21
5	2.65	2893349.31	977146.212	13.16	0.30
6	1.97	1804655.99	431494.892	18.59	0.42
7	1.49	1061219.09	179642.394	26.25	0.59

8		1.14		579625.02		69466.186		37.08		0.83	
9		0.90		287488.38		24393.222		52.37		1.18	
10		0.73		124768.17		7495.062		73.97		1.66	
11		0.61		44192.70		1879.510		104.48		2.35	
12		0.52		10822.46		325.869		147.58		3.32	

# Мощность резания превышает мощность станка

3.8 По результатам расчета программно оформляются графики целевых функций (рисунок 7).

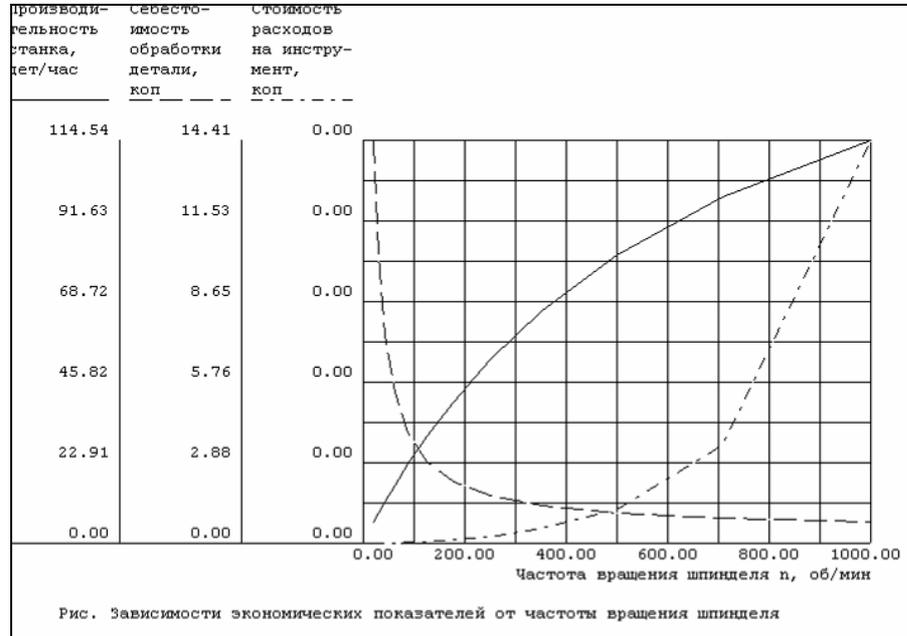


Рисунок 7 – Результат при  $S=0,25$  мм/об

3.9 Произведем расчет режима резания при  $S=0,35$  мм/об и  $S=0,45$  мм/об. Результаты расчетов представлены в виде графиков на рисунке 8 для  $S=0,35$  мм/об и на рисунке 9 для  $S=0,45$  мм/об.

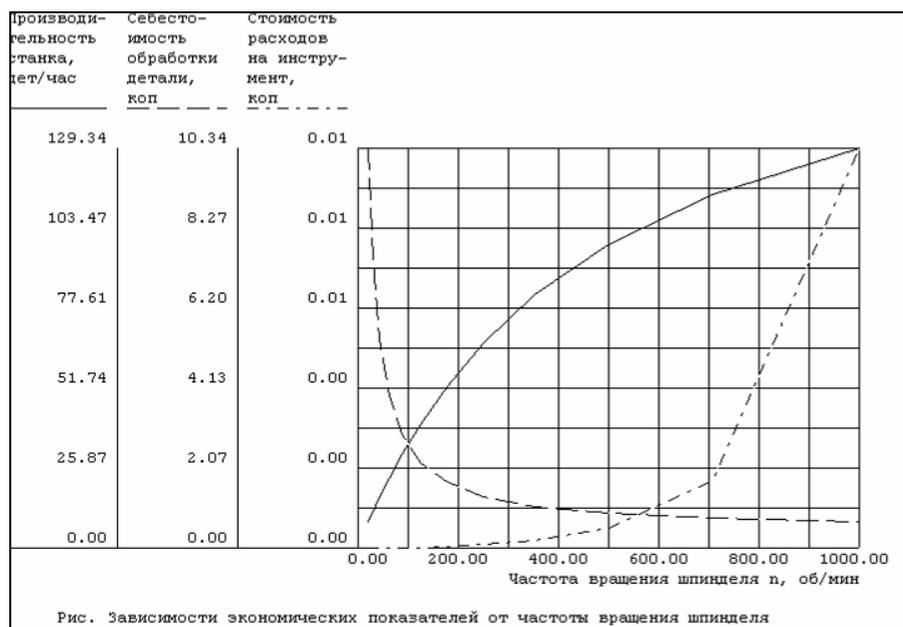


Рисунок 8 – Результат при  $S=0,35$  мм/об

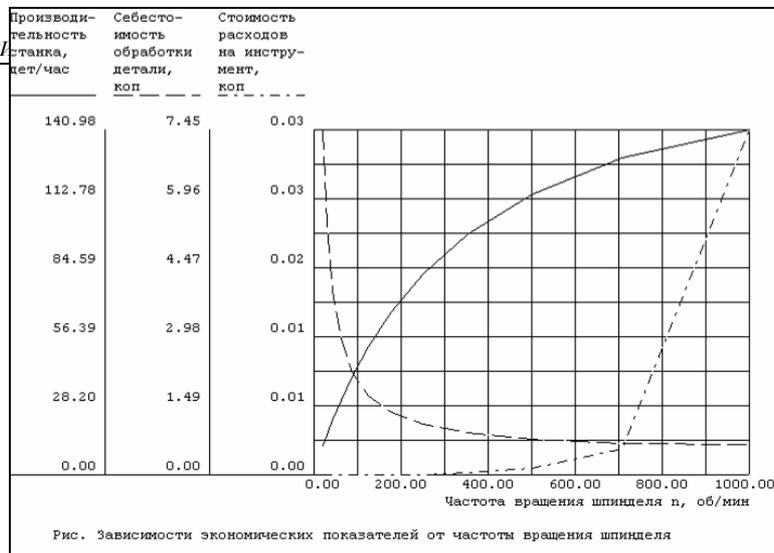
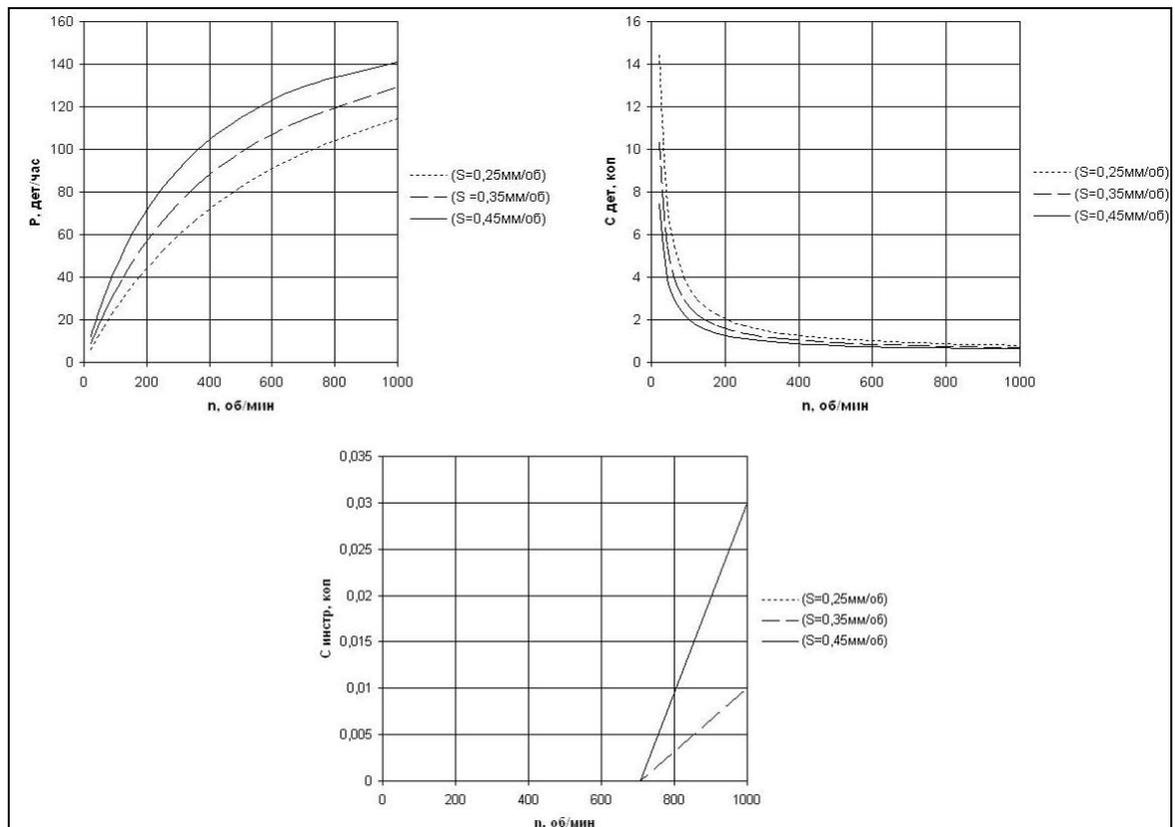
Рисунок 9 – Результат при  $S=0,45$  мм/об

Рисунок 10 – Сравнительный анализ

#### 4 Обсуждение результатов

Сравнивая графики на рисунке 10 видно, что с увеличением подачи увеличиваются производительность станка и себестоимость расходов на инструмент, а себестоимость обработки детали уменьшается. Руководствуясь данными графиков, выбираю оптимальный режим резания. Это вариант 11 при  $S = 0,35$  мм/об с параметрами резания  $n = 707,983$  об/мин;  $V = 104,48$  м/мин;  $T_{маш} = 0,20$  мин;  $T_{шт} = 0,52$  мин.

