

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«ТЮМЕНСКИЙ ИНДУСТРИАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

**А. А. Феоктисова, О. Л. Стаселько**

# **ОСНОВЫ 2D- И 3D-МОДЕЛИРОВАНИЯ В ПРОГРАММЕ AUTOCAD**

*Учебное пособие  
по выполнению лабораторных и самостоятельных работ  
для студентов всех направлений подготовки и форм обучения*

Тюмень  
ТИУ  
2017

УДК 004.925 (075.8)  
ББК 32.973.26 - 018.2 Я73  
Ф 425

Ответственный редактор  
к. т. н., доцент Н. И. Красовская

**Феоктистова, А. А.** Основы 2D- и 3D-моделирования в программе AutoCAD : учебное пособие / А. А. Феоктистова, О. Л. Стаселько. – Тюмень : ТИУ, 2017. – 103 с.  
ISBN 978-5-9961-1617-1

Учебное пособие предназначено для выполнения лабораторных и самостоятельных работ в программе AutoCAD в курсе «Инженерная и компьютерная графика», способствует развитию умений и навыков использования современных графических программ, освоению технологии моделирования двухмерных и трехмерных графических объектов. Учебное пособие содержит необходимую теоретическую информацию, комплект упражнений, демонстрирующих графические возможности AutoCAD для решения задач геометрического моделирования, рекомендации и последовательность действий при выполнении лабораторных работ, в приложениях - исходные чертежи-задания по вариантам и образцы работ. Содержание, структура и методика представления учебного материала в пособии полностью соответствуют требованиям государственных образовательных стандартов высшего профессионального образования, содержанию учебных планов и рабочих программ по дисциплине «Инженерная и компьютерная графика».

УДК 004.925 (075.8)  
ББК 32.973.26 - 018.2 Я73

ISBN 978-5-9961-1617-1

© Федеральное государственное  
бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Тюменский индустриальный  
университет», 2017

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ .....	5
1 ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ .....	7
1.1 Команды создания двумерных геометрических объектов.....	7
1.2 Средства обеспечения точности геометрических построений.....	8
1.2.1 Объектная привязка .....	8
1.2.2 Средства авто-отслеживания .....	12
1.2.3 Построение вспомогательных элементов.....	15
1.3 Редактирование чертежа.....	16
1.3.1 Средства выбора объектов .....	18
1.3.2 Редактирование «ручками» .....	19
1.4 Сопряжение объектов .....	20
1.4.1 Команда СОПРЯЖЕНИЕ .....	20
1.4.2 Выполнение сопряжений с помощью .....	23
команды КРУГ .....	23
1.5 Свойства объектов.....	24
1.5.1 Использование слоев для структурирования чертежа .....	24
1.6 Штриховка объектов.....	25
1.7 Нанесение размеров .....	25
1.8 Трехмерное моделирование .....	29
1.8.1 Пространство для трехмерного моделирования .....	29
1.8.2 Просмотр трехмерных чертежей .....	30
1.8.3 Пользовательская система координат .....	31
1.8.4 Создание твердотельных моделей.....	32
1.8.5 Редактирование твердотельных моделей .....	35
2 РЕКОМЕНДУЕМЫЕ УПРАЖНЕНИЯ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ .....	37
К ВЫПОЛНЕНИЮ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ.....	37
3 ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА «ГЕОМЕТРИЧЕСКИЕ ПОСТРОЕНИЯ» ..	52
3.1 Порядок выполнения работы .....	52
4 ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА «МОДЕЛИРОВАНИЕ ДВУМЕРНЫХ ОБЪЕКТОВ».....	56
4.1 Порядок выполнения лабораторной работы «Моделирование двумерных объектов» .....	56
4.1.1 Создание чертежа исходной графической модели .....	57
4.1.2 Преобразование формы исходной модели с использованием команд редактирования AutoCAD.....	61
4.1.3 Выполнение необходимых разрезов и оформление чертежа сконструированной детали.....	65
5 ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА «МОДЕЛИРОВАНИЕ ТРЕХМЕРНЫХ ОБЪЕКТОВ" .....	67
5.1 Порядок выполнения лабораторной работы «Моделирование трехмерных объектов».....	67

5.1.1 Создание исходной графической 3D-модели.....	68
5.1.2 Преобразование формы исходной 3D-модели .....	73
5.1.3 Выполнение выреза 1/4 части детали для наглядного представления внутренней формы 3D-модели .....	77
6 ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА «КОМПОНОВКА ЧЕРТЕЖА В ПРОСТРАНСТВЕ ЛИСТА».....	79
6.1 Порядок выполнения лабораторной работы «Компоновка чертежа в пространстве листа».....	79
СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ .....	85
ПРИЛОЖЕНИЕ 1. ВАРИАНТЫ ЗАДАНИЙ К ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ «ГЕОМЕТРИЧЕСКИЕ ПОСТРОЕНИЯ».....	86
ПРИЛОЖЕНИЕ 2. ВАРИАНТЫ ЗАДАНИЙ К ЛАБОРАТОРНЫМ РАБОТАМ «МОДЕЛИРОВАНИЕ ДВУМЕРНЫХ ОБЪЕКТОВ», «МОДЕЛИРОВАНИЕ ТРЕХМЕРНЫХ ОБЪЕКТОВ».....	93
ПРИЛОЖЕНИЕ 3. ОБРАЗЕЦ ВЫПОЛНЕНИЯ ЧЕРТЕЖА «ПЛОСКИЙ КОНТУР» .....	100
ПРИЛОЖЕНИЕ 4. ОБРАЗЕЦ ВЫПОЛНЕНИЯ ЧЕРТЕЖА «ВИДЫ, АКСОНОМЕТРИЯ».....	101
ПРИЛОЖЕНИЕ 5. ОБРАЗЕЦ ВЫПОЛНЕНИЯ ЧЕРТЕЖА «РАЗРЕЗЫ, АКСОНОМЕТРИЯ».....	102

## ВВЕДЕНИЕ

Постоянно растущий уровень компьютерных технологий, динамичное развитие программных и аппаратных средств совершили качественный скачок от традиционных методов ведения проектно-конструкторских работ к использованию новых автоматизированных систем разработки и выполнения конструкторской документации. Использование современных компьютерных графических технологий требует от специалистов безупречного владения техникой выполнения чертёжных работ, знания правил оформления конструкторской документации, особой геометрической подготовки, обострённого чувства пространственных форм и комбинационного мышления.

Основу проектирования составляет формирование геометрической модели объекта, как правило, в виде наглядного графического изображения – чертежа. Создание и исследование геометрической модели, то есть процесс геометрического моделирования, может происходить в разных формах. Различают двумерную и трехмерную технологии геометрического моделирования, которые называют соответственно 2D- и 3D-технологиями.

Классическая 2D-технология (двумерная) построения чертежа – это технология, по которой проектирование ведётся посредством создания проекций – плоских отображений объекта (эпюр Монжа) и AutoCAD играет роль электронного кульмана, автоматизирующего графическую часть работы (линии, текст, условные обозначения и т.п.).

При разработке конструкции новой детали с использованием 2D-технологии рекомендуется выбрать из банка данных исходную графическую модель (прототип создаваемого изделия), проанализировать ее характеристики и сравнить их с требованиями технического задания. Затем выполнить преобразование формы модели с использованием системы автоматизированного конструирования, например AutoCAD.

2D-технология является в настоящее время основным методом проектирования, хотя 3D-технология на базе современной компьютерной техники и программного обеспечения активно входит в практику проектирования и позволяет по трехмерным моделям получить рабочие чертежи, легко вносить изменения в проекты и сокращать сроки проектирования. По 3D-технологии сначала создаётся пространственная твердотельная модель объекта. Это может быть модель машиностроительной детали, узла, архитектурного сооружения. Затем в автоматическом режиме получают проекции данной модели – виды, разрезы и сечения. Пользователь должен лишь определить, какие изображения должен содержать чертеж, и применить соответствующие команды. Самое очевидное отличие твердотельного моделирования от двумерного черчения – это создание точной трехмерной компьютерной

модели проектируемого изделия. В трехмерную модель удобно вносить изменения, а чертежи после этого не надо формировать заново – достаточно вызвать команду их обновления.

Процесс изучения дисциплины «Инженерная и компьютерная графика» направлен на формирование следующих компетенций:

#### ОПК-3

владением основными законами геометрического формирования, построения и взаимного пересечения моделей плоскости и пространства, необходимыми для выполнения и чтения чертежей зданий, сооружений, конструкций, составления конструкторской документации;

#### ПК-2

способностью проводить расчеты по типовым методикам и проектировать отдельные детали и узлы с использованием стандартных средств автоматизации проектирования в соответствии с техническим заданием.

Целью изучения дисциплины является освоение основных методов построения технических изображений на плоскости и в пространстве по традиционной и компьютерной технологиям в соответствии с нормативно-техническими требованиями ЕСКД.

Задачи дисциплины:

- развитие пространственного воображения и навыков конструктивно-геометрического моделирования;
- изучение принципов и технологии моделирования двухмерных и трехмерных графических объектов;
- изучение принципов и технологии получения конструкторской документации с помощью графических пакетов компьютерной графики.

Пособие предназначено для выполнения лабораторных и самостоятельных работ в программе AutoCAD в курсе «Инженерная и компьютерная графика» для студентов всех направлений всех форм обучения.

Учебное пособие содержит:

- общие сведения;
- комплект упражнений, демонстрирующих графические возможности AutoCAD для решения задач геометрического моделирования (табл. 2.1 – 2.6);
- рекомендации и последовательность действий при выполнении лабораторных работ на примере одного из вариантов задания;
- исходные чертежи-задания по вариантам (см. прил. 1, 2);
- образцы работ (см. прил. 3, 4, 5).

## 1 ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Современный уровень программных и технических средств компьютерной графики дает возможность перехода от традиционных методов конструирования и геометрического моделирования к новым информационным технологиям, к использованию систем автоматизированного проектирования.

AutoCAD – система автоматизированного проектирования, позволяющая в режиме диалога создавать двухмерные и трехмерные модели объектов, получать конструкторскую документацию.

Геометрическая модель - это совокупность сведений, достаточных для имитации геометрической формы физического объекта. Чем точнее геометрическая модель, тем более она приближена к истинной форме объекта. Информация с помощью программных и технических средств вводится в компьютер и в дальнейшем может быть использована для получения чертежей модели (объекта) на экране и любом другом носителе. Геометрическая модель может быть как двухмерная, так и трехмерная. Чертеж - это графическое представление модели.




Геометрические модели в AutoCAD создаются из геометрических объектов, формируемых командами рисования (табл. 1.1), а также с помощью средств их редактирования.






Геометрические объекты в AutoCAD делятся по принципу редактирования на простые (точка, отрезок, дуга, круг, конус, клин и т.д.) и сложные (полилиния, мультилиния, размеры, штриховка, блок и т.д.). Сложные можно расчленять на отдельные графические объекты, из которых они созданы.

### 1.1 Команды создания двумерных геометрических объектов

Таблица 1.1

Перечень команд рисования (меню **Рисование**, панель **Рисование**)

Кнопка	Команда	Описание
1	2	3
	Отрезок	Создание связанной последовательности сегментов прямых линий. Сегмент является объектом-отрезком, который можно редактировать отдельно
	Прямая	Построение бесконечной прямой линии
	Полилиния	Создание связанной последовательности линейных и дуговых сегментов; все эти сегменты являются единым объектом

1	2	3
	Круг	Построение окружностей
	Многоугольник	Построение равносторонних многоугольников в виде замкнутых полилиний
	Прямоугольник	Построение прямоугольника
	Дуга	Построение дуг
	Точка	Создание объектов-точек

Важным моментом при создании геометрических моделей физических объектов является задание точек.

Существует несколько способов их задания: с помощью координат, с помощью объектной привязки, с помощью авто-отслеживания и т.д.

### **Ввод координат точек в AutoCAD**

- формат абсолютных координат —  $X, Y$
- формат относительных координат —  $@\Delta X, \Delta Y$
- формат полярных координат —  $@\rho<45$ , где  $\rho$  — расстояние,  $45$  — градусы.

## **1.2 Средства обеспечения точности геометрических построений**

### **1.2.1 Объектная привязка**

Процесс конструирования и проектирования неотделим от точных геометрических построений, в которых требуется восстанавливать перпендикуляры, проводить касательные, находить конечные точки и середины отрезков и дуг и т.п. Подобные задачи невозможно решать простым указанием точек на рабочем поле чертежа. Для этого в AutoCAD существует специальное средство – объектная привязка, позволяющее задать точку с определенными позиционными свойствами вместо ввода значений координат, привязывая курсор к характерным точкам имеющихся объектов (табл. 1.2).



## Режимы объектной привязки

Кнопка	Режим	Описание
1	2	3
	Конточка	Привязка к конечным точкам отрезков, дуг, сегментов полилинии
	Середина	Привязка к серединам отрезков, дуг, сегментов полилинии
	Пересечение	Привязка к точкам пересечений объектов
	Кажущееся пересечение	Привязка к пересечению объектов в текущей видовой проекции
	Продолжение линии	Привязка к мнимому продолжению отрезков, дуг
	Центр	Привязка к центрам окружностей, дуг, эллипсов
	Квадрант	Привязка к квадрантным точкам окружностей, дуг и эллипсов
	Касательная	Нахождение точек касания окружностей, дуг, эллипсов.
	Нормаль	Проведение линий, перпендикулярных указанным объектам
	Параллельно	Проведение линий, параллельных указанным прямым линиям
	Точка вставки	Привязка к точкам вставки блока или текстовой строки
	Узел	Привязка к точкам
	Ближайшая	Привязка к точкам, принадлежащим указанным объектам
	Точка отслеживания	Создание временной точки
	Смещение	Привязка со смещением от временной опорной точки

## Задание объектной привязки

Объектная привязка работает только при запросах на указание точек.

Для задания объектной привязки в запросе точки:

- нажать кнопку объектной привязки на панели «**Объектная привязка**» (рис. 1.1);
- нажать клавишу «**Shift**» и щелкнуть правой кнопкой мыши для вызова контекстного меню (КМ) объектной привязки (рис. 1.2) ;
- в командной строке ввести имя режима объектной привязки (три первые буквы).



Рис. 1.1

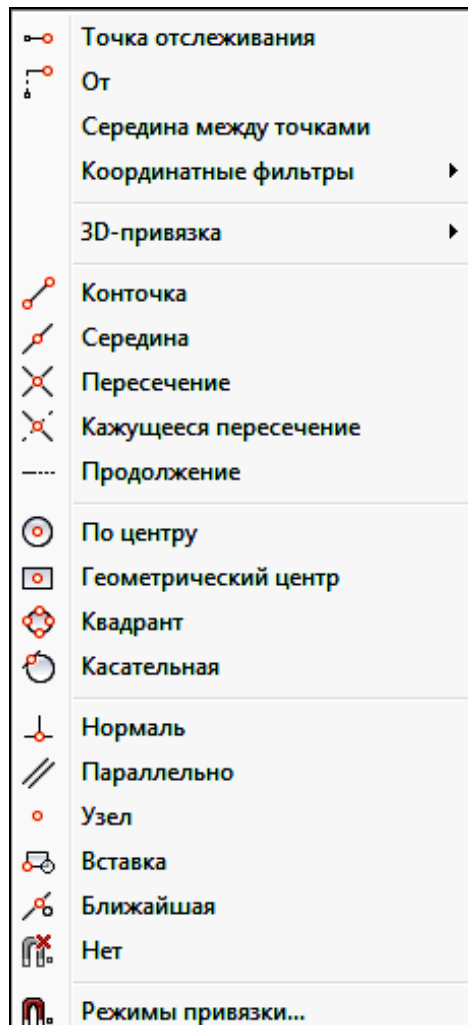


Рис. 1.2

## Использование текущего режима объектной привязки

Если есть необходимость использовать один или несколько режимов объектной привязки более одного раза, то можно установить эти режимы в качестве текущих. Можно задать один или несколько текущих режимов объектной привязки на вкладке «Объектная привязка» в диалоговом окне «Режимы рисования» (рис.1.3), доступ к которому можно получить из меню «Сервис» или выбором пункта «Параметры объектной привязки» контекстного меню кнопки 2 «Объектная привязка» статусной строки (рис. 1.4).