#### 5 Вывод

Получил основные навыки работы в программе Консид. Полученные навыки можно использовать при проектировании курсового проекта по технологии машиностроения.

## Лабораторная работа №8

### Расчет припусков при помощи программы KON7

#### 1 Цель работы

Расчет припусков с помощью программы KON7.

#### 2 Исходные данные

Размерная схема представленная на рисунке 1.

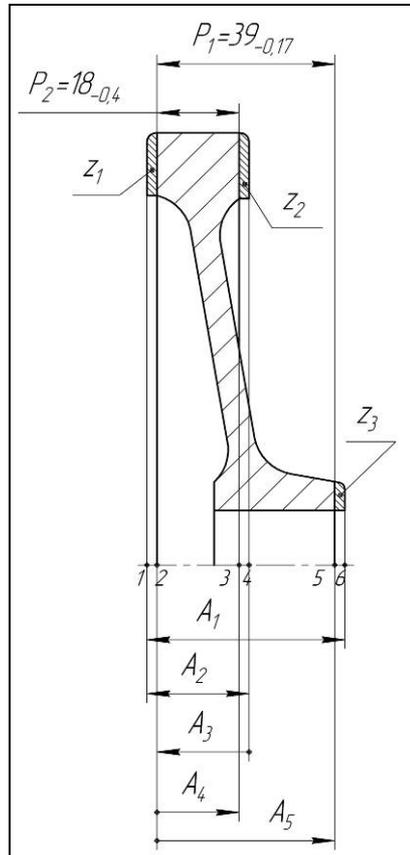


Рисунок 1 – Исходные данные

#### 3 Строю граф размерных изменений заготовки (рисунок 2).

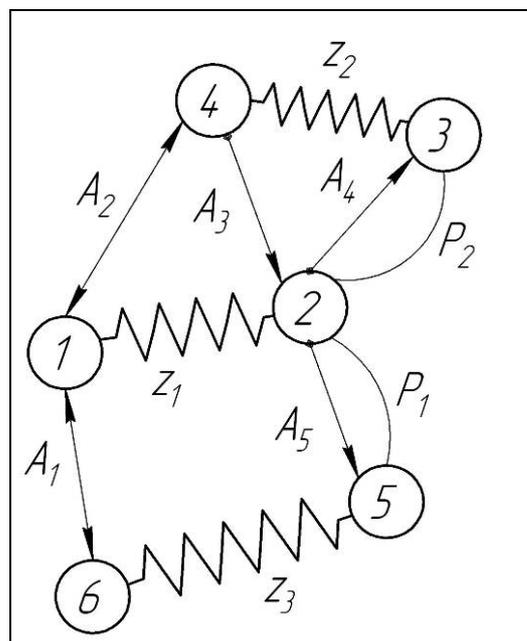


Рисунок 2 – Граф

## 4 Методика

4.1 Заполняем закладку «Общие данные» с указанием в полях диалогового окна материал заготовки, метод ее получения, класс точности, форму детали и наибольший габаритный размер (рисунок 3).

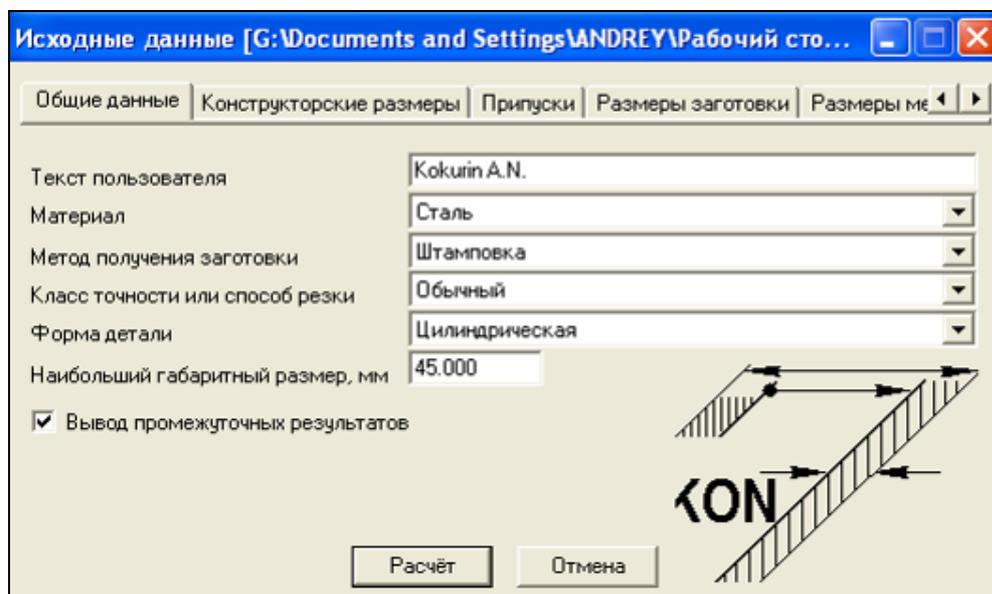


Рисунок 3 – Общие данные

4.2 В закладке «Конструкторские размеры» ввожу их значения. Для ввода размера нажимаю правую кнопку мыши в поле вкладки и выбираю пункт «Добавить» (рисунок 4).

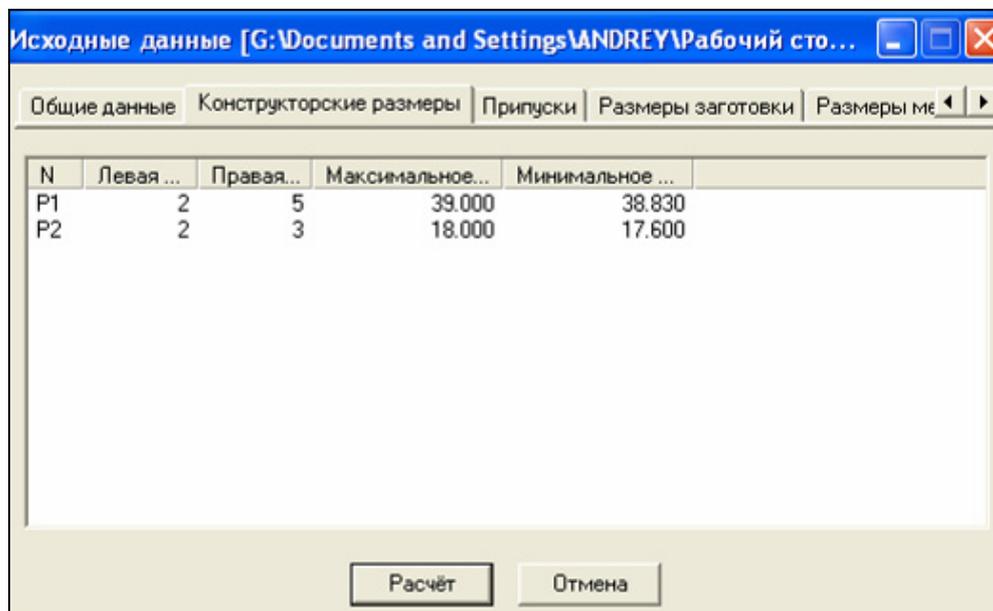


Рисунок 4 – Конструкторские размеры

4.3 В закладке «Припуски» для ввода каждого припуска нажимаю правую кнопку мыши с указанием границ припусков с размерной схемы (рисунок 5).

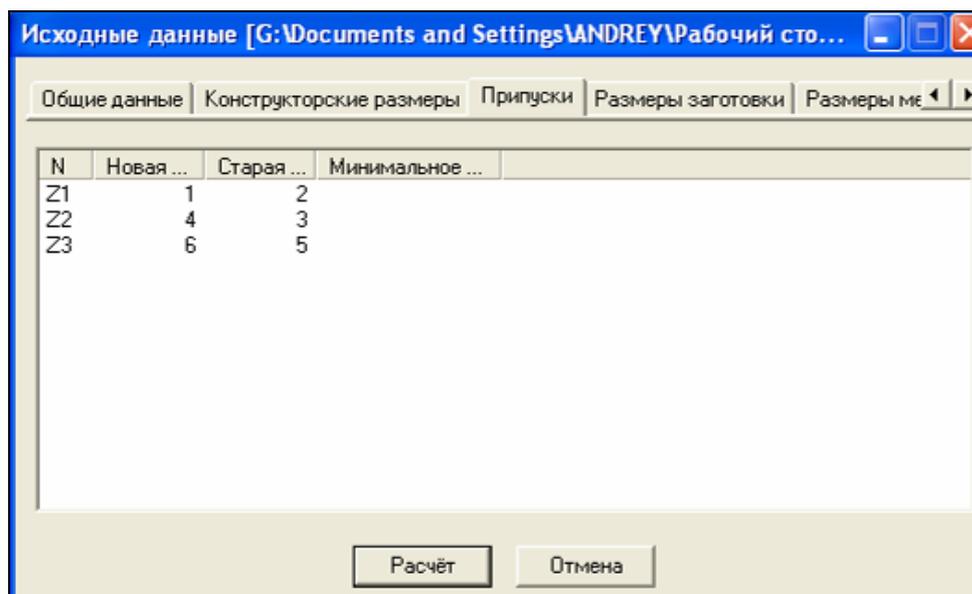


Рисунок 5 – Припуски

4.4 В закладке «Размеры заготовки» нажимаю правую кнопку мыши для ввода каждого размера. Границы задаю номерами принимаемых во внимание крайних поверхностей заготовки в одном координатном направлении, присутствующих на размерной схеме. Допуск на размер А относительно номинала принимаю по системе вал (рисунок 6).