### Диалоговое окно «Режимы рисования»

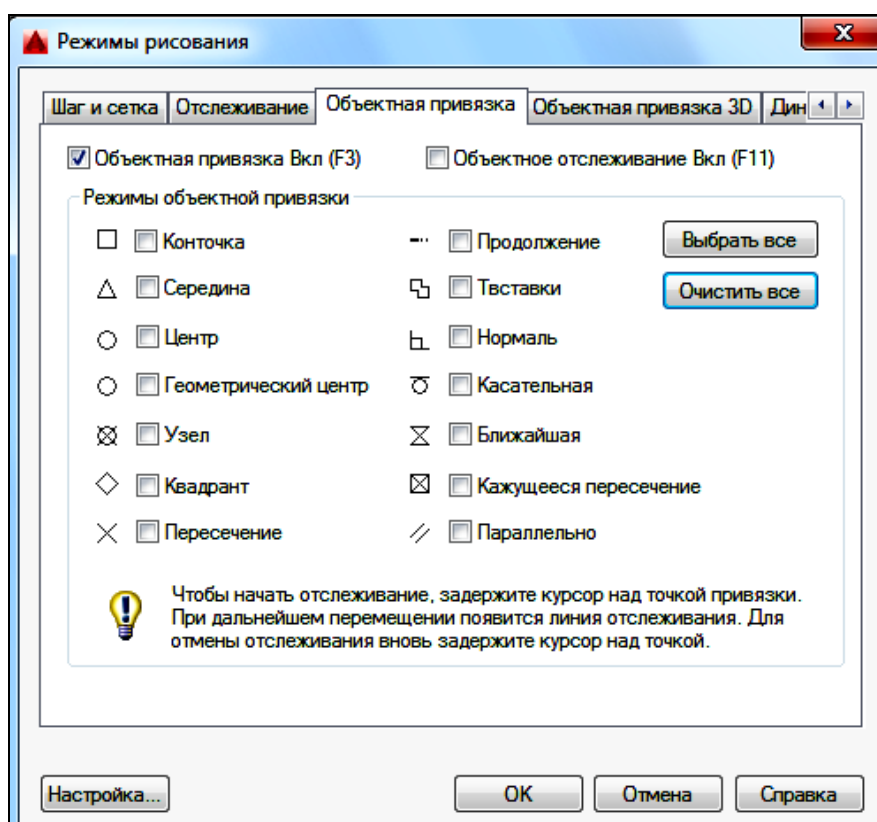


Рис. 1.3

Для включения или выключения текущих объектных привязок нажать кнопку 2 - «Объектная привязка» в строке состояния или клавишу F3 (рис. 1.4).

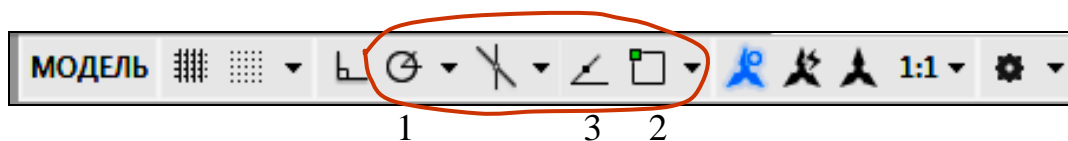


Рис. 1.4

## 1.2.2 Средства авто-отслеживания

Создаваемые объекты можно размещать в определенной зависимости относительно других объектов с помощью линий отслеживания. Средства авто-отслеживания облегчают построение объектов в определенных направлениях или в определенной зависимости относительно других объектов рисунка. При включенных режимах авто-отслеживания *специальные временные линии отслеживания* помогают выполнять точные построения.

Авто-отслеживание включает в себя два варианта отслеживания: *полярное отслеживание и отслеживание объектной привязки*.

Режимы авто-отслеживания можно быстро включать и отключать нажатием кнопок 1 - «Полярное отслеживание» и 3 - «Отслеживание объектной привязки» в строке состояния, рис. 1.4. Объектное отслеживание расширяет и дополняет возможности объектной привязки. Для использования объектного отслеживания необходимо наличие включенных режимов объектной привязки.

### Полярное отслеживание

Полярное отслеживание - это процесс отслеживания фиксированного направления в полярных координатах от текущей точки. При построении отрезков, сегментов полилинии полярное отслеживание позволяет вводить с клавиатуры только *длину* объекта.

Полярное отслеживание может осуществляться под углами, кратными следующим стандартным значениям: 90, 45, 30, 22.5, 18, 15, 10 или 5 градусов. Можно определить другие значения углов, а при необходимости объектное отслеживание можно осуществлять вдоль всех текущих полярных углов отслеживания (рис. 1.5).

Строка состояния → Кнопка «Полярное отслеживание» → КМ → Параметры отслеживания → Вкладка «Отслеживание»

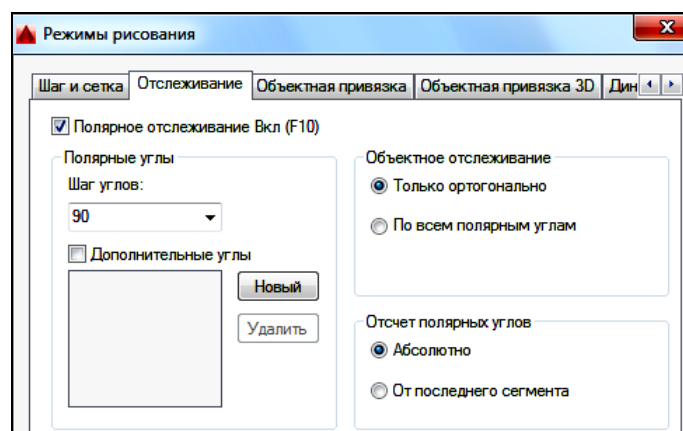


Рис. 1.5

На рис. 1.6 показаны некоторые из возможных линий полярного отслеживания при значении углового интервала  $30^\circ$ .

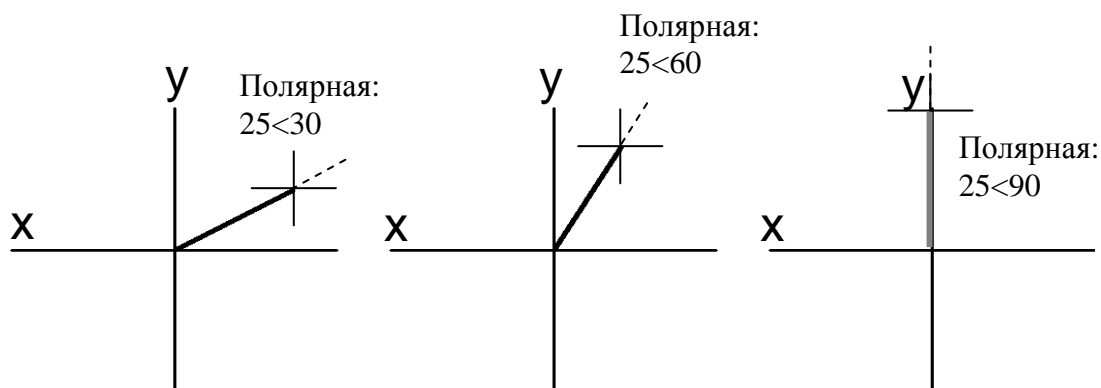


Рис.1.6

### Объектное отслеживание

Объектное отслеживание облегчает выбор точек, которые лежат на линиях отслеживания, проходящих через характерные точки объектов. Захваченная точка помечается маркером в виде маленького знака «плюс» (+). Одновременно может быть захвачено до семи точек рисунка.

После захвата точки по мере передвижения курсора появляются вертикальные, горизонтальные или полярные линии отслеживания, проходящие через данную точку. Таким образом, можно, например, выбрать точку, лежащую на пересечении линий, проходящих через конечные точки или середины объектов (рис 1.7).

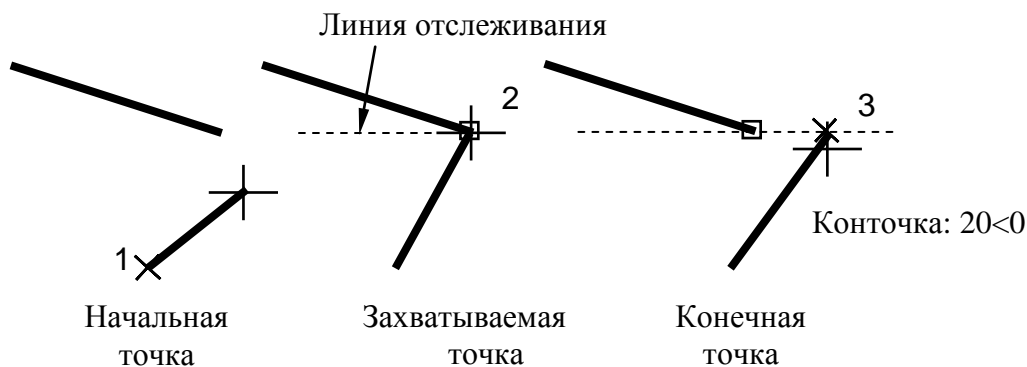


Рис.1.7

### Рекомендации по использованию объектного отслеживания

Для выбора точек, лежащих на перпендикулярах к концам или серединам объектов, объектное отслеживание следует использовать совместно с режимами привязки **Нормаль**, **Конточка** и **Середина**.

Для выбора точек, лежащих на касательной к конечной точке дуги, объектное отслеживание следует использовать совместно с режимами привязки **Касательная** и **Конточка**.



### 1.2.3 Построение вспомогательных элементов

Линии, бесконечные в обоих направлениях или только в одном направлении, называются соответственно прямыми и лучами. Бесконечные прямые и лучи используют в качестве вспомогательных при построении других объектов для нахождения временных точек пересечения с помощью объектной привязки, а также для организации связей между чертежными видами (линии проекционных связей). Наличие бесконечных линий не изменяет границ рисунка, поэтому бесконечные линии не влияют на процесс зуммирования и на видовые экраны, а также на результаты выполнения команд отображения в границах рисунка. Прямые и лучи можно перемещать, поворачивать и копировать, как и любые другие объекты.

Бесконечные линии (команда **ПРЯМАЯ**) строят на отдельном вспомогательном слое, который перед выводом на печать можно заморозить или отключить.

#### Построение прямой (панель **Рисование**, меню **Рисование**)

Команда: **ПРЯМАЯ**

Укажите точку или [Гор/Вер/Угол/Биссект/Отступ]: *указать 1-ю и 2-ю точки, через которые должна пройти прямая, либо выбрать одну из предложенных опций*

Опция **Гор** - построение горизонтальной бесконечной линии, проходящей через указанную точку;

Опция **Вер** - построение вертикальной бесконечной линии, проходящей через указанную точку.

Опция **Угол** - построение бесконечной линии, проходящей под заданным углом.

Угол прямой (0) или [Базовая линия]: *задать угол или ввести Б для выбора опции Базовая линия. Значения углов отсчитываются против часовой стрелки от положительного направления оси ОХ*

Через точку: *указать точку, через которую должна проходить бесконечная линия*

**Базовая линия** - задание угла относительно выбранного линейного объекта. Значения углов отсчитываются против часовой стрелки от вспомогательного линейного объекта.

Выберите линейный объект: *выбрать отрезок, полилинию, луч или бесконечную прямую*

Угол прямой <0>: *задать угол*

Через точку: *указать точку, через которую должна проходить прямая, или нажать «Enter» для завершения команды*

Опция **Биссект** - построение бесконечной линии, проходящей через указанную вершину угла и делящей угол пополам.

Укажите вершину угла: *указать 1-ю точку*

Точка на первом луче угла: *указать 2-ю точку*

Точка на втором луче угла: *указать 3-ю точку*

Опция **Отступ** - построение бесконечной линии параллельно выбранному линейному объекту.

Величина смещения или [Точка] *<текущая>*: *задать величину смещения, ввести Т или нажать «Enter»*

**Величина смещения** - задание значения расстояния, на котором должна располагаться бесконечная линия относительно выбранного объекта.

Выберите линейный объект: *выбрать линию, полилинию, луч или прямую либо нажать «Enter» для завершения команды*

Укажите сторону смещения: *указать точку и нажать «Enter» для завершения команды*

**Точка** - построение бесконечной линии, проходящей через заданную точку параллельно выбранному линейному объекту.

Выберите линейный объект: *(выбрать линию, полилинию, луч или прямую)*

Через точку: *(указать точку, через которую должна проходить прямая и нажать «Enter» для завершения команды)*





### 1.3 Редактирование чертежа

В процессе проектирования много времени тратится на редактирование. Используя возможности AutoCAD, можно значительно сократить временные затраты и повысить точность геометрических построений. Существенной особенностью автоматизированного проектирования является использование прототипов создаваемого изделия. Чем больше используются ранее разработанные конструкции, тем быстрее создаются новые. Это легко осуществить при использовании команд редактирования, представляемых системой AutoCAD (табл. 1.3).



Перечень команд (меню **Редактирование**, панель **Редактирование**)

Кнопка	Команда	Описание
1	2	3
	СТЕРЕТЬ	Удаляет из чертежа выбранные объекты
	КОПИРОВАТЬ	Копирует созданные объекты, оставляя оригиналы нетронутыми, и размещает копии в заданном месте или на заданном расстоянии от оригинала
	ЗЕРКАЛО	Позволяет формировать зеркальное отражение существующих объектов, удаляя или сохраняя при этом оригинал
	ПОДОБИЕ	Позволяет проводить эквидистантные линии на заданном расстоянии
	МАССИВ	Позволяет получить несколько копий выбранных объектов, группируя их в прямоугольный или круговой массив
	ПЕРЕНЕСИ	Обеспечивает плоско-параллельный перенос одного или нескольких объектов в указанное место
	ПОВЕРНУТЬ	Поворачивает группу объектов на заданный угол
	МАСШТАБ	Изменяет размеры одного или нескольких созданных объектов. Изображение при этом изменяется относительно заданной базовой точки
	РАСТЯНУТЬ	Обеспечивает перемещение выбранной части изображения, сохраняя при этом связь с остальной частью
	ОБРЕЗАТЬ	Удаляет части объектов между пересекающимися его другими объектами (т.н. режущими кромками)
	УДЛИНИТЬ	Удлиняет отрезки, дуги и двумерные полилинии до пересечения их с аналогичными примитивами (т.н. граничными кромками)

1	2	3
	РАЗОРВАТЬ	Стирает часть отрезка, окружности, дуги или двумерной полилинии и разбивает эти примитивы на две части
	ФАСКА	Проводит линию фаски, удаляя ненужные части примитивов
	СОПРЯЖЕНИЕ	Плавно сопрягает отрезки, дуги, окружности дугами разного (в т.ч. и нулевого) радиуса, а также сопрягает полилинии. При этом «лишние» части примитивов автоматически удаляются
	РАСЧЛЕНИТЬ	Заменяет блоки на отдельные примитивы, а также разбивает полилинии на сегменты

### 1.3.1 Средства выбора объектов

Каждая команда редактирования запрашивает выбор объектов. После каждого указания AutoCAD выделяет выбранные объекты подсветкой.

#### Выбор объектов по одному

Выбор отдельных объектов производится при помощи прицела нажатием левой кнопки мыши. Если в область прицела попадает несколько объектов, то выбирается самый последний созданный объект. Для выбора другого объекта необходимо удерживать клавишу Ctrl.

#### Выбор нескольких объектов

##### РАМКА

Объекты выбираются с помощью рамки. Рамка определяется указанием двух диагонально противоположных вершин точек слева направо так, чтобы объекты целиком попали в рамку.

##### СЕКУЩАЯ РАМКА

Диагонально противоположные вершины рамки задают справа налево. Выбираются объекты не только целиком попавшие в рамку, но и те, которые пересекаются рамкой.

##### РАМКА МНОГОУГОЛЬНАЯ

Служит для выбора объектов, лежащих в области сложной формы, определяется последовательным заданием определяющих ее точек. Многоугольная рамка включает в себя объекты, полностью расположенные в пределах области выбора.

## СЕКУЩАЯ МНОГОУГОЛЬНАЯ РАМКА

Секущая многоугольная рамка включает объекты, полностью расположенные в пределах области выбора, а также пересекающие рамку.

## ЛИНИЯ ВЫБОРА

Наиболее простой способ выбора несмежных объектов на сложном рисунке. Все объекты, через которые проходит линия выбора, становятся выбранными.

## ПОСЛЕДНИЙ

Выбирается последний отрисованный объект (из видимых на экране).

## ТЕКУЩИЙ

Передаёт команде редактирования набор объектов, составленный в предыдущей команде редактирования.

## УДАЛИТЬ

Удаление следующих указанных объектов из списка выбранных.

## ДОБАВИТЬ

Добавление следующих указанных объектов к списку выбранных.

Для исключения объекта из выбранных или добавления к выбранным достаточно также щелкнуть на нем при нажатой клавише «Shift».

### **1.3.2 Редактирование «ручками»**

«Ручки» в виде квадратиков находятся в определяющих точках выбранных объектов и являются быстрым и доступным средством для редактирования. Перетаскиванием «ручек» можно выполнять растягивание, перемещение, поворот, масштабирование и зеркальное отображение объектов.

Для изменения объектов выбрать «ручку», точка расположения которой будет базовой точкой. При этом квадратик меняет свой цвет на красный. После этого выбрать один из режимов «ручек»: растяни, перенеси, поверни, масштаб или зеркало. Переключение этих режимов производится вводом начальной буквы или циклически, последовательным нажатием клавиши пробела. Нужный режим можно также включить щелчком правой кнопкой мыши с последующим выбором из контекстного меню.

## 1.4 Сопряжение объектов

Сопряжением называют плавный переход из одной линии в другую. На рис. 1.9 показаны элементы сопряжения.

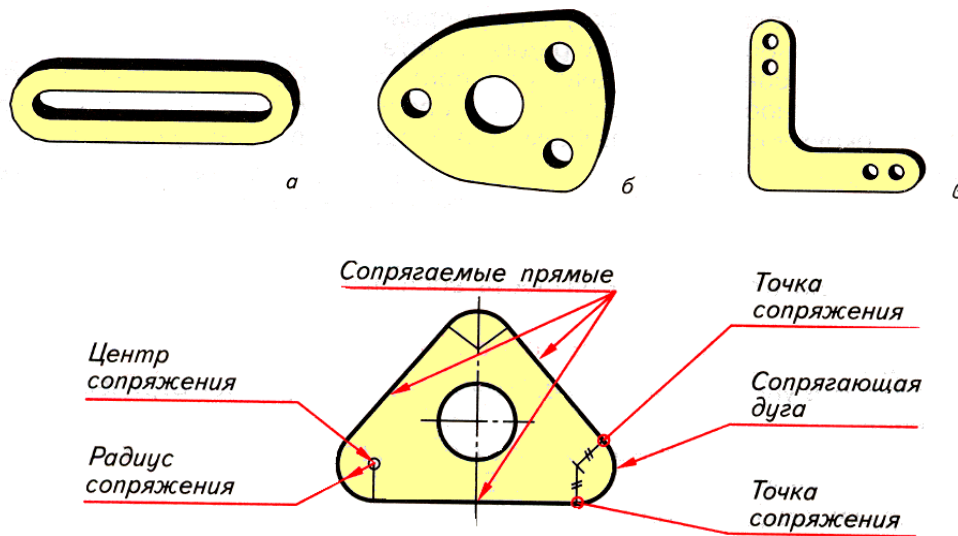


Рис. 1.9

### 1.4.1 Команда СОПРЯЖЕНИЕ

В AutoCAD с помощью сопряжения можно соединить два объекта, используя дугу, касательную к объектам, которая имеет определенный радиус. Внутренний угол называется сопряжением, а внешний угол - округлением; можно создать оба угла с помощью команды **СОПРЯЖЕНИЕ** (меню **Редактирование**, панель **Редактирование**).

Команда: **СОПРЯЖЕНИЕ**

Текущие настройки: *Режим = текущий, Радиус сопряжения = текущий*

Выберите первый объект или [**Отменить** / **Полилиния** / **Радиус** / **Обрезкой** / **Несколько**]: *выбрать объект или опцию*

Сопрягать можно следующие объекты: дуги, круги, эллипсы и эллиптические дуги, отрезки, полилинии, лучи, сплайны, прямые, 3D тела.

Командой **СОПРЯЖЕНИЕ** можно одновременно скруглить все углы полилинии опцией **Полилиния**.

Если оба соединяемых объекта лежат на одном слое, дуга сопряжения также проводится на том же слое, либо она строится на текущем слое. Слой определяет и другие свойства объекта, включая цвет и тип линий.

С помощью опции **Несколько** можно осуществить сопряжение нескольких объектов, не выходя из команды.

### Задание радиуса сопряжения

Радиусом сопряжения называется радиус дуги, соединяющей сопрягаемые объекты.

Если радиус задать равным 0, то сопрягаемые объекты просто обрезаются или удлиняются до точки пересечения без построения дуги сопряжения. Можно удерживать нажатой клавишу «Shift» при выборе объектов для замены значения текущего радиуса сопряжения на 0.

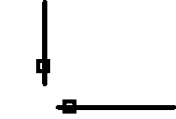

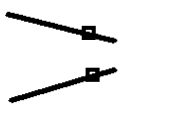



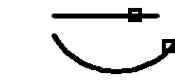



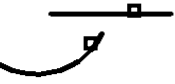

### Обрезка и удлинение сопрягаемых объектов

Опцией «с обрезкой» можно выбрать режим сопряжения, при котором объекты либо обрезаются (удлиняются) до точки пересечения с сопрягающей дугой, либо остаются без изменений.

### Задание точек сопряжения

Возможных сопряжений может существовать несколько и программа делает их выбор на основании положения точек указания (табл. 1.4).

Таблица 1.4

Исходные объекты	Сопряжения
	
	
	
	
	
	

### Сопряжение отрезков с полилиниями

Для сопряжения линий с полилиниями каждая линия или ее продолжение должно пересечь один из линейных сегментов полилинии. Если включен режим «с **обрезкой**», сопряженные объекты и дуга сопряжения объединяются, образуя новую полилинию.

### Сопряжение полилинии

Можно построить или отменить построение сопряжений вдоль всей полилинии. При ненулевом радиусе сопряжения команда **СОПРЯЖЕНИЕ** проводит сопрягающие дуги у каждой из вершин, образованных пересечением линейных сегментов, если эти сегменты имеют достаточную для радиуса сопряжения длину (рис. 1.10).

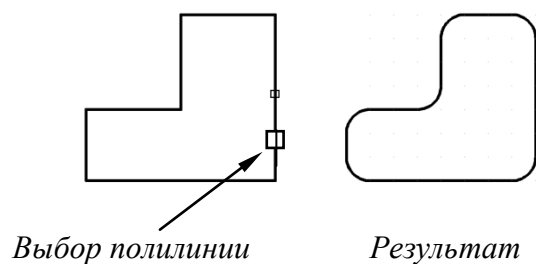


Рис. 1.10

Если два линейных сегмента полилинии разделены дугой, причем при приближении к которой они сходятся, команда **СОПРЯЖЕНИЕ** заменяет эту дугу сопрягающей дугой (рис. 1.11).

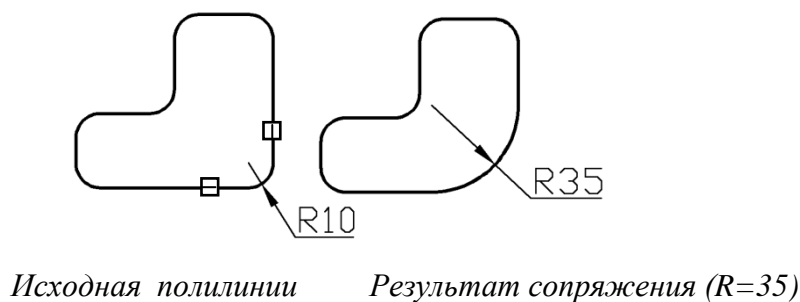


Рис. 1.11

Если радиус сопряжения равен 0, то сопрягающие дуги не проводятся. Если при этом два линейных сегмента полилинии разделены одним дуговым сегментом, команда **СОПРЯЖЕНИЕ** удаляет дугу и удлиняет линейные сегменты до их пересечения (рис. 1.12).

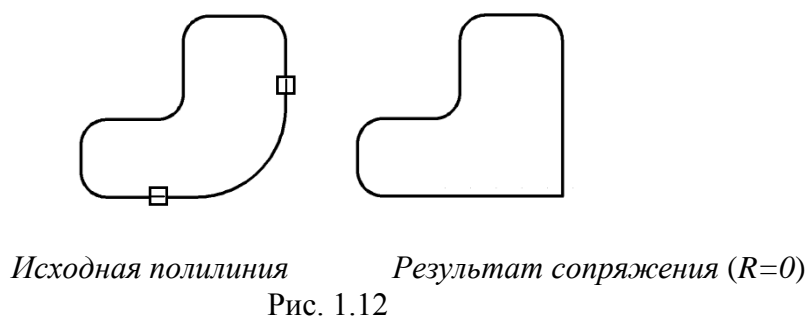


Рис. 1.12

### Сопряжение параллельных линий

Имеется возможность сопряжения параллельных отрезков, прямых и лучей. Текущий радиус сопряжения временно регулируется для создания дуги, касательной к обоим объектам, и размещенной в плоскости, общей для обоих объектов.

Первый из выбранных объектов должен быть отрезком или лучом, а второй отрезком, прямой или лучом. Сопрягающая дуга проводится, как показано на рис. 1.13.

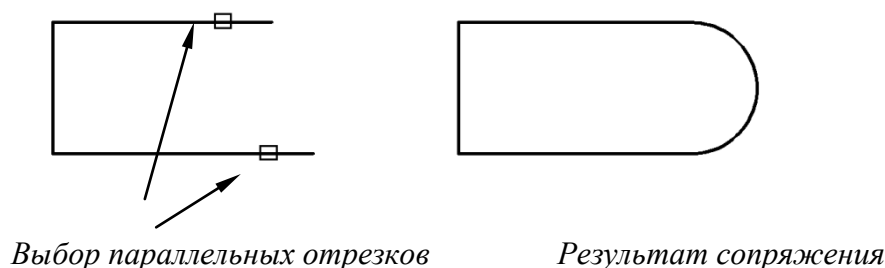


Рис. 1.13

### 1.4.2 Выполнение сопряжений с помощью команды КРУГ

Команда **КРУГ** позволяет строить окружности, касательные к двум и трем объектам (рис. 1.14).

#### Опции команды **КРУГ**

Построение окружности минимального радиуса, касательной к двум и трем объектам с использованием объектной привязки **Касательная**

Построение окружности заданного радиуса:

- касательной к двум объектам;
- касательной к трем объектам.

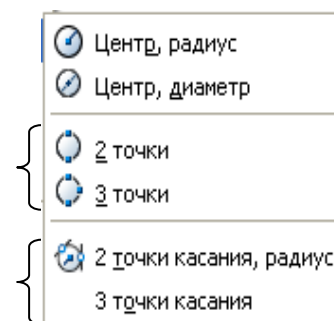


Рис. 1.14

На рис. 1.15 выполнено построение окружности заданного радиуса  $R$ , касательной к двум объектам командой **КРУГ** (опция **ККР** - 2 точки касания, радиус).

Команда: **КРУГ**

Центр круга или [3Т/2Т/ККР (кас кас радиус)]: **ККР** (выбрать опцию **ККР**)

Укажите точку на объекте, задающую первую касательную: *выбрать окружность, дугу или отрезок*

Укажите точку на объекте, задающую вторую касательную: *выбрать окружность, дугу или отрезок*

Радиус круга <текущий>:

На рис. 1.15 построенная окружность показана штриховой линией; точки касания с отрезком - (1), с окружностью - (2).

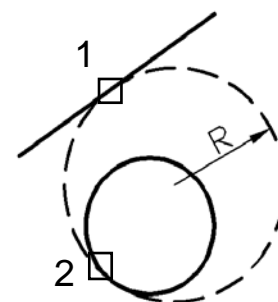


Рис. 1.15

## 1.5 Свойства объектов

Каждый геометрический объект обладает набором характеристик (свойств): принадлежность к слою, цвет, тип линии, вес линии; геометрические характеристики объекта; дополнительные, список которых зависит от типа объекта (меню **Формат**).

### 1.5.1 Использование слоев для структурирования чертежа

Слои позволяют структурировать чертеж, что упрощает управление данными рисунка и различными свойствами, такими как типы линий, цвета и др. Слои позволяют группировать однотипные объекты. Например, такие объекты, как вспомогательные линии, тексты, размеры и основные надписи можно разместить на отдельных слоях.

Послойная организация объектов позволяет:

- легко подавлять и включать отображение объектов слоя на видовых экранах;
- разрешать, запрещать и настраивать вывод объектов на печать;
- назначать цвет одновременно всем объектам слоя;
- задавать тип и вес линий по умолчанию для всех объектов слоя;
- разрешать или запрещать редактирование объектов слоя.

#### Создание нового слоя (меню **Формат / Слой** или панель **Слой**)

В диалоговом окне «Диспетчер свойств слоев» выбрать кнопку «Создать слой» (рис. 1.16):

- в список слоев автоматически добавляется новый слой (по умолчанию *Слой1*);
- ввести новое имя вместо предложенного по умолчанию;
- для изменения свойств слоя щелкнуть мышью на нужном значке (нажатие значков «Цвет», «Тип линий», «Вес линий» или «Стиль печати» приводит к вызову соответствующего диалогового окна).

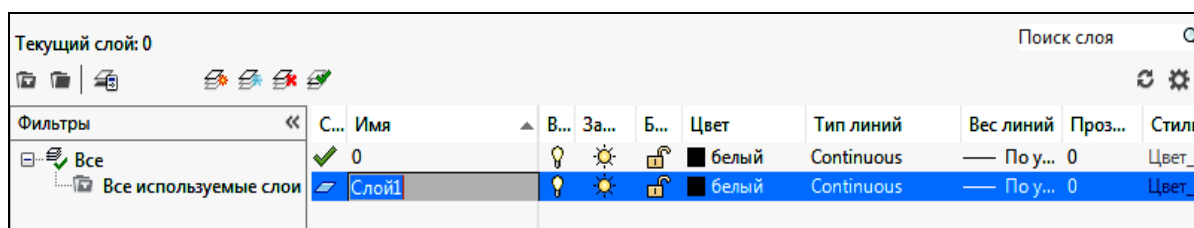


Рис. 1.16



## 1.6 Штриховка объектов

Штрихование — это заполнение указанной области по определенному образцу. В AutoCAD предусмотрены две разновидности штриховки: ассоциативная и неассоциативная.

Ассоциативная – это штриховка, которая при изменении граничного контура автоматически тоже будет изменяться. По умолчанию все штриховки являются ассоциативными.

Неассоциативная – это штриховка, которая не будет менять своего очертания при изменении граничного контура.

Область под штриховку должна быть замкнутой.

### Нанесение штриховки

Меню **Рисование / Штриховка** или панель **Рисование**

На ленте появляется вкладка «Создание штриховки», где устанавливаются необходимые параметры (рис. 1.17).

1. Выбрать образец штриховки:

– в группе «Свойства» в окне «Тип штриховки» выбрать «Образец»;

– в группе «Образец» выбрать нужный вид штриховки;

– при необходимости изменить угол, масштаб или интервал штриховки.

2. Определить контур штриховки:

– в группе «Контур» выбрать «Указать точки» (для замкнутого объекта) или «Выбрать» (для незамкнутого объекта).

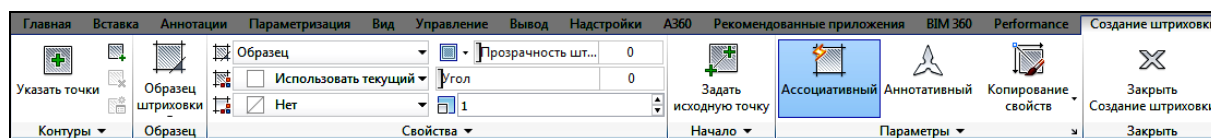


Рис. 1.17

## 1.7 Нанесение размеров






Размеры показывают геометрические величины объектов, расстояния и углы между ними, координаты отдельных точек. Размеры могут быть ассоциативными, неассоциативными и расчлененными (табл. 1.5).

Ассоциативные размеры автоматически изменяют свое положение, ориентацию и значения величин при редактировании ассоциированных с ними геометрических объектов.

Неассоциативные размеры выделяются и редактируются вместе с измеряемыми геометрическими объектами. Изменение объектов не оказывает никакого действия на неассоциативные размеры.

Расчлененные размеры содержат не единые размерные объекты, а наборы отдельных объектов.

**Команды нанесения размеров  
(меню Размеры, панель Размеры)**

Кнопка	Команда	Описание
1	2	3
	Линейный	Нанесение линейного размера с горизонтальной, вертикальной или повернутой размерной линией
	Параллельный	Нанесение параллельных линейных размеров
	Длина дуги	Создание размера длины дуги
	Ординатный	Нанесение ординатных размеров
	Радиус	Нанесение радиуса окружности или дуги
	Диаметр	Нанесение диаметра окружности или дуги
	Угловой	Нанесение угловых размеров
	Быстрый размер	Быстрое нанесение набора размеров на основе выбранных объектов
	Базовый	Создание размеров от общей базы
	Цепь	Создание размерной цепи

**Размерный стиль**

Размерный стиль – это именованный набор размерных параметров, управляющих внешним видом размеров, например стилем стрелок, расположением текста и т.п.

Использование размерных стилей позволяет быстро формировать размеры, обеспечивая их соответствие государственным стандартам.

При нанесении размера используются параметры текущего размерного стиля.

При изменении параметров размерного стиля все размеры на чертеже, использующие этот стиль, обновляются автоматически.

## Создание размерного стиля

В диалоговом окне «Диспетчер размерных стилей», рис. 1.18 - выбрать кнопку «Новый» и дать имя стилю, например «Радиальные размеры».

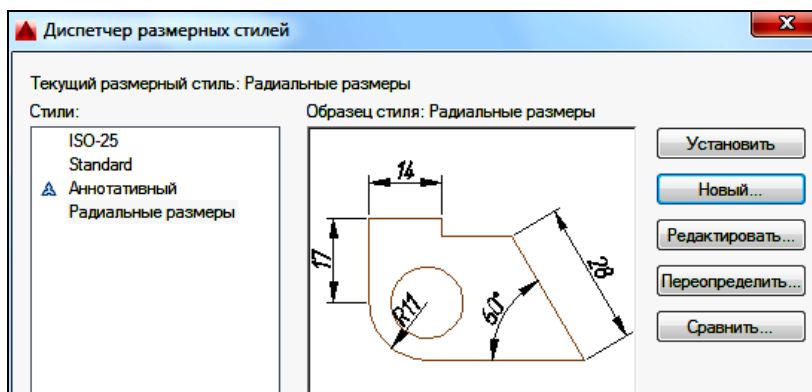


Рис. 1.18

В диалоговом окне «Новый размерный стиль» выполнить настройки для радиальных размеров (рис 1.19):

- на вкладке «Линии» в поле «Выносные линии» установить «Отступ от объекта» - **0**;

- на вкладке «Символы и стрелки» в поле «Стрелки» выбрать вид стрелки «Закрашенная замкнутая», установить «Размер стрелки» - **4**;

- на вкладке «Текст» в поле «Свойства текста» задать «Текстовый стиль», установить «Высоту текста» - **3.5**, в поле «Ориентация текста» выбрать «Согласно ISO»;

- на вкладке «Размещение» в поле «Параметры размещения» выбрать «Текст»;

- на вкладке «Основные единицы» в поле «Линейные размеры», задать «Точность» - **0**, «Масштаб» - **1**.