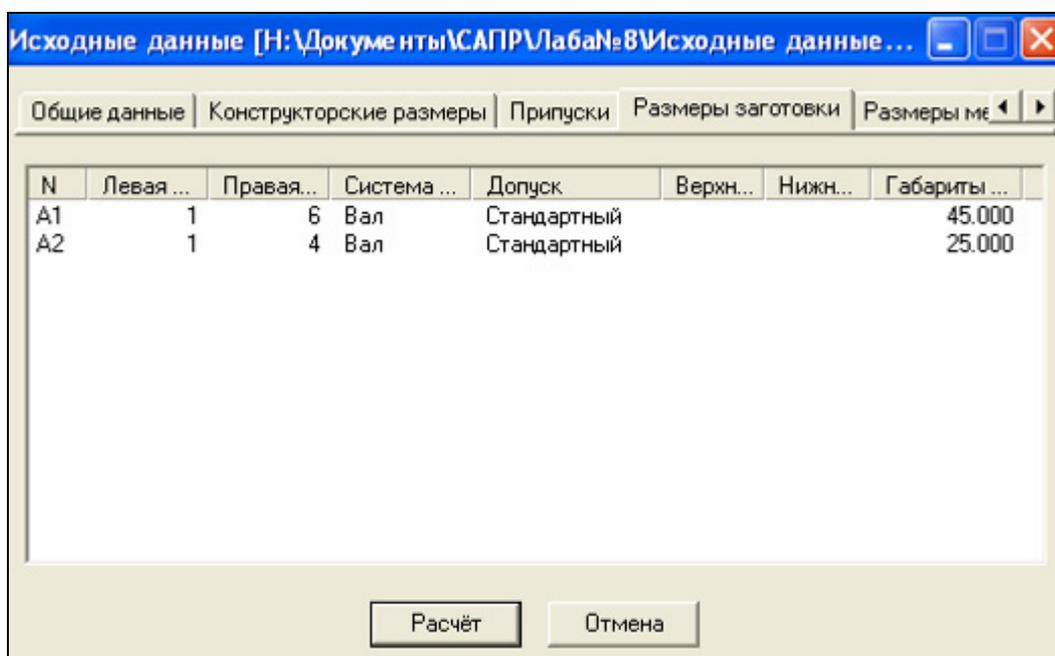


Рисунок 6 – Размеры заготовки

4.5 В закладке «Размеры механообработки» ввожу их в последовательности обработки заготовки. Для ввода каждого размера нажимаю правую кнопку мыши. Расположение допуска относительно подлежащего расчету номинала размера указываю по системе вал (рисунок 7).

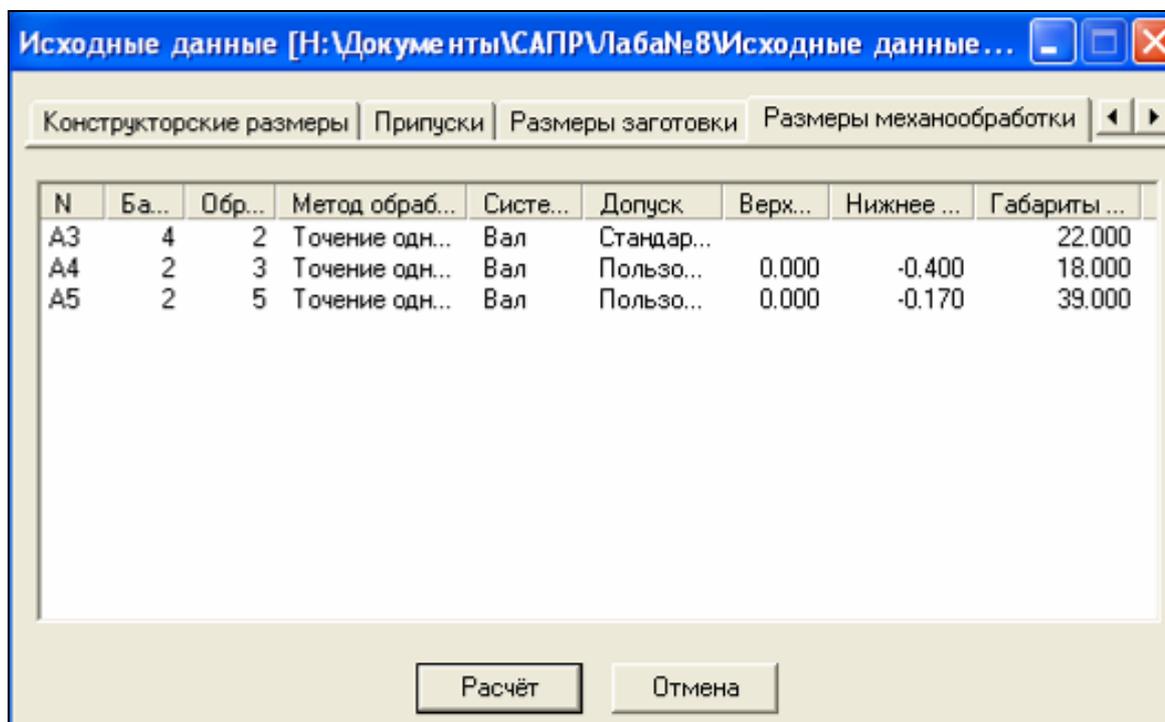


Рисунок 7 – Размеры механообработки

4.6 После ввода в программу KON7 по размерной схеме всех исходных данных нажимаю кнопку «Расчет» для получения результатов. Полученные результаты представлены в таблице 1.

Результаты расчета технологических размерных цепей  
Кафедра ТМС ЯГТУ, (С) Калачев О.Н., 2000 \*\*\*\* KON7 \*\*\*\*

З а к а з ч и к                      Kokurin A.N.

Таблица 1

Распечатка введенных исходных данных (проверьте правильность ввода!)

Сведения о заготовке:  
 Материал..... сталь  
 Способ получения..... штамповка обычн.точности  
 Класс (степень) точности.. ---  
 Габаритный размер..... 45.000

---

Замыкающие звенья				Составляющие звенья				Габа	Отклонения		
P-черт.размер. Z-припуск								риты	допуска		
зве-	гра-	Предел. значения		зве-	гра-	метод обработки	сис	бот.			
но	ницы	-----		но	ницы	-----	дону	пове			
		max	min		O-->	наименование	код	рхн.			
							ска	верх.			
								нижнее			
P1	2 5	39.000	38.830	A1	1 6	штамповка обычн. точности	21	вал	45	0.000	0.000
P2	2 3	18.000	17.600	A2	1 4	штамповка обычн. точности	21	вал	25	0.000	0.000
Z1	1 2	0.000	0.000	A3	4 2	точение однократ	73	вал	22	0.000	0.000
Z2	4 3	0.000	0.000	A4	2 3	точение однократ	73	вал	18	0.000	-0.400
Z3	6 5	0.000	0.000	A5	2 5	точение однократ	73	вал	39	0.000	-0.170

---

Блок 1  
 Блок 2  
 Блок 3

Таблица 2

Результаты расчета - уравнения размерных цепей

Номер решения	Неизв. звено	Уравнения в символьной форме
1	A5	$P1=+A5$
2	A4	$P2=+A4$
3	A3	$Z2=-A4+A3$
4	A2	$Z1=-A3+A2$
5	A1	$Z3=-A2-A5+A1+A3$

## Блок 4

\*\* Информация о ходе расчёта технологических размеров при решении разм. цепей \*\*  
 Program KON7 О.Н.Калачев-2000

Решается разм. цепь 1 типа "P" с неизв. звеном A5 , код метода получения= 73  
 состав цепи:

увелич. звено A5 : max= 0.000 min= 0.000  
 замык. звено - констр. размер P1 : max= 39.000 min= 38.830  
 результаты расчёта звена A5 : max= 39.000 min= 38.830  
 следовательно, расч. допуск= 0.170  
 технолог. допуск заданного метода получения звена, предлагаемый  
 системой= 0.340 : верхн. откл.= 0.340 нижн. откл.= 0.000  
 технологич. допуск, заданный пользователем= 0.170  
 верх. откл.= 0.000 нижн. откл.= -0.170  
 принимаем расчётный размер звена A5 с учётом технолог. допуска:  
 номинал= 38.830 max= 39.000 min= 38.830

Решается разм. цепь 2 типа "P" с неизв. звеном A4 , код метода получения= 73  
 состав цепи:

увелич. звено A4 : max= 0.000 min= 0.000  
 замык. звено - констр. размер P2 : max= 18.000 min= 17.600  
 результаты расчёта звена A4 : max= 18.000 min= 17.600  
 следовательно, расч. допуск= 0.400  
 технолог. допуск заданного метода получения звена, предлагаемый  
 системой= 0.280 : верхн. откл.= 0.280 нижн. откл.= 0.000  
 технологич. допуск, заданный пользователем= 0.400  
 верх. откл.= 0.000 нижн. откл.= -0.400

Расчётный допуск звена A4 отрицательный или много меньше технологического.  
 Необходимая точность замыкающего звена не обеспечивается

Расчёт прерывается

Номер решения последней цепи= 2. Справка: DT= 0.400, DR= 0.400

Внимание!!! С целью анализа возникшей ситуации расчёт повторяется заново,  
 при этом снимается ограничение по допуску: на искомое звено A4  
 назначается жесткий расчётный допуск, значительно меньший, чем технологический

## Блок 4

\*\* Информация о ходе расчёта технологических размеров при решении разм. цепей \*\*  
 Program KON7 О.Н.Калачев-2000

Решается разм. цепь 1 типа "P" с неизв. звеном A5 , код метода получения= 73  
 состав цепи:

увелич. звено A5 : max= 0.000 min= 0.000  
 замык. звено - констр. размер P1 : max= 39.000 min= 38.830  
 результаты расчёта звена A5 : max= 39.000 min= 38.830  
 следовательно, расч. допуск= 0.170  
 технолог. допуск заданного метода получения звена, предлагаемый  
 системой= 0.340 : верхн. откл.= 0.340 нижн. откл.= 0.000  
 технологич. допуск, заданный пользователем= 0.170  
 верх. откл.= 0.000 нижн. откл.= -0.170  
 принимаем расчётный размер звена A5 с учётом технолог. допуска:  
 номинал= 38.830 max= 39.000 min= 38.830

Решается разм. цепь 2 типа "P" с неизв. звеном A4 , код метода получения= 73  
 состав цепи:

увелич. звено A4 : max= 0.000 min= 0.000  
 замык. звено - констр. размер P2 : max= 18.000 min= 17.600  
 результаты расчёта звена A4 : max= 18.000 min= 17.600  
 следовательно, расч. допуск= 0.400  
 технолог. допуск заданного метода получения звена, предлагаемый  
 системой= 0.280 : верхн. откл.= 0.280 нижн. откл.= 0.000  
 технологич. допуск, заданный пользователем= 0.400  
 верх. откл.= 0.000 нижн. откл.= -0.400

Внимание! Система назначает на звено A4 жесткий допуск, равный расчётному.

Практически это означает, что при получении звена следует выдерживать

техн. допуск на 1 качество жестче заданного. Справка: DT= 0.400, DR= 0.400

принимаем расчётный размер звена A4 с учётом технолог. допуска:  
 номинал= 17.600 max= 18.000 min= 17.600

Решается разм. цепь 3 типа "Z" с неизв. звеном A3 , код метода получения= 73  
 припуск ZMIN, рассчитанный системой= 0.180

состав цепи:  
 уменьш. звено A4 : max= 18.000 min= 17.600  
 увелич. звено A3 : max= 0.000 min= 0.000

технолог. допуск заданного метода получения звена, предлагаемый  
 системой= 0.280 : верхн. откл.= 0.280 нижн. откл.= 0.000  
 расчётный размер звена А3 :  
 номинал= 18.180 max= 18.460 min= 18.180  
 Решается разм. цепь 4 типа "Z" с неизв. звеном А2 , код метода получения= 21  
 припуск ZMIN, рассчитанный системой= 0.550  
 с о с т а в ц е п и :  
 уменьш. звено А3 : max= 18.460 min= 18.180  
 увелич. звено А2 : max= 0.000 min= 0.000  
 технолог. допуск заданного метода получения звена, предлагаемый  
 системой= 2.000 : верхн. откл.= 0.800 нижн. откл.= -1.200  
 расчётный размер звена А2 :  
 номинал= 20.210 max= 21.010 min= 19.010  
 Решается разм. цепь 5 типа "Z" с неизв. звеном А1 , код метода получения= 21  
 припуск ZMIN, рассчитанный системой= 0.650  
 с о с т а в ц е п и :  
 уменьш. звено А2 : max= 21.010 min= 19.010  
 уменьш. звено А5 : max= 39.000 min= 38.830  
 увелич. звено А1 : max= 0.000 min= 0.000  
 увелич. звено А3 : max= 18.460 min= 18.180  
 технолог. допуск заданного метода получения звена, предлагаемый  
 системой= 2.000 : верхн. откл.= 0.800 нижн. откл.= -1.200  
 расчётный размер звена А1 :  
 номинал= 43.680 max= 44.480 min= 42.480

Таблица 3

Результаты расчета технологических РЦ ЯГТУ, С Калачев О.Н., 2000 \*\* KON7 \*\*

Замыкающие звенья				Составляющие звенья				kop7	
Р-черт.размер, Z-припуск									
Ин-декс звена	Гра-ницы звена	Предел.значения		Ин-декс звена	Гра-ницы звена	Метод обработки	Номинал	Отклонения	
		max	min					Верхнее	Нижнее
P1	2 5	39.000	38.830	A1	1 6	штамповка обычн.   точности	43.680	0.800	-1.200
P2	2 3	18.000	17.600	A2	4 1	штамповка обычн.   точности	20.210	0.800	-1.200
Z1	1 2	---	0.550	A3	2 4	точение однократ	18.180	0.280	0.000
Z2	4 3	---	0.180	A4	3 2	точение однократ	17.600	0.400	0.000
Z3	6 5	---	0.650	A5	5 2	точение однократ	38.830	0.170	0.000

Конец заказа Kokurin A.N. \*\*\* KON7 \*\*\* 2000  
 Конец задания.....KON7 2000

4.7 Расчетный допуск замыкающего звена оказался меньше технологического так как принятый метод обработки на последнем переходе оказался недостаточно точным для получения конструкторского размера с заданным допуском. Система назначила на замыкающее звено А4 более жесткий допуск, равный допуску конструкторского размера Р, это означает, что на последнем этапе обработки следует принять более точный метод обработки, обеспечивающий получение конструкторского размера Р с заданной точностью.

## 5 Вывод

В результате расчета возник случай, когда метод обработки размера Р не обеспечивает его точность.

Освоил принцип работы KON7 и получил основные навыки работы с ней.

Применение программ для расчета размерных цепей позволяет значительно снизить время, затрачиваемое на расчет многозвенных цепей.

Произвел анализ размерных цепей, возникающих при подрезке торцевых поверхностей шестерни. Результатом является технологические размеры припусков на обработку, которые заносятся в маршрутно-операционный технологический процесс.

## Лабораторная работа №9

### Оформление карты технологического процесса с помощью программы ТехноПро

#### 1 Цель работы

Получение основных навыков работы в программе ТехноПро.

#### 2 Исходные данные

Исходные данные взяты из [8].

#### 3 Методика

3.1 Захожу в программу ТехноПро и выбираю пункт «Конкретный тех. процесс». Затем щелкаю правой кнопкой мыши и из контекстного меню выбираю пункт «Добавить». Из следующего меню выбираю что добавить: «Деталь». В появившемся в правой части окне пишу данные по детали и сборочной единице (рисунок 1).

Сведения1	Сведения2	Сведения3	В карты	Характеристики	Документы
Наименование изделия	Сборочный узел				
Обозначение сб. единицы	КП 236.1029120-В СБ				
Обозначение детали	236-1029122-А				
Наименование детали	Шестерня ведомая привода топливного насоса				
Материал	Сталь 40Х-Т				
Заготовка/Сортамент	Поковка				
Профиль и размеры					
Твердость детали	241..286 НВ				
Масса детали	2,0	Объем партии	0		
Масса заготовки	3,248	Предельная твердость	0		
Заказ		<input type="checkbox"/> Не пересчитывать номер операций			

Рисунок 1 – Описание наименовании детали и сборочной единицы

3.2 Слева в дереве построения появился пункт «Деталь». Чтобы записать первую операцию, надо щелкнуть правой кнопкой мыши на пункте «Деталь» и выбрать «Добавить». Последующие операции вводятся в дерево аналогично. В появившемся в правой части окне пишу данные по операции (рисунок 2).

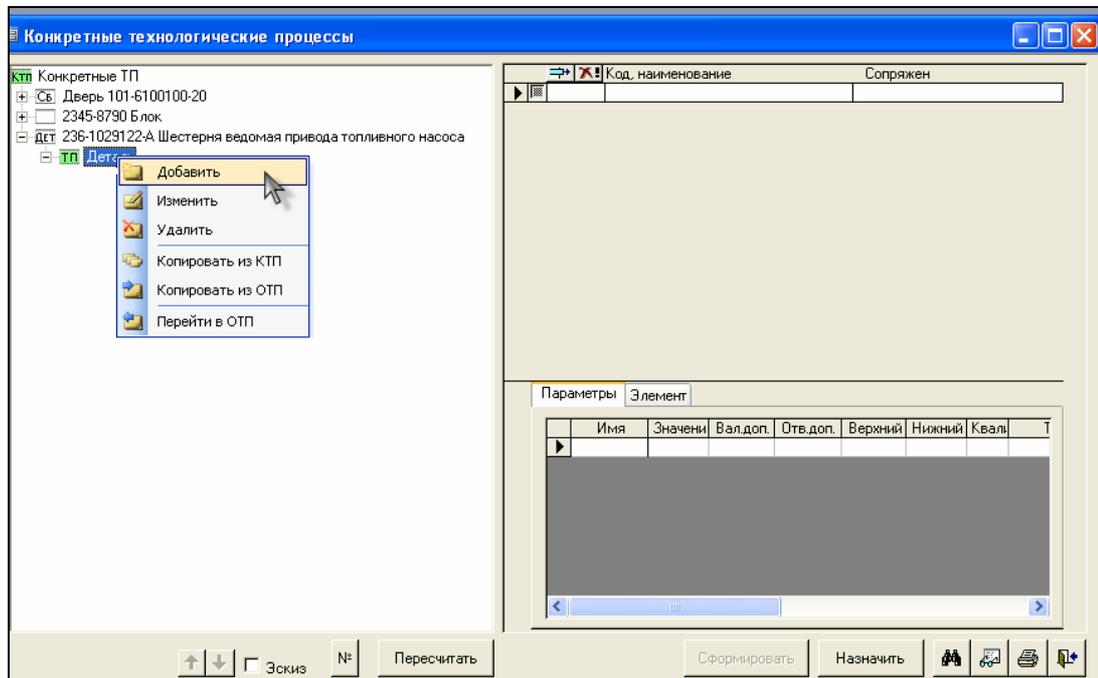


Рисунок 2 – Ввод операции

3.3 Результат ввода операций представлен на рисунке 3.