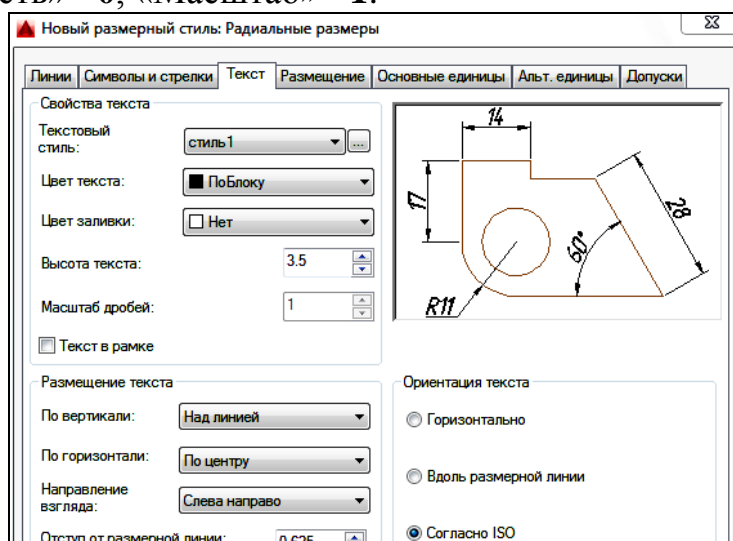


Рис. 1.19

## Нанесение горизонтальных и вертикальных размеров

Меню или панель **Размеры** → **ЛИНЕЙНЫЙ**

Начало первой выносной линии: *указать начальную точку (1) выносной линии*

Начало второй выносной линии: *указать конечную точку (2) выносной линии*

Положение размерной линии или [Мтекст/Текст/Угол/Горизонтальный/Вертикальный/Повернутый]: *указать положение размерной линии или выбрать опции (рис.1.20)*

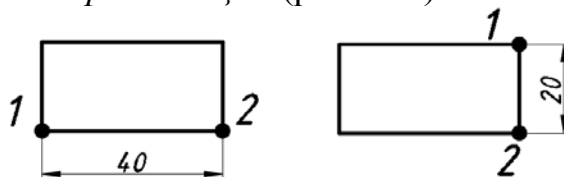


Рис. 1.20

## Нанесение радиальных размеров

Панель **Размеры** → **РАДИУС, ДИАМЕТР**

Выберите дугу или круг: *указать точку (1), лежащую на дуге или круге*

Положение размерной линии или [Мтекст/Текст/Угол]: *указать положение размерной линии или выбрать опции (рис.1.21, а)*

а)

б)

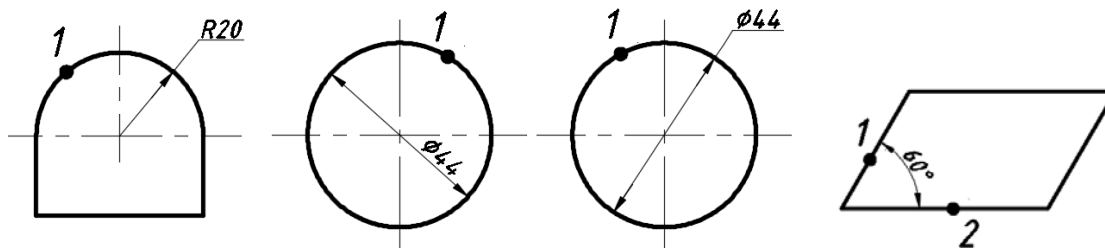


Рис. 1.21

## Нанесение угловых размеров

Панель **Размеры** → **УГЛОВОЙ**

Выберите дугу, круг, отрезок или < указать вершину>: *указать точку (1) на одной из сторон угла*

Второй отрезок: *указать точку (2) на другой стороне угла*

Укажите положение размерной дуги или

[Мтекст/Текст/Угол/Квадрант]: *указать положение размерной линии или выбрать опции (рис.1.21, б)*

## 1.8 Трехмерное моделирование

Создание трехмерных моделей обладает рядом преимуществ, среди которых:

- возможность рассмотрения модели из любой точки;
- автоматическая генерация основных и дополнительных видов на плоскости;
- автоматическое построение сечений на плоскости;
- использование различных визуальных стилей;
- инженерный анализ.

### 1.8.1 Пространство для трехмерного моделирования

В AutoCAD для построения трехмерных объектов предусмотрено рабочее пространство «3D моделирование».

Элементы интерфейса в виде ленты имеют удобный доступ к командам трехмерного моделирования (рис 1.22).

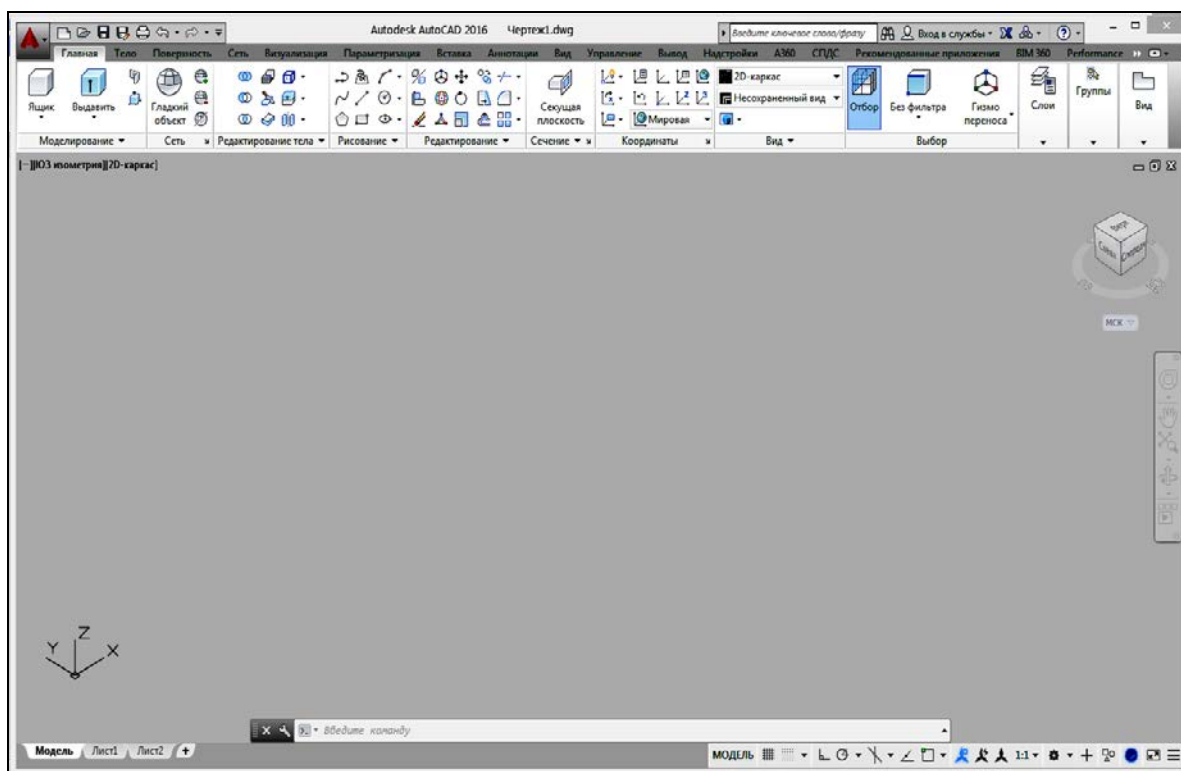


Рис. 1.22

Панель «Переключение рабочих пространств» находится в строке состояния или меню **Сервис** (рис. 1.23).

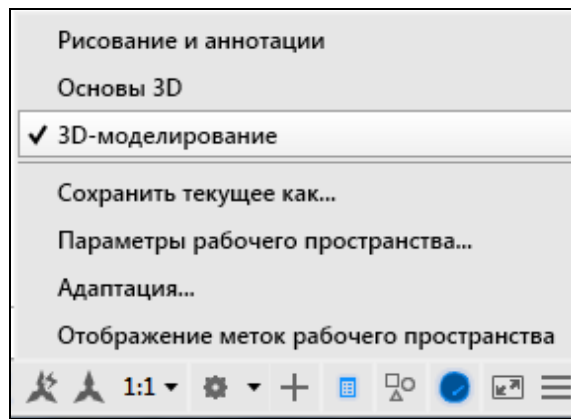


Рис. 1.23

## 1.8.2 Просмотр трехмерных чертежей

### Использование визуальных стилей

В AutoCAD в процессе проектирования над моделью применяются разные визуальные стили (рис. 1.24).

Лента → Вкладка Главная → Панель Вид → **ВИЗУАЛЬНЫЕ СТИЛИ**

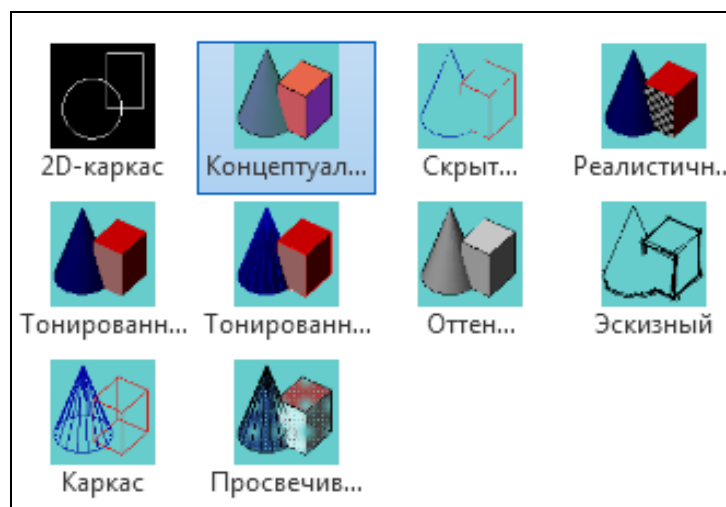


Рис.1.24

**2D КАРКАС** - объекты отображаются в виде отрезков и кривых, с учетом типов и весов линий.

**3D КАРКАС** - объекты отображаются в виде отрезков и кривых, но без учета типов и весов линий (рис.1.25, а).

**3D СКРЫТЫЙ** - модель отображается в каркасном виде, грани скрытые поверхностями, не показываются (рис.1.25, б).

**РЕАЛИСТИЧНЫЙ** - объекты раскрашиваются с учетом присвоенного им цвета или типа материала (рис.1.25, в).

**КОНЦЕПТУАЛЬНЫЙ** - объекты также заливаются с учетом присвоенного им цвета или типа материала. Реалистичность вида достигается за счет сглаженности поверхностей и плавности цветовых переходов (рис.1.25, з).

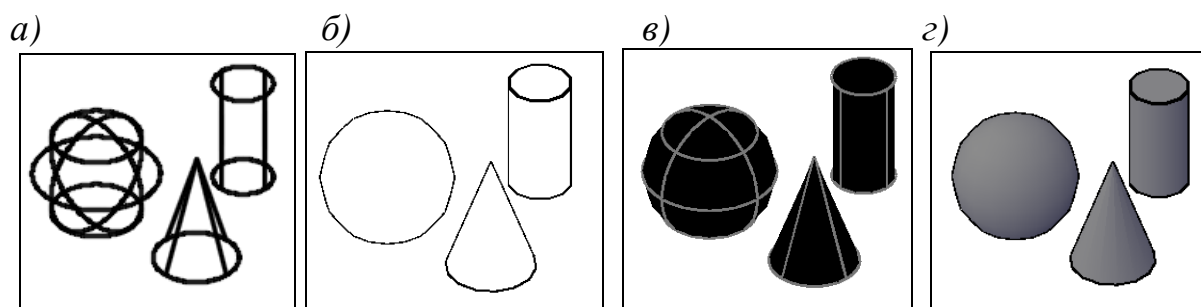


Рис 1.25

### **Использование видового куба**

Лента → Вкладка Вид → Панель **Инструменты видового экрана** → **Видовой куб**

AutoCAD позволяет посмотреть на модель из любой точки пространства. Инструмент «Видовой куб» отображается в неактивном состоянии в правом верхнем углу окна. При наведении курсора на видовой куб он становится активным и позволяет перейти в любой из стандартных 3D видов, наклонить текущий вид или перейти в исходный вид модели.











Для понимания сущности изометрических видов можно представить себе прямоугольный ящик, рассматриваемый сверху. Если, например, сместить точку зрения к нижнему левому углу ящика, получится изометрический юго-западный вид (ЮЗ). Если же сместить точку зрения к переднему верхнему углу ящика, получится изометрический северо-восточный вид (СВ).

### **1.8.3 Пользовательская система координат**

Возможность управления пользовательской системой координат (ПСК) является важным условием для эффективного построения моделей в трехмерном пространстве. При работе в 3D пространстве пользовательская система полезна для записи координат, создания 3D объектов на 2D плоскостях видов чертежа и для поворота объектов в трехмерном пространстве.

При создании или редактировании объектов в 3D среде можно перемещать или переориентировать ПСК в трехмерном пространстве модели с целью упрощения работы (табл. 1.6).

Управление пользовательскими системами (панель **Координаты**)

Кнопка	Команда	Описание
1	2	3
	Именованные	Сохранение и восстановление наиболее часто используемых ориентаций ПСК по имени
	Мировая	Совмещение текущей ПСК с мировой системой координат (МСК)
	Начало	Задание новой ПСК по одной, двум или трем точкам
	X	Поворот текущей ПСК вокруг оси X
	Y	Поворот текущей ПСК вокруг оси Y
	Z	Поворот текущей ПСК вокруг оси Z
	Ось Z	Выравнивание пользовательской системы координат по указанной положительной оси Z
	Вид	Выравнивание плоскости XY пользовательской системы координат по плоскости, перпендикулярной направлению взгляда
	Объект	Выравнивание пользовательской системы координат по выбранному объекту
	Грань	Выравнивание пользовательской системы координат по грани 3D тела

### 1.8.4 Создание твердотельных моделей

3D-модель можно представить в виде набора трехмерных твердотельных примитивов, поэтому для создания трехмерной твердотельной модели необходимо проанализировать форму детали, как совокупность элементарных геометрических тел, их частей или отсеков поверхностей, которые посредством операций объединения, вычитания и пересечения и редактирования позволяют получить необходимый результат.



## Твердотельные примитивы

Трехмерные объекты создаются на основе базовых твердотельных примитивов с помощью команд **ЯЩИК, КОНУС, ЦИЛИНДР, ШАР, КЛИН, ПИРАМИДА, ТОР** (рис. 1.26).

Лента → Вкладка Главная → панель **Моделирование**

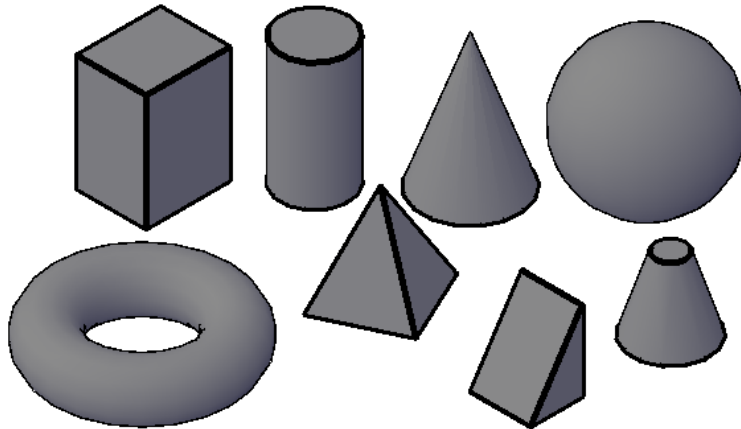


Рис. 1.26

## Создание тел на основе других объектов

3D тела можно создавать на основе существующих объектов с использованием следующих команд (рис. 1.27, 1.28).