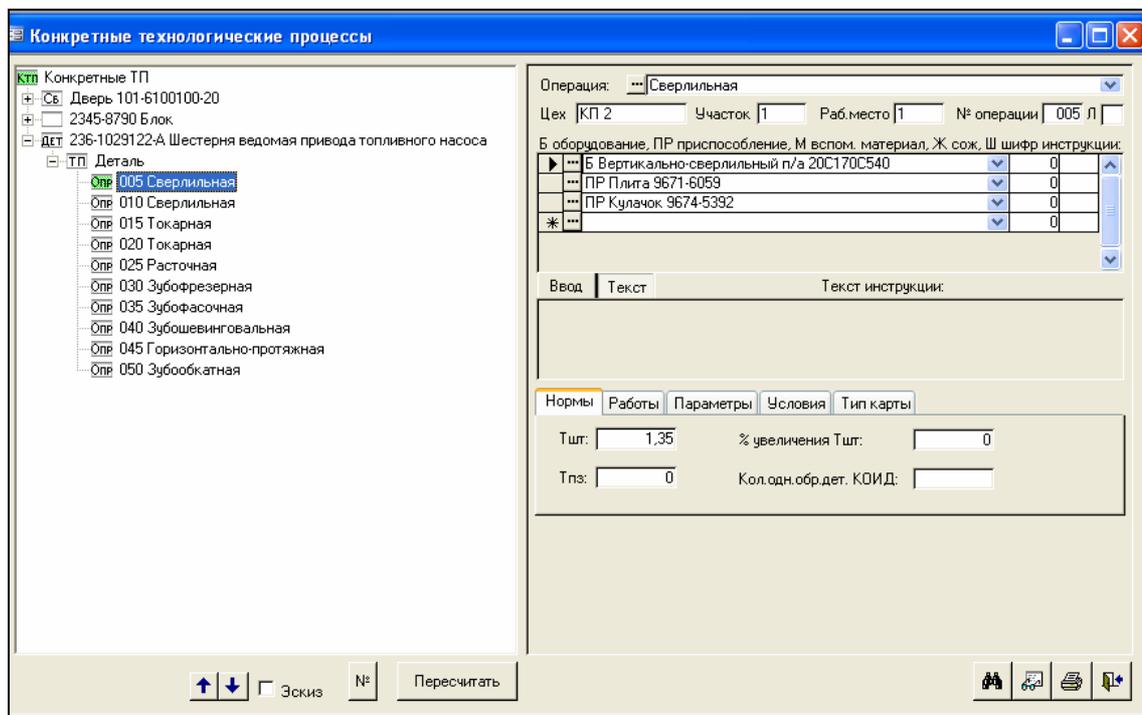


Рисунок 3 – Результат

3.4 Для того чтобы добавить в базу данных ТехноПро новую операцию, станок, инструмент, приспособление и др. нужно нажать кнопку «Изменить» и нажать кнопку «Да» в появившемся окне (рисунок 4).

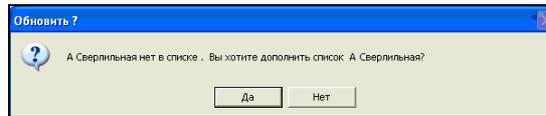


Рисунок 4 – Обновление базы данных

3.5 Чтобы записать переход, нужно щелкнуть правой кнопкой мыши на появившейся в дереве операции и выбрать «Добавить». В правой части записываю данные по переходу. Переходы для других операций записываются аналогично (рисунок 5).

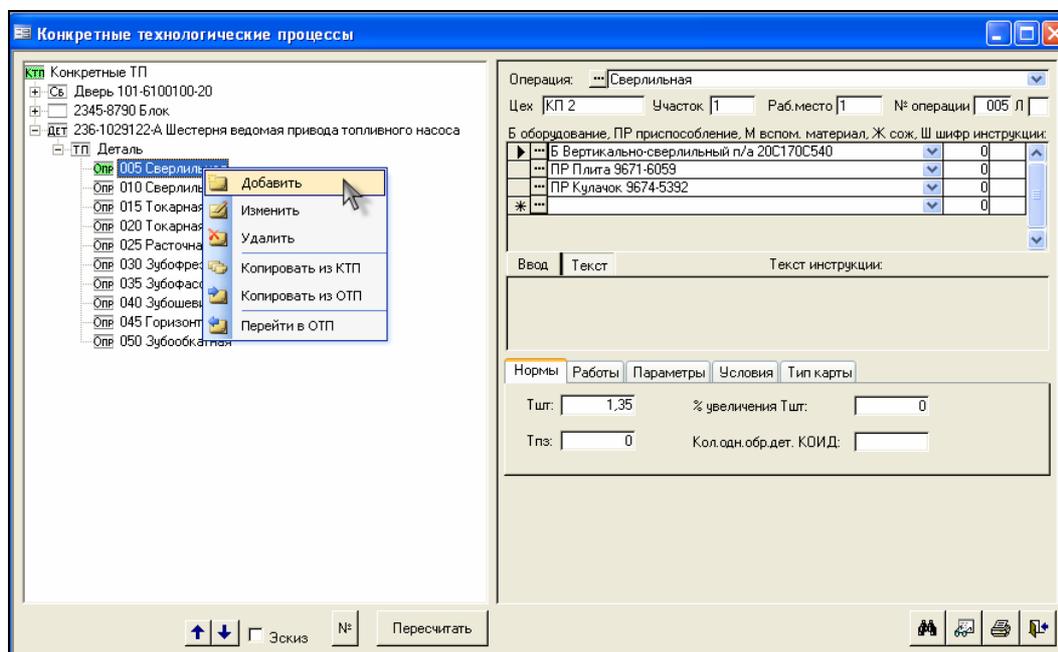


Рисунок 5 – Ввод переходов

### 3.6 Результат ввода переходов представлен на рисунке 6.

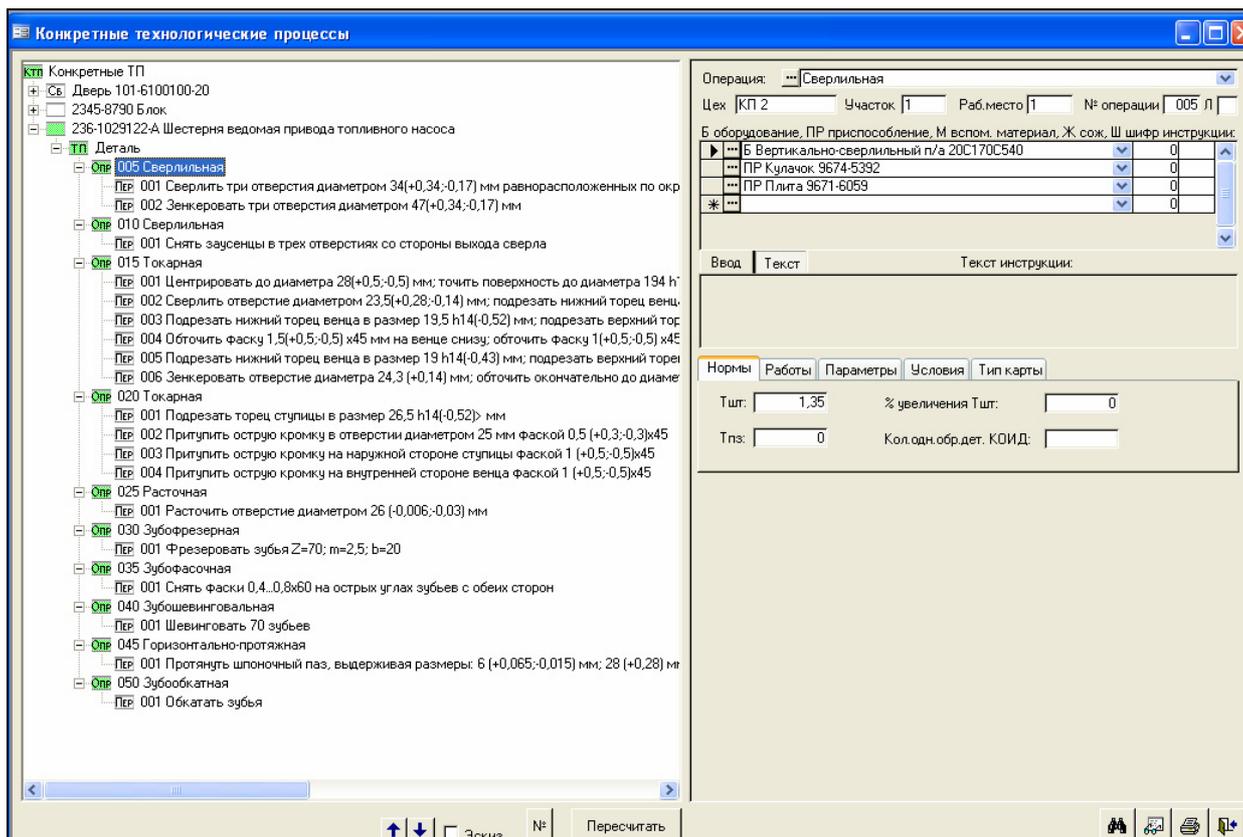


Рисунок 6 – Результат

3.7 Чтобы оформить документ в среде WORD, нужно нажать на кнопку печати в правом нижнем углу и в появившемся меню поставить галочку в первой строке. Затем нажать на кнопку с изображением лупы. После этого откроется WORD с файлом сформированного документа (форма 1, форма 1а).

#### 4 Вывод

Получил навыки работы в программе ТехноПро. Полученные навыки можно использовать при проектировании курсового проекта по технологии машиностроения.

### Лабораторная работа №10

## Формирование БД технологического назначения (станки или инструменты) в СУБД Access

### 1 Цель работы

Составление базы данных фрез с помощью программы Access и произведение запроса по этой базе данных.

### 2 Исходные данные

Вариант №8 [2]. Таблица исходных данных показана на рисунке 1.