Лента → Вкладка Главная → Панель **Моделирование**

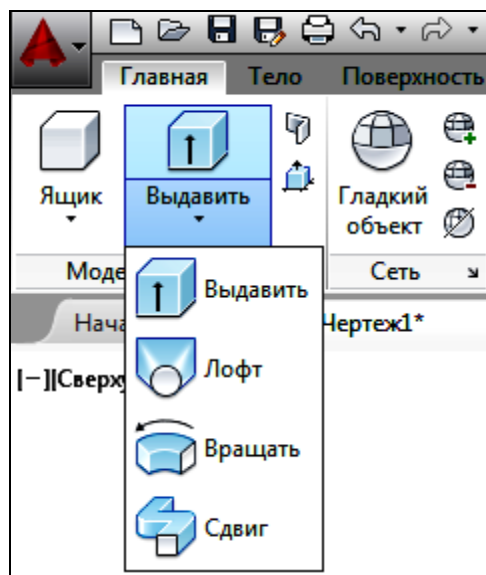


Рис. 1.27

**ВЫДАВИТЬ** - удлинение формы 2D объекта в направлении нормали в 3D пространство (рис. 1.28, а, б).

**ПО СЕЧЕНИЯМ** - удлинение контуров формы до одного или нескольких замкнутых или разомкнутых объектов.

**ВРАЩАТЬ** - вращение 2D объекта вокруг указанной оси (рис. 1.28, в, г).

**СДВИГ** - удлинение 2D объекта вдоль определенной траектории.

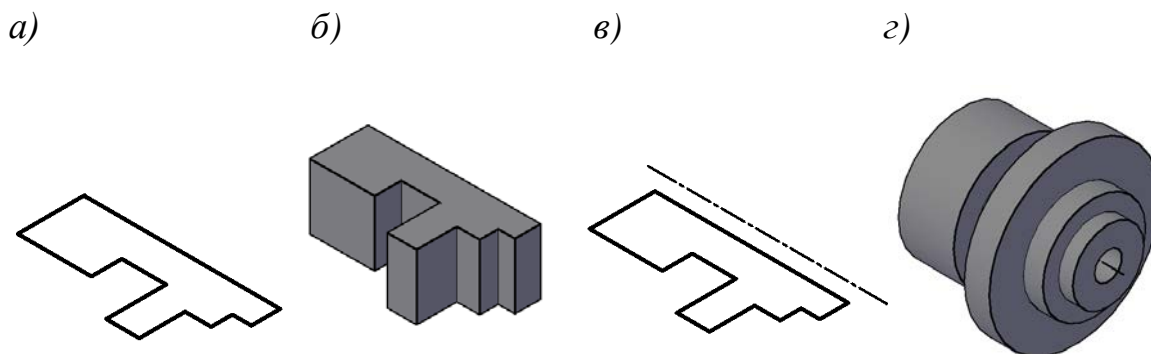


Рис. 1.28

### Создание составных объектов

Объединяя примитивные формы, можно создать более сложные тела. Например, два тела можно объединить, вычесть одно из другого, а можно создать форму на основе пересечения их объемов (рис. 1.29).

Лента → Вкладка Главная → панель **Редактирование тела**

**ОБЪЕДИНЕНИЕ** - объединение в одно целое объемы двух или нескольких объектов.

**ВЫЧИТАНИЕ** - удаление из выбранного набора тел тех частей объема, которые принадлежат другому набору тел.

**ПЕРЕСЕЧЕНИЕ** - построение сложного тела, занимающего объем, являющийся общим для нескольких пересекающихся тел.

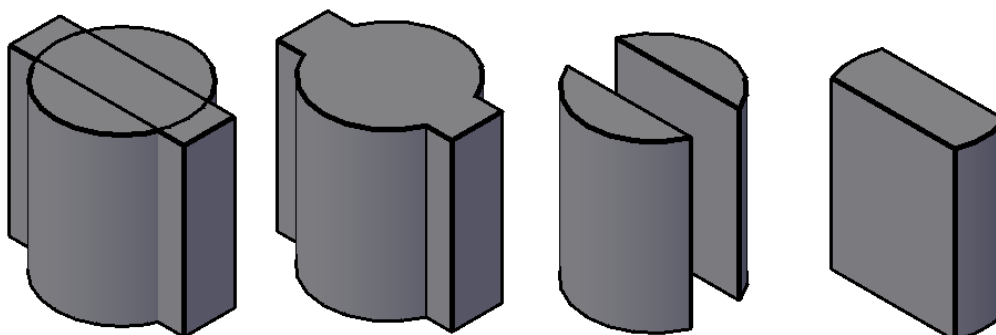


Рис. 1.29

## 1.8.5 Редактирование твердотельных моделей

### Изменение свойств объектов

Каждое тело обладает свойствами. Через изменение настроек в палитре свойств можно изменять базовые характеристики размера, высоты и формы. Например, чтобы превратить четырехстороннюю пирамиду в усеченную восьмистороннюю пирамиду, следует обновить свойства «Радиус верхнего основания» и «Сторона» (рис. 1.30).

Лента → Вкладка Главная → панель **Свойства**

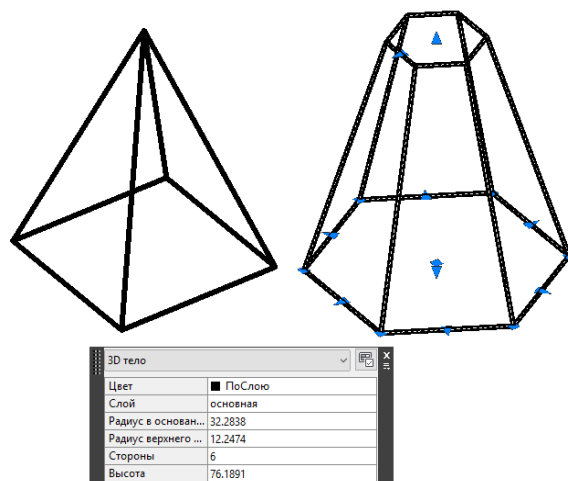


Рис. 1.30

### Использование «ручек» для изменения 3D моделей

С помощью «ручек» можно изменять отдельные элементы тела: грани, ребра, вершины. Грань, ребро или вершину 3D объекта выбирают при нажатой клавиши «**Ctrl**». На выбранных объектах отображаются «ручки» разных типов (рис. 1.31, а). Перетаскивая «ручки» можно изменять форму и размеры тел, (рис.1.31, б).

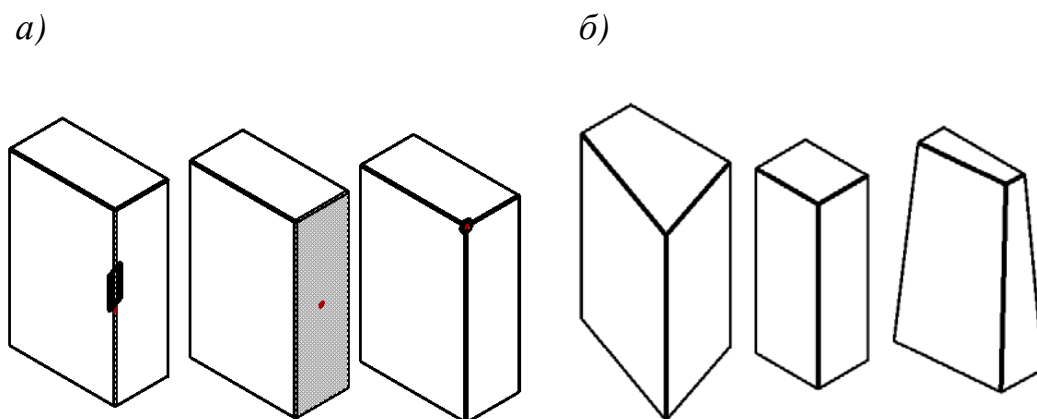


Рис. 1.31

## Редактирование граней

Грани 3D твердотельных объектов можно отредактировать с помощью команд **ВЫДАВИТЬ**, **СВЕСТИ НА КОНУС**, **ПЕРЕНЕСТИ**, **КОПИРОВАТЬ**, **СМЕСТИТЬ**, **УДАЛИТЬ**, **ПОВЕРНУТЬ**, **ИЗМЕНИТЬ ЦВЕТ** (рис. 1.32).

Лента → Вкладка Главная → панель Редактирование тела

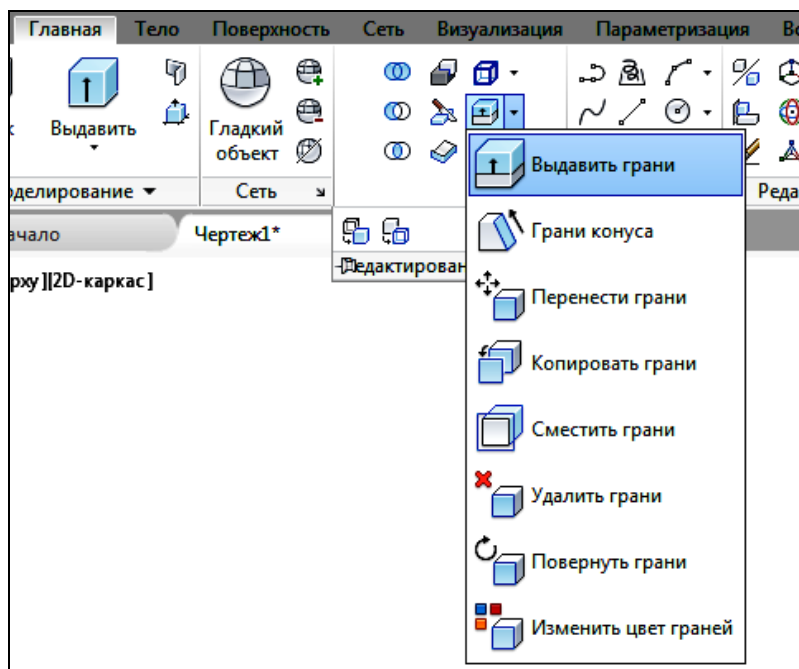


Рис. 1.32

## Редактирование ребер

Для изменения ребер на 3D телах используют как стандартные команды редактирования, например **ФАСКА** или **СОПРЯЖЕНИЯ**, так и команды редактирования тел: **КОПИРОВАТЬ РЕБРА**, **ИЗВЛЕЧЬ**, **КЛЕЙМИТЬ**, **ИЗМЕНИТЬ ЦВЕТ** (рис. 1.33).

Лента → Вкладка Главная → панель Редактирование тела

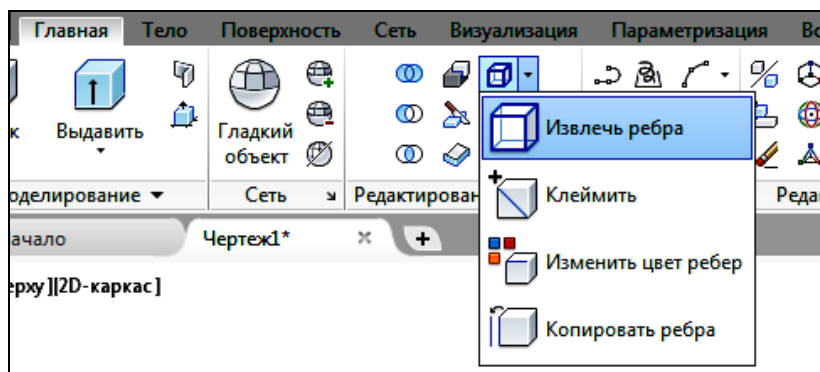
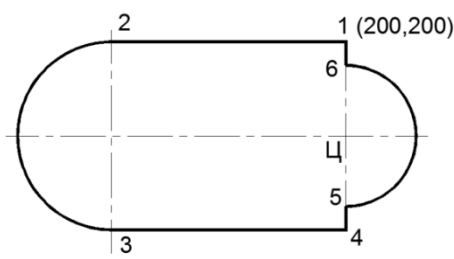
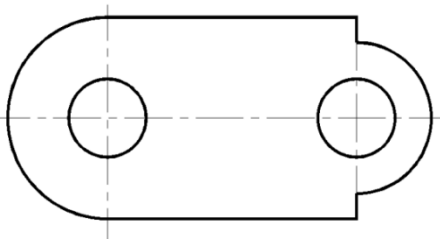
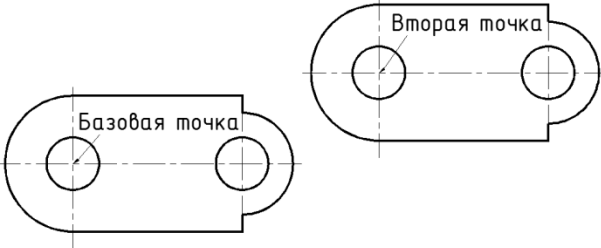
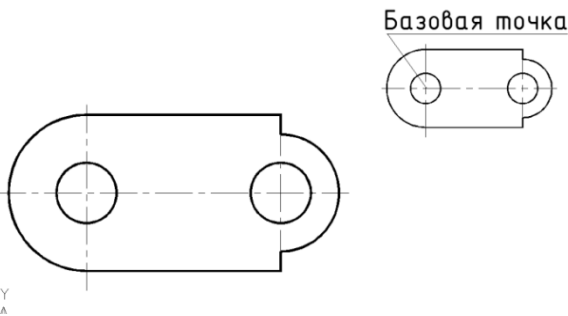
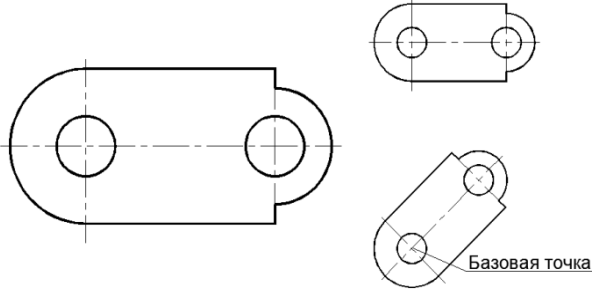


Рис. 1.33

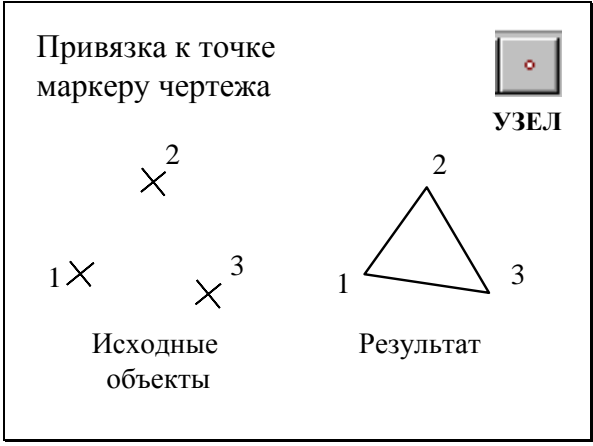
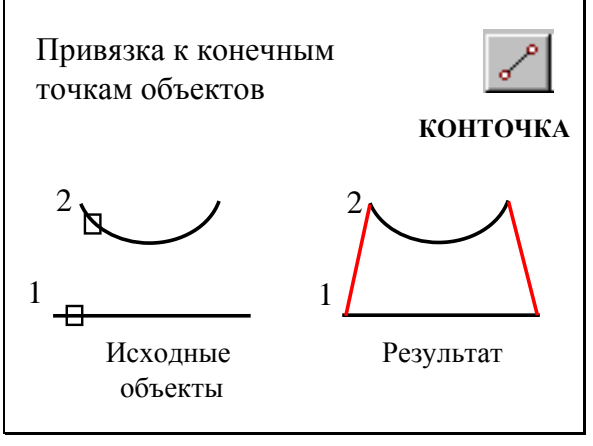
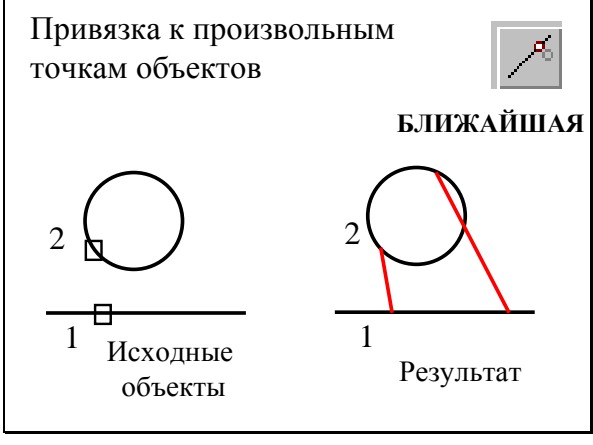