82. Дисковые трехсторонние фрезы (по ГОСТ 3755-78)				83. Дисковые трехсторонние фрезы с разнонаправленными зубьями (по ГОСТ 9474-73)				
Размеры, мм				Размеры, мм				
$D(j_316)$	$B^*(K11)$	$d(H7)$	Число зубьев	$D(j_2)$	$B^*(K11)$	$d(H7)$	Число зубьев для типа	
50	4-10	16	14	63	6-16	22	16	12
63	4-16	22	18				14	
80	5-20	27	20				14	
100	6-25	32	22				18	
125	8-28	32	22	125	12-28	32	22	18

84. Трехсторонние фрезы со вставными ножами из быстрорежущей стали (по ГОСТ 1669-78)			
Размеры, мм			
$D$	$B$	$d(H7)$	Число зубьев
315	20	50	30
	25; 32		28
	40		26
	50		22

Примечание. Размеры, заключенные в скобки, по возможности не применять.

85. Дисковые трехсторонние фрезы со вставными ножами, оснащенными твердым сплавом (по ГОСТ 5348-69)			
Размеры, мм			
$D$	$B$	$d(H7)$	Число зубьев
80	12	27	12
	(14); 16; (18); 20; (22); 25		10
100	14; 18	32	12
	22; 28		10
125	12	40	16
	16		14
	20		12
	25		10
160	14	50	20
	18; 22; 28; 36		18
200	(12)	60 (50)	24
	16; 20; 25		20
	32		18
	40		16
250	18	60 (50)	26
	22; 28; 36; 45		24
			20

Примечание. В скобках приведен второй ряд диаметров отверстия. Фрезы первого ряда диаметров являются предпочтительными.

Рисунок 1 – Таблица исходных данных

3 Структура базы данных представлена на рисунке 2.

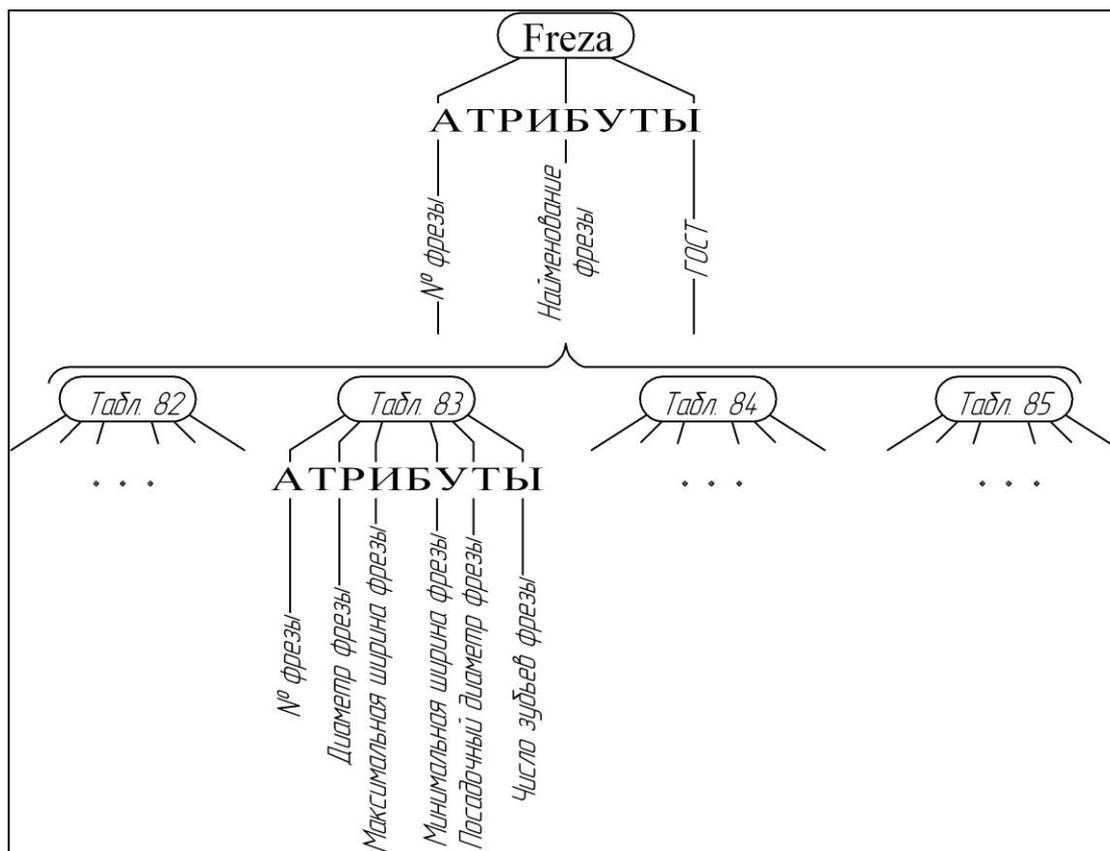


Рисунок 2 – Структура базы данных

#### 4 Методика работы

4.1 Запускаем программу Access и нажимаем кнопку «Создать файл».

4.2 В меню «Создание файла» выбираем «Новая база данных».

4.3 В открывшемся окне заполняем имя файла и нажимаем кнопку «Создать» (рисунок 3).

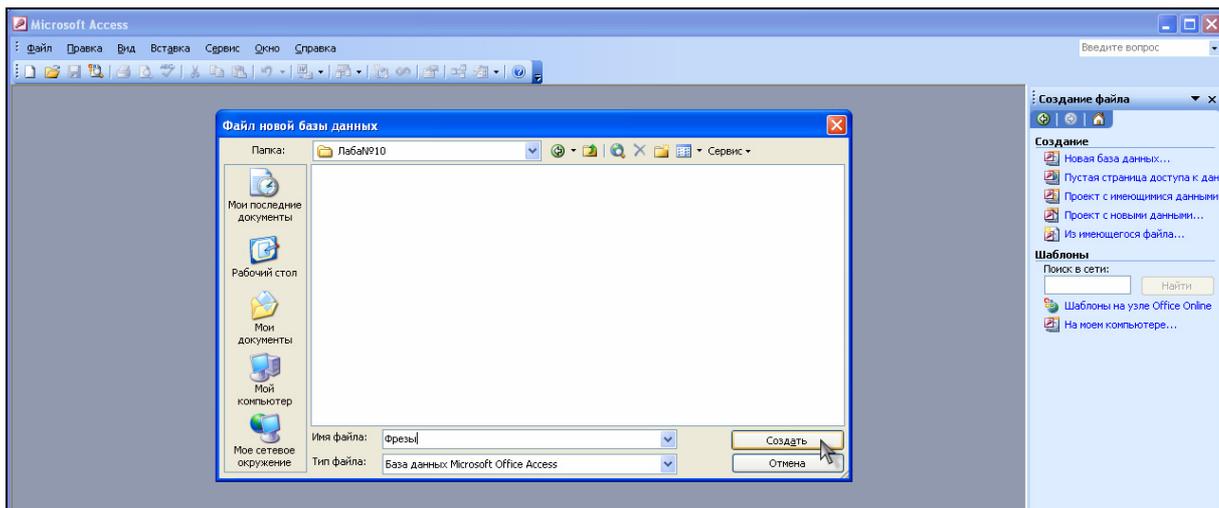


Рисунок 3 – Создание новой базы данных

4.4 В открывшемся окне выбираем пункт «Создание таблицы в режиме конструктора» (рисунок 4).

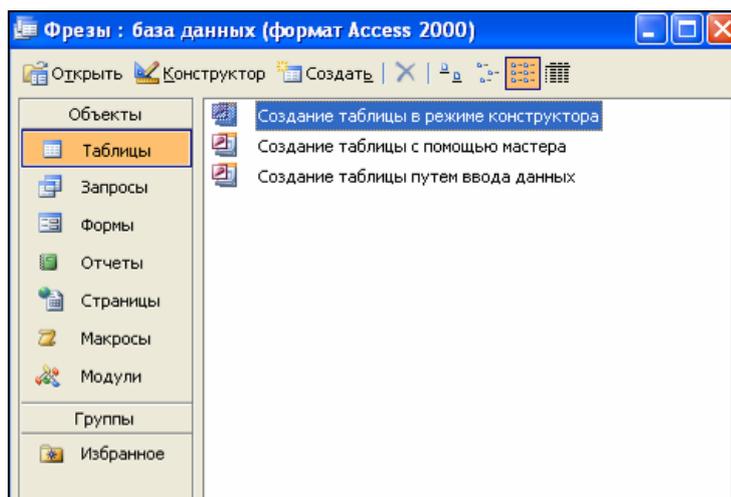


Рисунок 4 – Создание таблицы в режиме конструктора

Создание полей таблицы происходит в окне, показанном на рисунке 5.

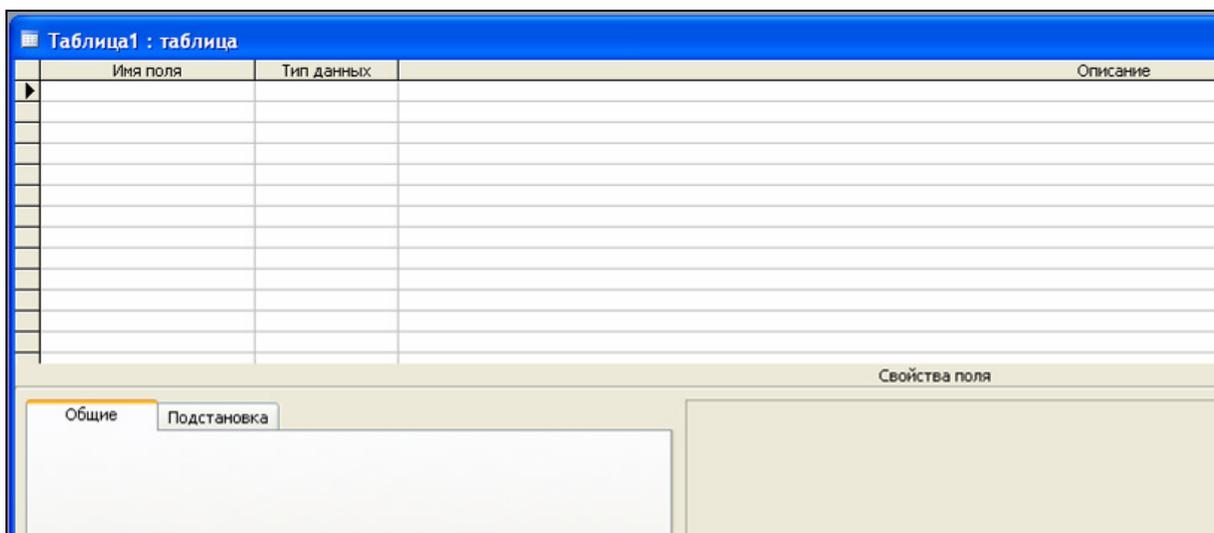


Рисунок 5 – Создание полей таблицы

4.5 В графе «Имя» поля нужно указать имя атрибута, например «№ frezi». Желательно задавать короткие имена, записанные латинскими буквами, так как эти имена могут в дальнейшем быть использованы различными подпрограммами.

В графе «Тип данных» указываем числовой или текстовый тип. При выборе числового типа можно указать размер поля для запоминания: целое число, длинное целое, одинарное с плавающей точкой и т. п.

В графе «Описание» указывается расшифровка имени атрибута, которая будет отображаться в строке состояния при вводе значения в соответствующее поле (рисунок 6).

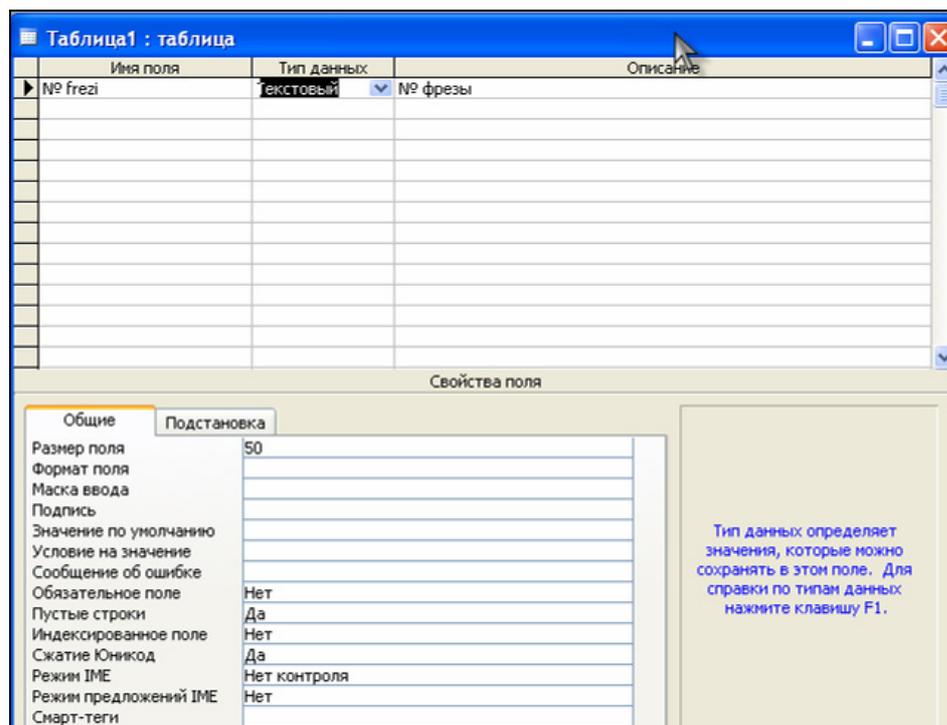


Рисунок 6 – Параметры полей таблицы

4.6 Создаем все необходимые атрибуты таблицы: №frezi, Name, GOST. Один из этих атрибутов должен стать ключевым полем таблицы. Значение ключевого поля должно быть уникально, т.е. не должно дублироваться в таблице. Значение ключевого поля однозначно определяет каждый экземпляр таблицы. В базе данных станков за ключевое поле принимаем № фрезы – №frezi. Чтобы назначить это поле ключевым нужно выделить строку и нажать кнопку  (рисунок 7).

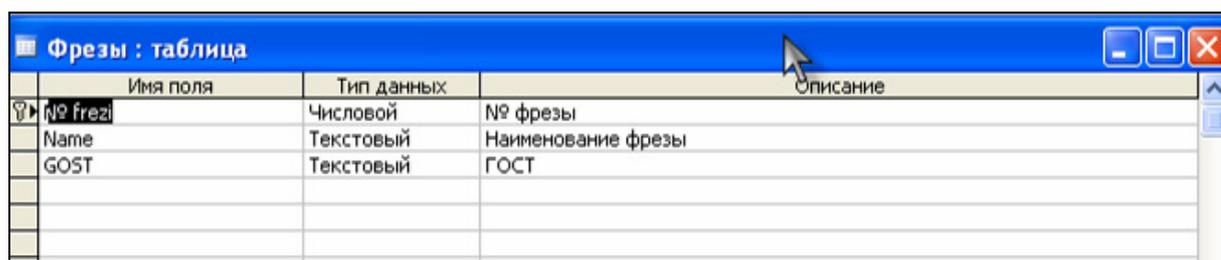


Рисунок 7 – Создание ключевого поля

4.7 После ввода всех атрибутов закрываем окно конструктора и открываем таблицу двойным щелчком по названию «Фрезы» (рисунок 8).

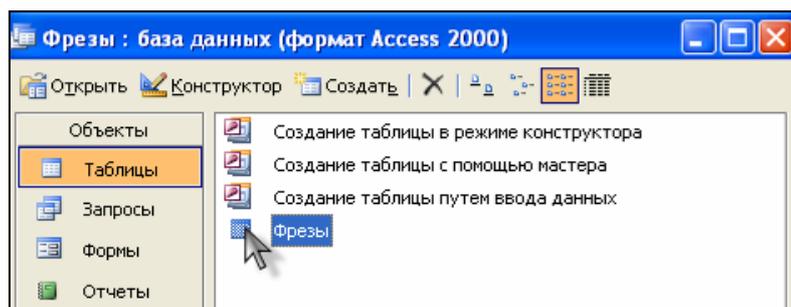


Рисунок 8– Открытие таблицы

4.8 Заполняю поля таблицы значениями из исходной базы данных фрез. Если в исходной таблице напротив какого-либо значения стоит прочерк, то оставляем это поле незаполненным. Готовая таблица «Фрезы» показана на рисунке 9.

№ frezi	Name	GOST
82	Дисковые трёхсторонние фрезы	3755-78
83	Дисковые трёхсторонние фрезы с разнонаправленными зубьями	9474-73
84	Трёхсторонние фрезы со вставными ножами	1669-78
85	Трёхсторонние фрезы со вставными ножами, оснащённые твёрдым сплавом	5348-69

Рисунок 9– Таблица «Фрезы»

4.9 Сохраняем и закрываем таблицу.

4.10 По такому же принципу создаю вторую таблицу «Параметры фрезы» с атрибутами: №, №frezi, D, BMAX, BMIN, d1, n.

Ключевым полем делаю поле Счетчик – №.

Готовая таблица «Параметры фрезы» показана на рисунках 10 и 11.

Имя поля	Тип данных	Описание
№	Счетчик	Счетчик
№ frezi	Числовой	№ фрезы
D	Числовой	Диаметр фрезы
BMAX	Числовой	Максимальная ширина фрезы
BMIN	Числовой	Минимальная ширина фрезы
d1	Числовой	Посадочный диаметр фрезы
n	Числовой	Число зубьев фрезы

Рисунок 10 – Ввод атрибутов и их описание

№	№ frezi	D	BMAX	BMIN	d1	n
1	82	50	10	4	16	14
2	82	63	16	4	22	16
3	82	80	20	5	27	18
4	82	100	25	6	32	20
5	82	125	28	8	32	22
6	83	63	16	6	22	16
7	83	80	20	8	27	18
8	83	100	25	10	32	20
9	83	125	28	12	32	22
10	84	80	14	12	27	12
11	84	100	28	14	27	12
12	84	125	32	12	32	12
13	84	160	36	14	40	18
14	84	200	40	12	50	20
15	84	250	45	18	50	24
16	84	315	50	20	50	26
17	85	100	22	14	32	8
18	85	125	25	12	40	10
19	85	160	28	14	50	12
20	85	200	32	12	60	18
21	85	250	36	14	60	18
22	85	315	40	16	60	20

Рисунок 11 – Таблица «Параметры фрезы»

4.11 Создаю взаимосвязь между таблицами «Фрезы» и «Параметры фрезы». Для этого нажимаю «Сервис→Схема данных», появляется окно «Схема данных». В поле этого окна нажимаю правую кнопку мыши и выбираю пункт «Добавить таблицу», появляется окно «Добавление таблицы» (рисунок 12). Выделяю «Фрезы» и «Параметры фрезы» и нажимаю «Добавить», затем «Закрывать». Результат представлен на рисунке 13.