## Упражнения для изучения команд рисования и редактирования


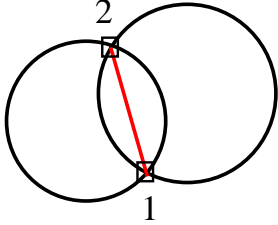


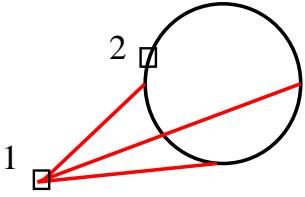


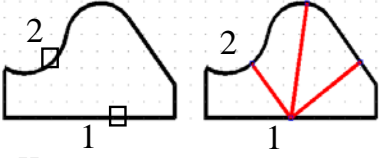
№ п.п	Последовательность действий	
1	2	
1	<p style="text-align: center;"><b>Задание:</b> сформировать три фрагмента контура с использованием команд рисования и редактирования</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;"> <p>Фрагмент №1</p>  </div> <div style="text-align: center;"> <p>Фрагмент №2</p>  </div> <div style="text-align: center;"> <p>Фрагмент №3</p>  </div> </div>	
<b>Сформировать фрагмент №1</b>		
2		<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Установить тип линии <i>осевая</i></li> <li>2. Провести горизонтальную и вертикальные осевые линии командой <b>ОТРЕЗОК</b>.</li> <li>3. Установить тип линии <i>continuous</i>.</li> </ol>
3	<p style="text-align: center;">4. Вычертить наружный контур с помощью команды <b>ПОЛИЛИНИЯ</b>.</p> <div style="display: flex;"> <div style="flex: 1;">  <p>Команда: <b>ПЛИНИЯ</b>  Начальная точка: <b>200,200</b> «Enter»  Следующая точка или [Дуга/Полуширина/длина/Отменить/Ширина]: <b>Ш</b> «Enter»  (или выбрать опцию <b>Ширина</b> в контекстном меню)  Начальная ширина: <b>1</b> «Enter»  Конечная ширина: <b>1</b> «Enter»  Следующая точка: <i>отвести курсор влево, отследить угол 180°; ввести 100 и нажать</i> «Enter» (м. 2)  Следующая точка или [Дуга/Полуширина/длина/Отменить/Ширина]: <b>Д</b> «Enter» (или выбрать <b>Дуга</b> в контекстном меню)</p> </div> <div style="flex: 1; padding-left: 20px;"> <p>Кон. точка дуги: <b>100,120</b> «Enter» (м.3)  Конечная точка дуги или [Угол/Центр/Замкнуть/Направление/Полуширина/Линейный/Радиус/Вторая/Отменить/Ширина]: <b>Л</b> «Enter»  (или выбрать опцию <b>Линейный</b> в контекстном меню)  Следующая точка: <i>отследить угол 0°; ввести с клавиатуры 100</i> «Enter» (м.4)  Следующая точка: <i>отследить угол 90°; ввести 10 и нажать</i> «Enter» (м. 5)  Следующая точка: <b>Д</b> «Enter»  (выбрать опцию <b>Дуга</b>)  Конечная точка дуги или [Угол/Центр/Замкнуть/Направление/Полуширина/Линейный/Радиус/Вторая/Отменить/Ширина]: <b>Ц</b> «Enter»  (выбрать опцию <b>Центр</b>)  Центр дуги: <b>200,160</b> «Enter»  Кон. точка дуги: <b>200,190</b> «Enter» (м.6)  Конечная точка дуги: <b>Л</b> «Enter»  (выбрать опцию <b>Линейный</b>)  Следующая точка: <b>Замкнуть</b></p> </div> </div>	


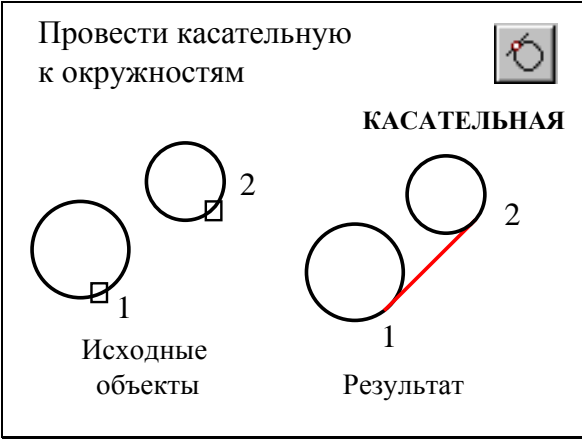
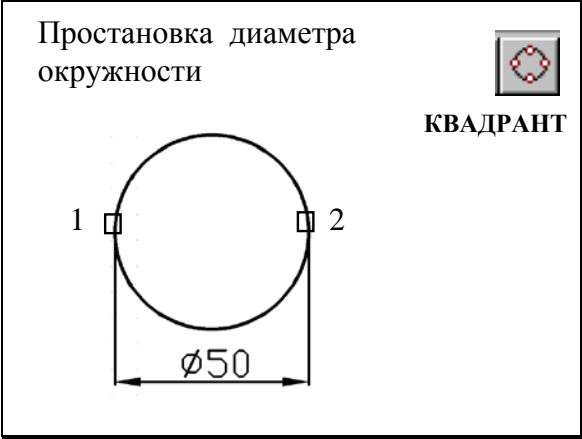
1	2	
4		<p>5. Вычертить две окружности с помощью команды <b>КОЛЬЦО</b> из меню <b>Рисование</b> (внутренний диаметр кольца - <b>30</b>, внешний диаметр - <b>32</b>).</p>
<b>Сформировать фрагмент №2</b>		
5		<p>6. Создать копию фрагмента №1.</p> <p>Команда: <b>КОПИРОВАТЬ</b>          Выбрать объекты: <i>выбрать объекты рамкой</i>          Выбрать объекты: <b>«Enter»</b> для завершения выбора          Базовая точка: <i>указать базовую точку на фрагменте №1</i>          Вторая точка: <i>указать на экране произвольную точку для размещения фрагмента №2</i>          Укажите вторую точку: <b>«Enter»</b> для завершения команды</p>
6		<p>7. Уменьшить копию в 2 раза.</p> <p>Команда: <b>МАСШТАБ</b>          Выбрать объекты: <i>выбрать объекты фрагмента №2 рамкой</i>          Выбрать объекты: <b>«Enter»</b> для завершения выбора          Базовая точка: <i>указать базовую точку на фрагменте №2</i>          Масштаб: <b>0.5 «Enter»</b></p>
<b>Сформировать фрагмент №3</b>		
7		<p>8. Создать копию фрагмента №2.</p> <p>9. Повернуть фрагмент №3 на 45°.</p> <p>Команда: <b>ПОВЕРНУТЬ</b>          Выбрать объекты: <i>выбрать объекты фрагмента №3 рамкой</i>          Выбрать объекты: <b>«Enter»</b> для завершения выбора          Угол поворота: <b>45 «Enter»</b></p>

## Упражнения для изучения режимов объектной привязки

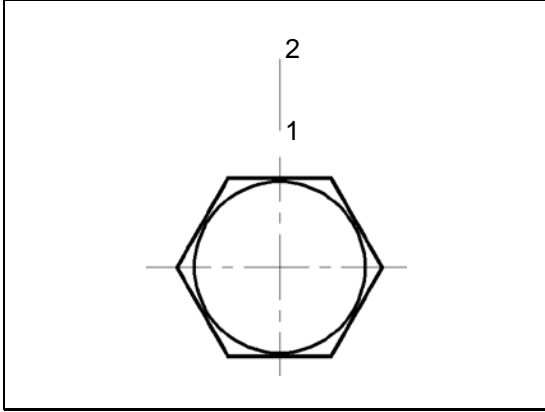
№ п.п.	Графическое изображение	Команды
1	<p data-bbox="331 421 576 488">Привязка к точке маркеру чертежа</p>  <p data-bbox="794 495 863 517">УЗЕЛ</p> <p data-bbox="384 719 512 779">Исходные объекты</p> <p data-bbox="655 719 783 741">Результат</p>	<p data-bbox="927 353 1394 387">1. <b>Формат \ Отображение точек</b> – выбрать маркер.</p> <p data-bbox="927 427 1374 461"><b>ТОЧКА</b> – расставить три точки.</p> <p data-bbox="927 465 1394 533">2. <b>ОТРЕЗОК</b> – соединить точки с привязкой <b>УЗЕЛ</b>.</p> <p data-bbox="927 573 1230 607">Команда: <b>ОТРЕЗОК</b></p> <p data-bbox="927 611 1241 645">от точки: <b>УЗЕ</b> «<b>Enter</b>»</p> <p data-bbox="927 649 1182 683">(указать точку 1)</p> <p data-bbox="927 687 1366 721">к точке: <b>УЗЕ</b> «<b>Enter</b>» (точка 2)</p> <p data-bbox="927 725 1366 759">к точке: <b>УЗЕ</b> «<b>Enter</b>» (точка 3)</p> <p data-bbox="927 763 1182 797">к точке: <b>Замкнуть</b></p>
2	<p data-bbox="331 931 635 999">Привязка к конечным точкам объектов</p>  <p data-bbox="719 1010 863 1032">КОНТОЧКА</p> <p data-bbox="384 1234 528 1294">Исходные объекты</p> <p data-bbox="671 1234 799 1256">Результат</p>	<p data-bbox="927 898 1394 965">1. Команды: <b>ДУГА, ОТРЕЗОК</b> – вычертить исходные объекты.</p> <p data-bbox="927 969 1394 1037">2. <b>ОТРЕЗОК</b> – соединить точки с привязкой <b>КОНточка</b>.</p> <p data-bbox="927 1077 1230 1111">Команда: <b>ОТРЕЗОК</b></p> <p data-bbox="927 1115 1257 1149">от точки: <b>КОН</b> «<b>Enter</b>»</p> <p data-bbox="927 1153 1177 1187">(указать точку 1)</p> <p data-bbox="927 1191 1241 1225">к точке: <b>КОН</b> «<b>Enter</b>»</p> <p data-bbox="927 1229 1177 1263">(указать точку 2)</p> <p data-bbox="927 1267 1161 1301">к точке: «<b>Enter</b>»</p>
3	<p data-bbox="331 1424 699 1491">Привязка к произвольным точкам объектов</p>  <p data-bbox="699 1525 879 1547">БЛИЖАЙШАЯ</p> <p data-bbox="384 1749 528 1809">Исходные объекты</p> <p data-bbox="687 1749 815 1771">Результат</p>	<p data-bbox="927 1368 1394 1435">1. Команды: <b>КРУГ, ОТРЕЗОК</b> – вычертить исходные объекты.</p> <p data-bbox="927 1440 1394 1507">2. <b>ОТРЕЗОК</b> – соединить точки с привязкой <b>БЛИжайшая</b>.</p> <p data-bbox="927 1547 1230 1581">Команда: <b>ОТРЕЗОК</b></p> <p data-bbox="927 1585 1257 1619">от точки: <b>БЛИ</b> «<b>Enter</b>»</p> <p data-bbox="927 1624 1177 1657">(указать точку 1)</p> <p data-bbox="927 1662 1241 1695">к точке: <b>БЛИ</b> «<b>Enter</b>»</p> <p data-bbox="927 1700 1177 1733">(указать точку 2)</p> <p data-bbox="927 1738 1161 1771">к точке: «<b>Enter</b>»</p>

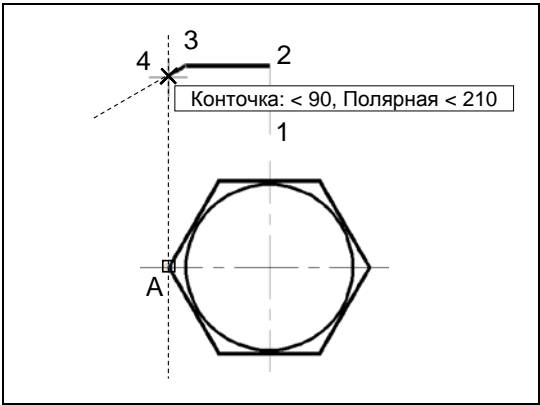
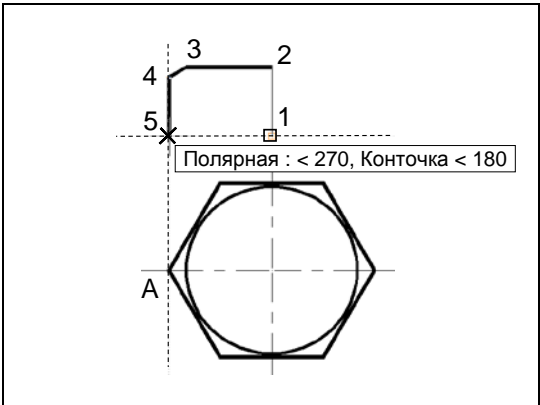
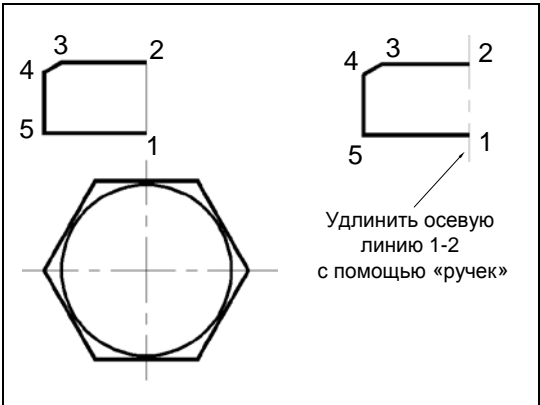


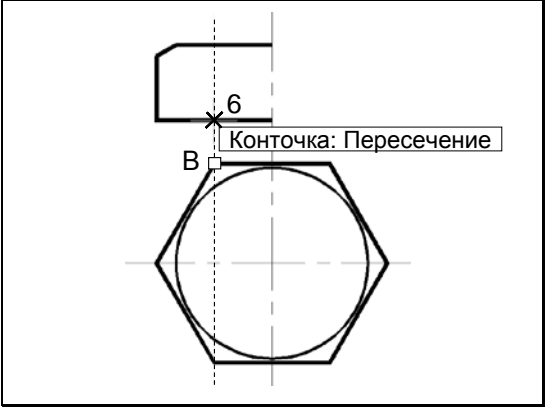
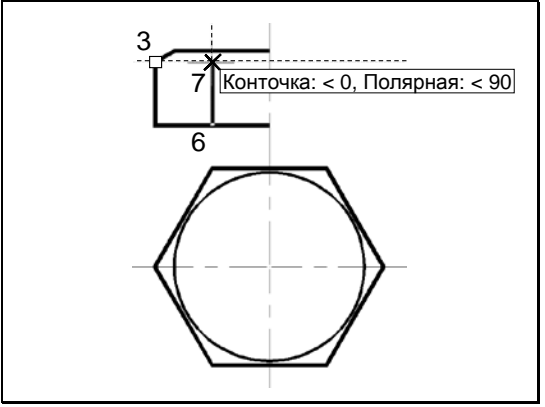
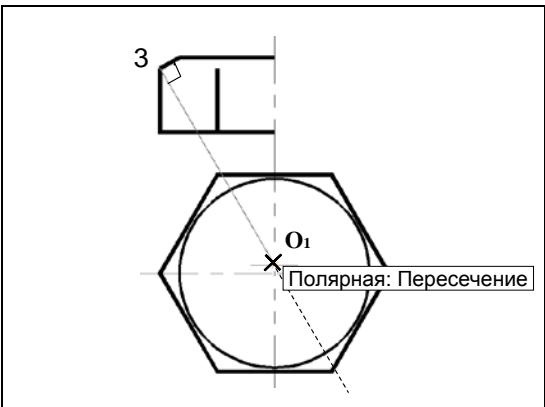
1	2	3
4	<p>Привязка к точкам пересечения объектов</p>  <p><b>ПЕРЕСЕЧЕНИЕ</b></p> 	<p>1. Команда <b>КРУГ</b> – вычертить исходные объекты.                  2. <b>ОТРЕЗОК</b> – соединить точки с привязкой <b>ПЕРесечение</b>.</p> <p>Команда: <b>ОТРЕЗОК</b>                  от точки: <b>ПЕР</b> «Enter»                  (указать точку 1)                  к точке: <b>ПЕР</b> «Enter»                  (указать точку 2)                  к точке: «Enter»</p>
5	<p>Привязка к квадрантным точкам окружности</p>  <p><b>КВАДРАНТ</b></p>  <p><b>УЗЕЛ</b></p> 	<p>1. Команды: <b>ТОЧКА, КРУГ</b> – вычертить исходные объекты.                  2. <b>ОТРЕЗОК</b> – соединить точки с привязкой <b>УЗЕЛ, КВАДРАНТ</b>.</p> <p>Команда: <b>ОТРЕЗОК</b>                  от точки: <b>УЗЕ</b> «Enter»                  (указать точку 1)                  к точке: <b>КВА</b> «Enter»                  (указать точку 2)                  к точке: «Enter»</p>
6	<p>Провести перпендикуляр из середины отрезка к трем элементам</p>  <p><b>СЕРЕДИНА</b></p>  <p><b>НОРМАЛЬ</b></p> 	<p><b>1. ПОЛИЛИНИЯ</b> - вычертить исходный объект.  <b>2. ОТРЕЗОК</b> – провести перпендикуляры.</p> <p>Команда: <b>ОТРЕЗОК</b>                  от точки: <b>СЕР</b> «Enter»                  (указать точку 1)                  к точке: <b>НОР</b> «Enter»                  (указать точку 2)                  к точке: «Enter»</p>