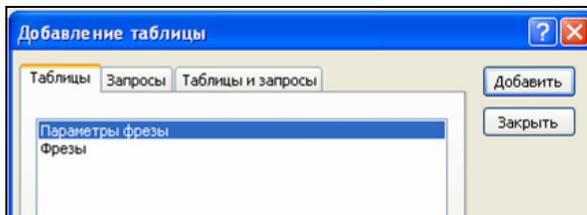


Рисунок 12 – Добавление таблицы

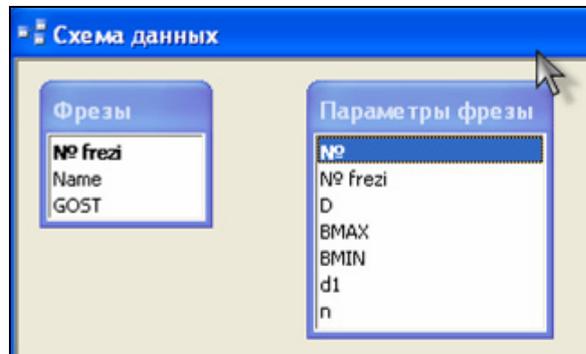


Рисунок 13 – Результат

4.12 Далее перетаскиваю «№frezi» из таблицы «Фрезы» в «№frezi» из таблицы «Параметры фрезы». Появляется окно, показанное на рисунке 14. Ставлю везде галочки и нажимаю «Создать».

Результат представлен на рисунке 15.

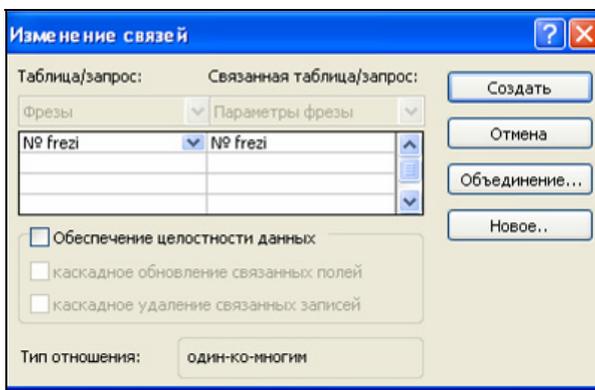


Рисунок 14 – Изменение связей

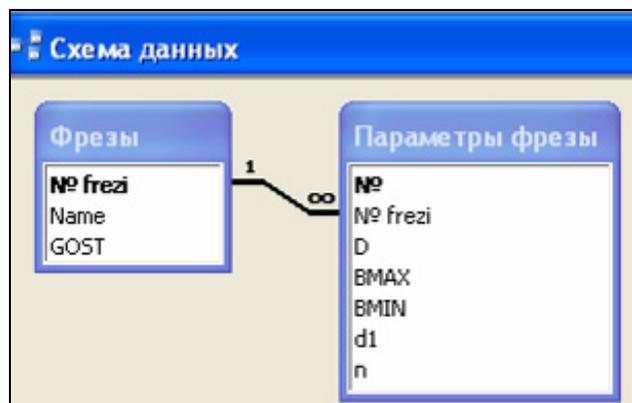


Рисунок 15 – Результат

4.13 Сохраняем и закрываем окно «Схема данных».

4.14 Открываю таблицу «Фрезы».  
Результат представлен на рисунке 16.

№ frezi		Name					GOST
82 Дисковые трёхсторонние фрезы							3755-78
№	D	BMAX	BMIN	d1	n		
1	50	10	4	16	14		
2	63	16	4	22	16		
3	80	20	5	27	18		
4	100	25	6	32	20		
5	125	28	8	32	22		
*	(Счетчик)	0	0	0	0		
83 Дисковые трёхсторонние фрезы с разнонаправленными зубьями							9474-73
№	D	BMAX	BMIN	d1	n		
6	63	16	6	22	16		
7	80	20	8	27	18		
8	100	25	10	32	20		
9	125	28	12	32	22		
*	(Счетчик)	0	0	0	0		
84 Трёхсторонние фрезы со вставными ножами							1669-78
№	D	BMAX	BMIN	d1	n		
10	80	14	12	27	12		
11	100	28	14	27	12		
12	125	32	12	32	12		
13	160	36	14	40	18		
14	200	40	12	50	20		
15	250	45	18	50	24		
16	315	50	20	50	26		
*	(Счетчик)	0	0	0	0		
85 Трёхсторонние фрезы со вставными ножами, оснащённые твёрдым сплавом							5348-69
№	D	BMAX	BMIN	d1	n		
17	100	22	14	32	8		
18	125	25	12	40	10		
19	160	28	14	50	12		
20	200	32	12	60	18		
21	250	36	14	60	18		
22	315	40	16	60	20		
*	(Счетчик)	0	0	0	0		

Рисунок 16 – Результат

4.15 Для создания запроса нажимаем кнопку «Запросы» (рисунок 17).

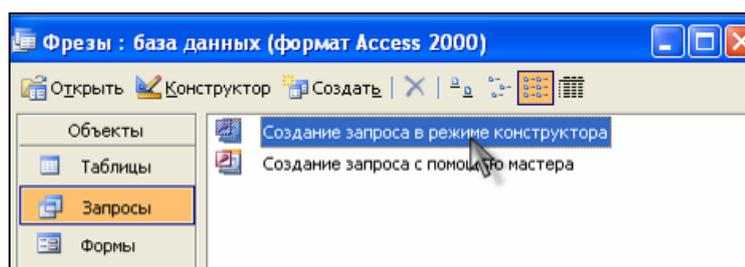


Рисунок 17 – Режимы создания запросов

4.16 Создаем запрос в режиме конструктора. Этот способ позволяет создавать сложные запросы с различными условиями выборки. Для выбора способа создания запроса нужно дважды щелкнуть по строке «Создание запроса в режиме конструктора». Откроется окно бланка запроса, показанное на рисунке 18.

В этом окне в строке «Поле» можно выбрать из выпадающего списка поля базы данных, по которым будет производиться выборка. Для каждого поля можно задать сортировку по возрастанию или убыванию.

В строке «Вывод на экран» ставим галочки под теми полями, которые должны отображаться в таблице результата запроса.

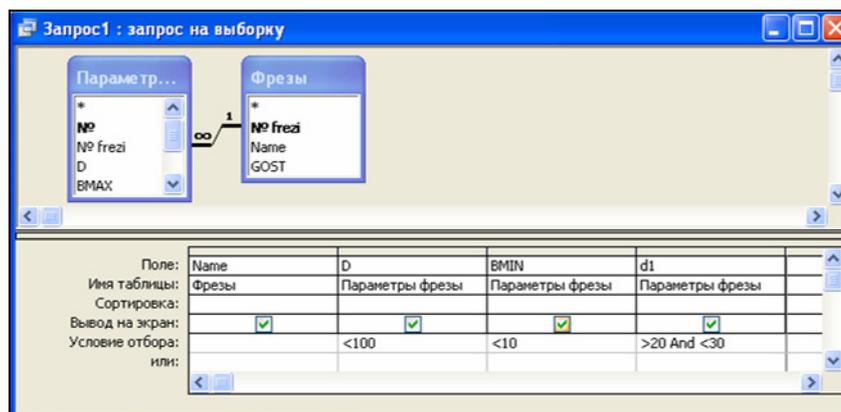


Рисунок 18 – Бланк запроса

#### 4.17 Задание условий отбора.

В качестве условий отбора для числовых значений полей может выступать конкретное значение какого-либо поля таблицы или условия вида «больше», «больше либо равно», «меньше», «меньше либо равно». Условия могут быть соединены логическими операторами «And», «Or», «Not».

Если условия отбора записаны в одной строке, но в разных столбцах, то это равнозначно объединению этих условий оператором «And».

Если условия записаны в разных строках, но в одном столбце, то при этом выполняется выборка экземпляра при соблюдении хотя бы одного из этих условий (логический оператор «Or»).

#### 4.18 Создадим запрос по базе данных фрез.

Пусть требуется найти фрезы, диаметром меньше 100 мм, посадочный диаметр от 20 до 30 мм. с минимальной шириной до 10 мм и определить название этих фрез. Принцип задания сложных условий описан выше.

Результат оформления бланка запроса представлен на рисунке 18.

4.19 По запросу по базе данных фрез мы получили четыре вида фрез, удовлетворяющих поставленным условиям (рисунок 19).

Name	D	BMIN	d1
Дисковые трёхсторонние фрезы	63	4	22
Дисковые трёхсторонние фрезы	80	5	27
Дисковые трёхсторонние фрезы с разнонаправленными зубьями	63	6	22
Дисковые трёхсторонние фрезы с разнонаправленными зубьями	80	8	27

Рисунок 19 – Результат запроса

#### 5 Обсуждение результатов

Знания, полученные при выполнении лабораторной работы по курсу САПР, могут быть применены при разработке курсовых (в частности – в курсовом проекте по дисциплине «Технология машиностроения»), дипломных проектов.

#### 6 Выводы

В результате выполнения лабораторной работы была создана база данных фрез и произведен запрос по этой базе данных.

### Список использованных источников

- 1 Конспект лекций по курсу САПР ТП.
- 2 Материалы WEB страницы <http://www.tms.ystu.ru>.
- 3 МУ 2280. Основы САПР: Метод. указания / Сост. О. Н. Калачев; Яросл. гос. техн. ун-т. – Ярославль, 1999. – 20 с.
- 4 МУ 2345. САПР технологических процессов: метод. указания / Сост. О. Н. Калачев; Яросл. гос. техн. ун-т. – Ярославль, 1999. – 32 с.
- 5 САПР технологических процессов: Методические указания по изучению дисциплины, выполнению лабораторного практикума и контрольной работы/Сост. О.Н.Калачев; Яросл. гос. Техн. ун-т.–Ярославль, 1999.–20с.
- 6 МУ 55-02-88. Автоматизация размерного анализа технологических процессов с помощью ЕС ЭВМ: Методические указания к практическим занятиям/ Сост. О. Н. Калачев, В.Т.Синицын, А.М.Шапошников/ Яросл.политехн.ин, 1987 – 35с.
- 7 Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т. Т.2/ Под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1986 – 496с.
- 8 Карта технологического процесса детали: Шестерня ведомая привода топливного насоса высокого давления.