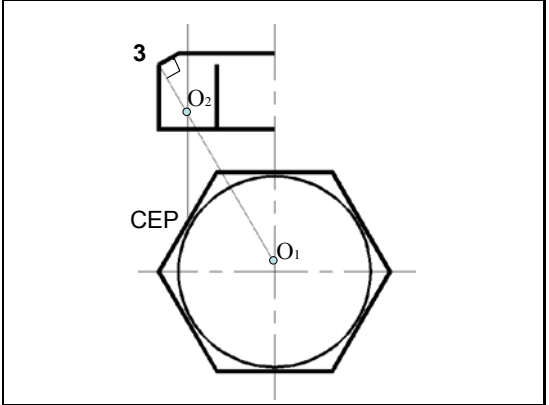
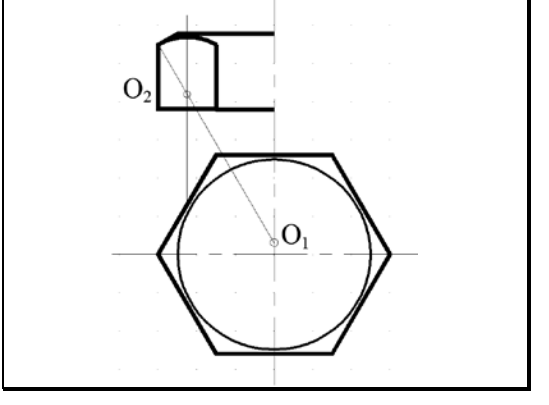
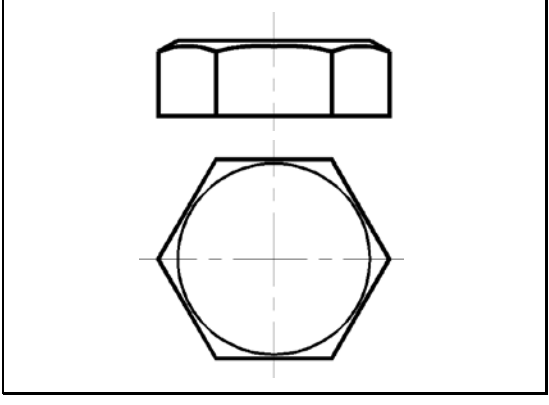
1	2	3
7	<p>Построить concentрическую окружность</p>  <p>Исходные объекты      Результат</p>	<p>1. <b>ПОЛИЛИНИЯ</b> – вычертить исходный объект.  2. <b>КРУГ</b> – провести окружность с привязкой <b>ЦЕНтр</b>.</p> <p>Команда: <b>КРУГ</b>  3 точки\2 точки\Центр: <b>ЦЕН</b>  «<b>Enter</b>» (указать дугу)  Диаметр \ &lt;Радиус&gt;: <b>32</b> «<b>Enter</b>»</p>
8	<p>Провести касательную к окружностям</p>  <p>Исходные объекты      Результат</p>	<p>1. Команда <b>КРУГ</b> – вычертить исходные объекты.  2. <b>ОТРЕЗОК</b> – соединить точки с привязкой <b>КАСательная</b>.</p> <p>Команда: <b>ОТРЕЗОК</b>  от точки: <b>КАС</b> «<b>Enter</b>»  (указать точку 1)  к точке: <b>КАС</b> «<b>Enter</b>»  (указать точку 2)  к точке: «<b>Enter</b>»</p>
	<p>Простановка диаметра окружности</p>  <p>1      2</p> <p>φ50</p>	<p>1. Команда <b>КРУГ</b> – вычертить исходный объект.  2. <b>РАЗМЕР Линейный</b> – проставить размер с привязкой <b>КВАдрант</b>.</p>

## Упражнение для изучения средств авто-отслеживания объектов


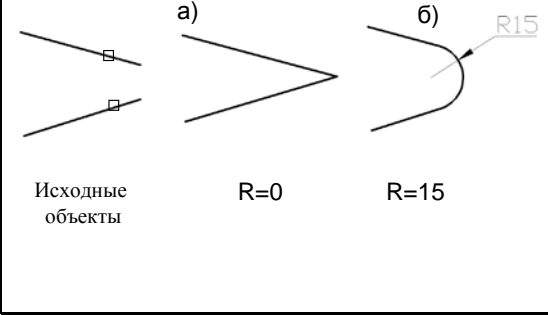

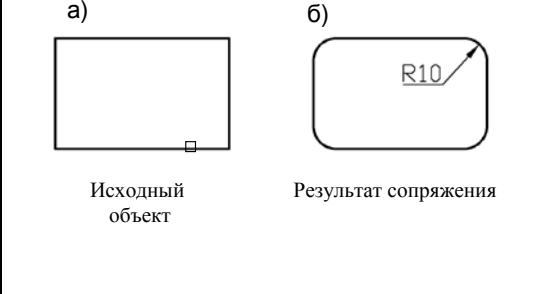
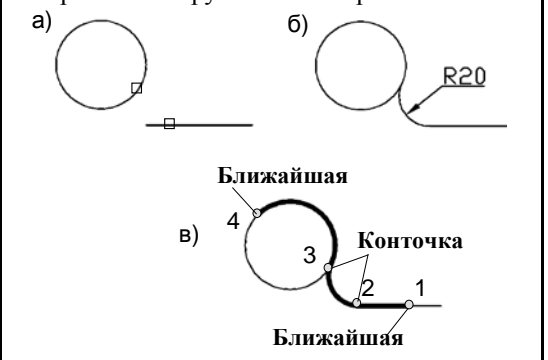
Графическое изображение	Порядок выполнения задания
<p style="text-align: center;">1</p> 	<p style="text-align: center;">2</p> <p><b>Задание:</b> построить два вида детали в проекционной связи с использованием средств полярного и объектного отслеживания.</p>
	<p><b>Построение вида сверху</b> Команды: <b>ОТРЕЗОК</b>, <b>КРУГ</b>, <b>МНОГОУГОЛЬНИК</b></p> <p><b>Построение вида спереди</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Вычертить ось 1-2 длиной <b>20</b> мм командой <b>ОТРЕЗОК</b>.</li> <li>2. Установить текущие режимы объектной привязки: <b>Конточка</b>, <b>Пересечение</b>, <b>Середина</b>, <b>Нормаль</b>.</li> <li>3. Включить в строке состояния режимы авто-отслеживания нажатием кнопок: «<b>Объектная привязка</b>», «<b>Полярное отслеживание</b>» (угол отслеживания <b>30°</b>), «<b>Объектное отслеживание</b>».</li> </ol>
	<ol style="list-style-type: none"> <li>4. Вычертить половину наружного контура командой <b>ПОЛИЛИНИЯ</b> (Ширина=1).</li> </ol> <p>Команда: <b>ПЛИНИЯ</b> Начальная точка: <b>КОН</b> «<b>Enter</b>» <i>указать точку 2 с объектной привязкой</i> <b>КОНточка</b>) Следующая точка или [Дуга/Полуширина/длина/Отменить/Ширина]: <i>отвести курсор влево под углом 180°, ввести с клавиатуры 25 и нажать «Enter» (точка 3)</i></p>

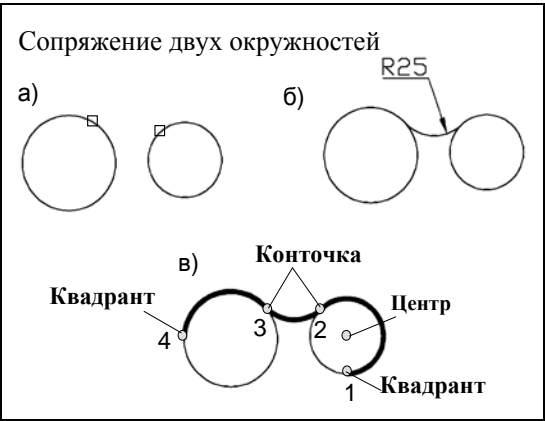
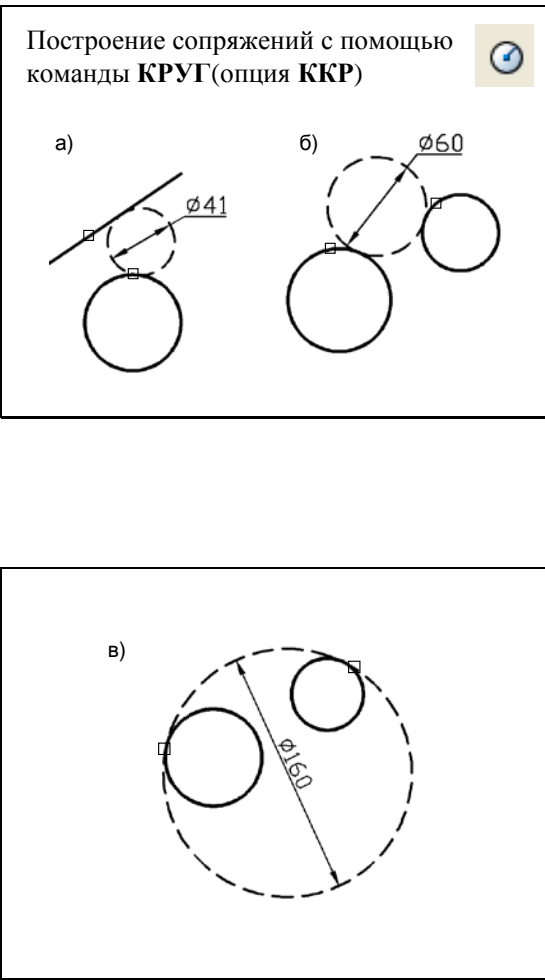
1	2
	<p>Следующая точка или [Дуга/Замкнуть/Полуширина/длина/Отменить/Ширина]: указать точку 4, используя авто-отслеживание.</p> <p>Для этого захватить точку A, т.е. сначала <u>навести курсор на точку A</u> и затем <u>отследить точку 4 на пересечении вертикальной и наклонной под углом 210° временных линий отслеживания</u>, нажать «<b>Enter</b>»</p>
	<p>Следующая точка или [Дуга/Замкнуть/Полуширина/длина/Отменить/Ширина]: указать точку 5 с использованием авто-отслеживания.</p> <p>Для этого <u>навести курсор на точку 1</u> и затем <u>отследить точку 5 на пересечении вертикальной и горизонтальной линий отслеживания</u>, нажать «<b>Enter</b>»</p>
	<p>Следующая точка или [Дуга/Замкнуть/Полуширина/длина/Отменить/Ширина]: указать точку 1, «<b>Enter</b>» (завершить команду)</p> <p>5. Удлинить осевую линию 1-2 с помощью «ручек».</p>

1	2
	<p>6. Вычертить ребро 6-7 командой <b>ПОЛИЛИНИЯ</b>.</p> <p>Команда: <b>ПЛИНИЯ</b>                      Начальная точка: указать точку <i>б</i> с использованием объектного отслеживания.                      Для этого сначала навести курсор на точку <i>В</i>, а затем найти точку <i>б</i> на пересечении вертикальной линии отслеживания и горизонтального сегмента полилинии.</p>
	<p>Следующая точка или [Дуга/Полуширина/длИна/Отменить/Ширина]: указать точку <i>7</i> с использованием авто-отслеживания.                      Для этого навести курсор на точку <i>3</i>, а затем найти точку <i>7</i> на пересечении двух линий отслеживания: горизонтальной и вертикальной.</p>
	<p>7. Построить линию пересечения конической и шестигранной поверхности в виде дуг окружностей.</p> <p>Выполнить вспомогательные построения с помощью команды <b>ОТРЕЗОК</b> для нахождения центров дуг <b>О1</b> и <b>О2</b>:</p> <p>а) восстановить перпендикуляр из точки <i>3</i> до пересечения с осью в точке <b>О1</b>.</p>

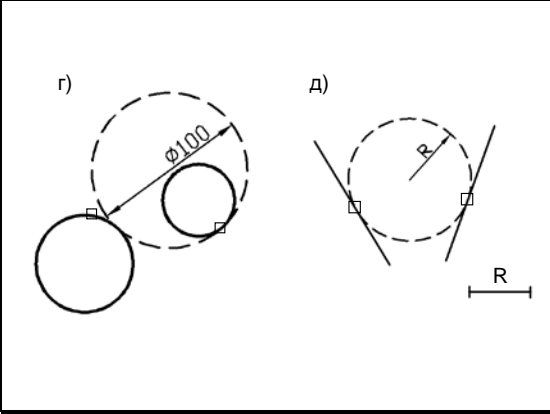

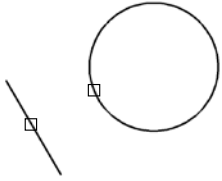
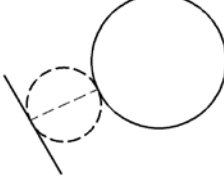
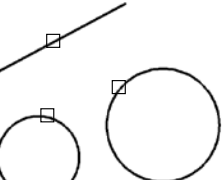
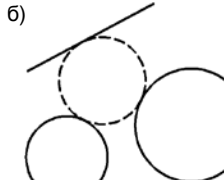
1	2
	<p>б) провести вертикальный отрезок через середину левой грани для нахождения центра <b>O2</b> в точке пересечения с линией <b>3O1</b>.</p>
	<p>Провести дугу с помощью команды <b>ПОЛИЛИНИЯ</b> против часовой стрелки (опция <b>Дуга</b> и опция дуговых сегментов <b>Центр</b> для указания центра дуги <b>O2</b>).</p>
	<p>8. Выполнить зеркальное отображение относительно вертикальной оси, указав ее двумя точками с объектной привязкой <b>Контчка</b> в команде <b>ЗЕРКАЛО</b> (меню или панель <b>Редактирование</b>).</p> <p>9. Провести большую дугу с помощью команды <b>ПОЛИЛИНИЯ</b> против часовой стрелки (опция <b>Дуга</b> и опция дуговых сегментов <b>Центр</b> для указания центра дуги <b>O1</b>).</p>

## Упражнения для изучения команд выполнения сопряжений

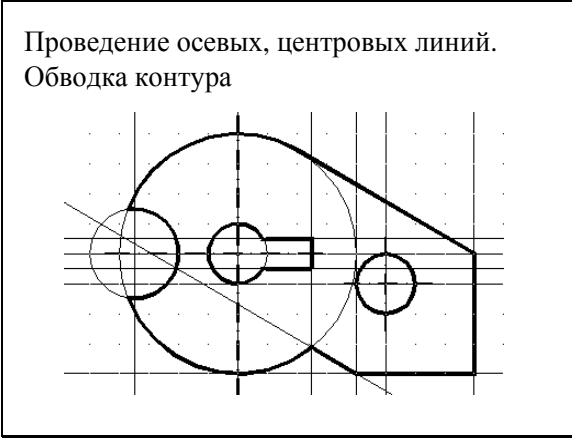
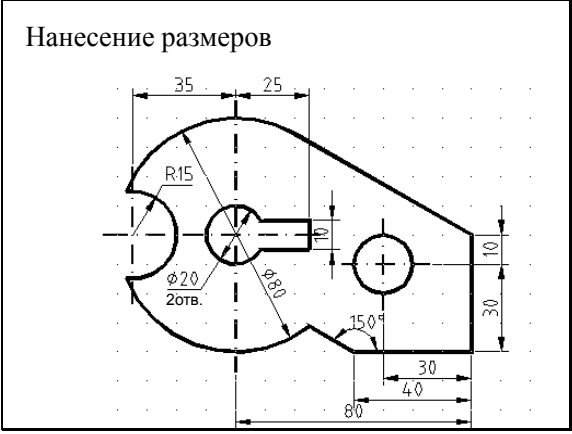
№ п.п.	Графическое изображение	Команды
1	<p style="text-align: center;">2</p> <p style="text-align: center;">Сопряжение двух отрезков с помощью команды СОПРЯЖЕНИЕ </p>  <p style="text-align: center;">Исходные объекты      R=0      R=15</p>	<p style="text-align: center;">3</p> <p>а) Команда: <b>СОПРЯЖЕНИЕ</b>          Выберите первый объект или [Отменить/полиИлиния/раДиус/Обрезка/Несколько]: в контекстном меню выбрать опцию <b>раДиус</b> или ввести <b>Д</b> с клавиатуры          Радиус сопряжения: <b>0</b> «<b>Enter</b>»          Выберите первый объект: <i>указать 1-й отрезок</i>          Выберите второй объект: <i>указать 2-й отрезок</i></p> <p>б) Выполнить сопряжение отрезков с радиусом <b>R=15 мм</b></p>
2	<p style="text-align: center;">2</p> <p style="text-align: center;">Одновременное скругление всех вершин полилинии </p>  <p style="text-align: center;">Исходный объект      Результат сопряжения</p>	<p>а) Вычертить замкнутый объект командой <b>ПОЛИЛИНИЯ</b>.</p> <p>б) Команда: <b>СОПРЯЖЕНИЕ</b>          Выберите первый объект или [Отменить/полиИлиния/раДиус/Обрезка/Несколько]: <b>Д</b> (<i>выбрать опцию раДиус</i>)          Радиус сопряжения &lt;0&gt;: <b>10</b>          Выберите первый объект или [Отменить/полиИлиния/раДиус/Обрезка/Несколько]: <b>И</b> (<i>выбрать опцию полиИлиния</i>)          Выберите 2М полилинию: <i>указать прямоугольник</i></p>
3	<p style="text-align: center;">3</p> <p style="text-align: center;">Сопряжение окружности и отрезка</p>  <p style="text-align: center;">Ближайшая      Ближайшая</p> <p style="text-align: center;">Конточка</p>	<p>а) Команды: <b>КРУГ, ОТРЕЗОК</b></p> <p>б) Выполнить сопряжение отрезка и окружности командой <b>СОПРЯЖЕНИЕ</b>.</p> <p>в) Выполнить обводку контура 1-2-3-4 командой <b>ПОЛИЛИНИЯ</b> (ширина=1мм) с использованием опций объектной привязки.</p>

1	2	3
4	<p>Сопряжение двух окружностей</p> 	<p>а) Команда <b>КРУГ</b></p> <p>б) Выполнить сопряжение двух окружностей. Команда <b>СОПРЯЖЕНИЕ</b>.</p> <p>в) Выполнить обводку контура 1-2-3-4 командой <b>ПОЛИЛИНИЯ</b> (Ширина=1мм) с использованием опций объектной привязки.</p>
5	<p>Построение сопряжений с помощью команды <b>КРУГ</b> (опция <b>ККР</b>)</p> 	<p>Построить окружность (<i>показана штриховой линией</i>), касательную к двум исходным объектам (<i>показаны сплошной линией</i>) с помощью команды <b>КРУГ</b> (опция <b>ККР</b>):</p> <p>а) касательную к отрезку и окружности;</p> <p>б) касательную к двум окружностям (внешнее касание);</p> <p>в) касательную к двум окружностям (внутреннее касание);</p>



1	2	3
		<p>г) касательную к двум окружностям (внутренне-внешнее касание);</p> <p>д) окружность радиуса <b>R</b>, касательную к двум отрезкам</p>
6	<p>Построение сопряжений с помощью команды <b>КРУГ</b> (опция <b>2 точки</b>) и объектной привязки <b>Касательная</b> </p> <p>а)  б) </p>	<p>Построить окружность минимального радиуса (рис. б), касательную к двум объектам (рис. а), с помощью команды <b>КРУГ</b> (опция <b>2 точки</b>).</p> <p>Указать точки на исходных объектах с объектной привязкой <b>Касательная</b>.</p>
7	<p>Построение сопряжений с помощью команды <b>КРУГ</b> (опция <b>3 точки касания</b>)</p> <p>а)  б) </p>	<p>Построить окружность минимального радиуса (рис. б), касательную к трем объектам (рис. а), с помощью команды <b>КРУГ</b> (опция <b>3 точки касания</b>).</p>



1	2	3
4	<p data-bbox="331 300 810 367">Проведение осевых, центровых линий. Обводка контура</p> 	<p data-bbox="922 277 1326 344">5. Установить текущий слой <b>Оси</b>.</p> <p data-bbox="922 349 1382 528">6. Вычертить осевые, центровые линии по вспомогательной сетке с помощью команды <b>ОТРЕЗОК</b> и объектной привязки <b>Ближайшая</b>.</p> <p data-bbox="922 533 1318 568">7. Установить слой <b>Контур</b>.</p> <p data-bbox="922 573 1386 752">9. Обвести контур по вспомогательной сетке командой <b>ПОЛИЛИНИЯ</b> (ширина=1мм) с использованием объектных привязок .</p>
5	<p data-bbox="331 846 584 882">Нанесение размеров</p> 	<p data-bbox="922 831 1386 898">10. Отключить вспомогательный слой.</p> <p data-bbox="922 902 1339 969">11. Установить текущий слой <b>Размеры</b>.</p> <p data-bbox="922 974 1222 1010">12. Нанести размеры.</p>

### 3 ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА «ГЕОМЕТРИЧЕСКИЕ ПОСТРОЕНИЯ»

**Задание:** выполнить чертеж плоского контура с использованием графических возможностей AutoCAD для решения задач геометрического черчения.

Студенту предоставляется возможность самостоятельно выбрать средства для выполнения точных геометрических построений в соответствии с вариантом задания (см. прил. 1). Образец работы представлен в приложении 3. Последовательность действий рассмотрена на примере выполнения чертежа одного из вариантов задания (рис. 3.1).

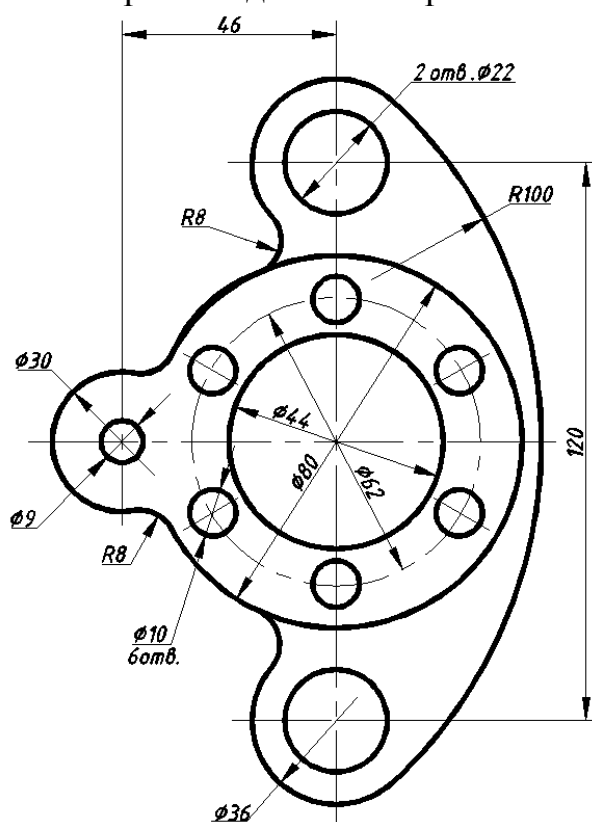


Рис. 3.1

#### 3.1 Порядок выполнения работы

1. Выполнить организацию слоев.

Меню **Формат / Слой** или панель **Слои** (рис. 3.2).

С...	Имя	В...	За...	Б...	Цвет	Тип линий	Вес линий
✓	0	☹	☼	🔒	белый	Continuous	По у...
▬	Вспомогательный	☹	☼	🔒	20	Continuous	0.15...
▬	Контур	☹	☼	🔒	154	Continuous	0.60...
▬	Оси	☹	☼	🔒	94	осевая2	0.20...
▬	Размеры	☹	☼	🔒	250	Continuous	0.20...

Рис. 3.2

2. Создать сетку из бесконечных прямых и окружностей на вспомогательном слое, используя команды **ПРЯМАЯ**, **КРУГ**, **КОПИРОВАТЬ** (рис. 3.3).

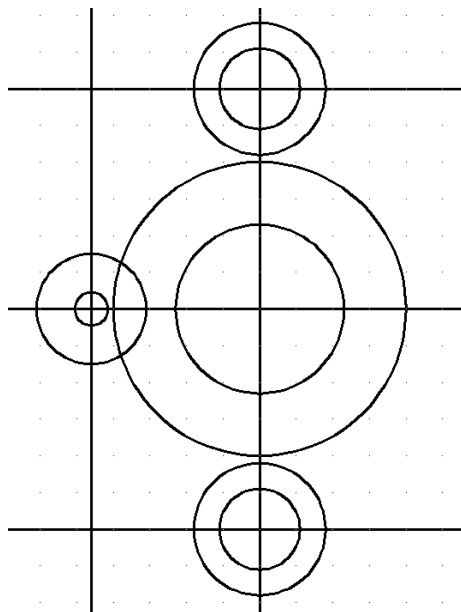


Рис. 3.3

3. Выполнить сопряжения с помощью команд **СОПРЯЖЕНИЕ** и **КРУГ**( опция **ККР**) (рис. 3.4).

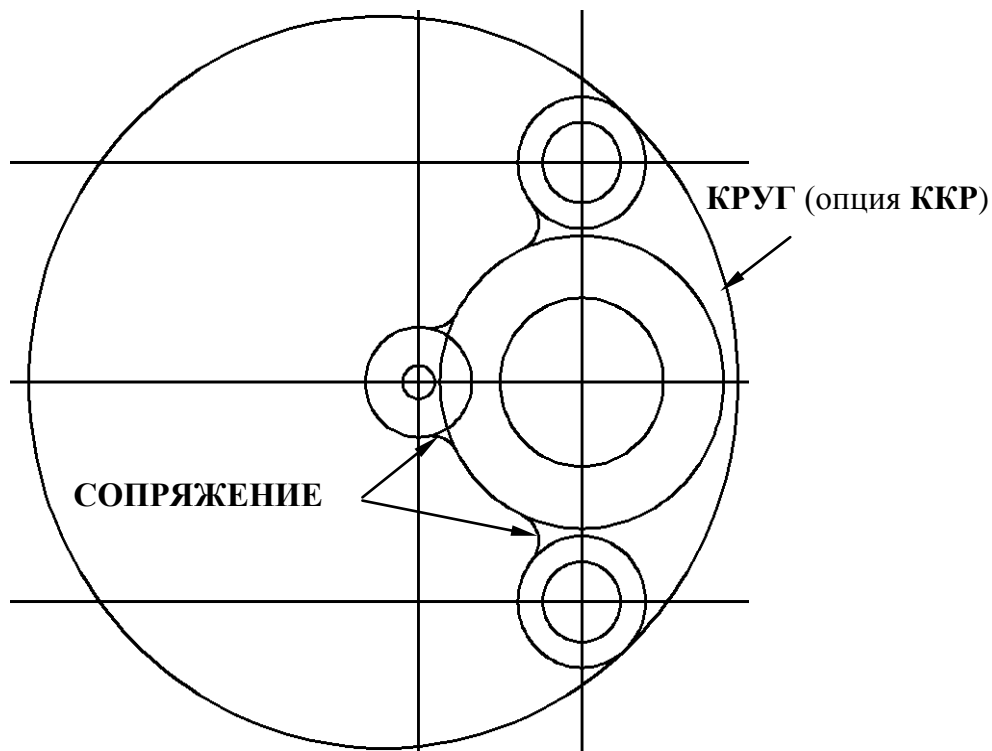


Рис. 3.4

4. Сформировать контур одним из двух способов:
- выполнить обводку на слое **Контур** полилинией шириной 1мм с использованием режимов объектной привязки;
  - или выполнить обрезку (рис. 3.5, *a*) с помощью команды **ОБРЕЗАТЬ** (опция **Все линии режущие кромки**). Линии основного контура перенести на слой **КОНТУР** с установленным весом линий 0,6 мм (рис. 3.5, *б*).

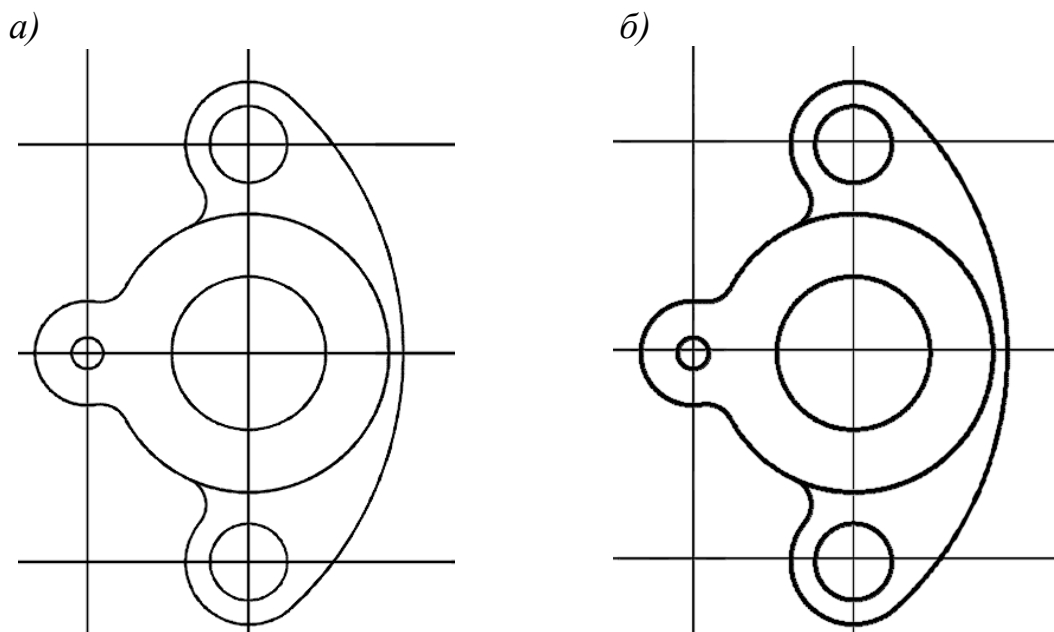


Рис. 3.5

5. Установить слой **Оси**. Вычертить осевые, центровые линии с помощью команд **ОТРЕЗОК**, **КРУГ** и опций объектной привязки **Ближайшая**, **Пересечение**. Отключить вспомогательный слой (рис. 3.6).

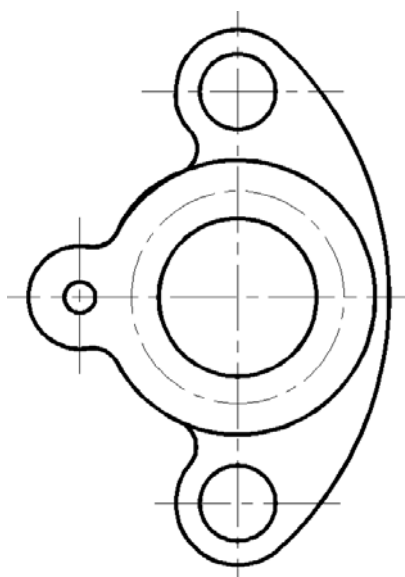


Рис. 3.6

6. Создать круговой массив окружностей диаметром 10 мм.

а) Вычертить на слое **Контур** одну окружность командой **КРУГ(1)** и вертикальный отрезок (2) для центральной линии на слое **Оси** (рис. 3.7, а).

б) Выполнить команду **МАССИВ Круговой** (панель **Редактирование**) (рис. 3.7, б):

- центр массива – *указать точку А*;
- число элементов – 6;
- угол заполнения – 360;
- выбор объектов – *указать круг (1) и вертикальный отрезок (2)*.

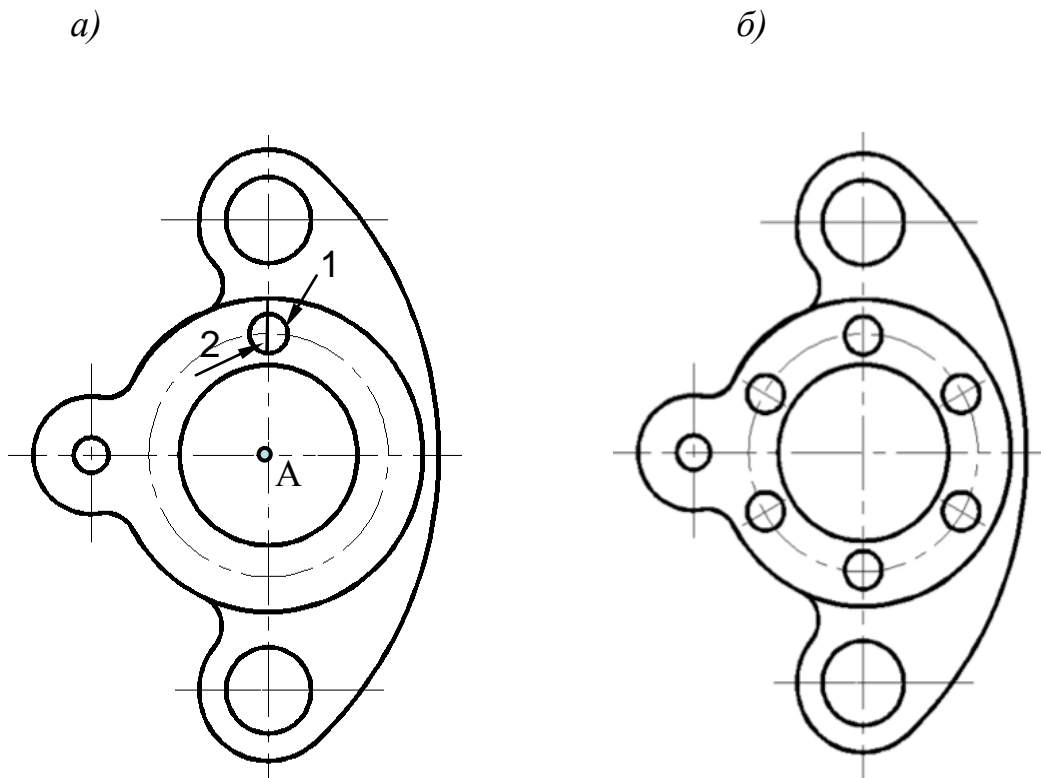


Рис. 3.7 (а, б)

7. Установить слой **Размеры**.

8. Выполнить настройки размерного стиля для радиальных размеров (пункт 1.7, рис 1.18, 1.19).

9. Нанести размеры (рис. 3.1).

10. Сохранить чертеж под именем «Плоский контур».

## 4 ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА «МОДЕЛИРОВАНИЕ ДВУМЕРНЫХ ОБЪЕКТОВ»

**Задание:** Создать и преобразовать исходную графическую модель, используя технологии моделирования двумерных графических объектов.

Лабораторная работа выполняется по индивидуальным заданиям (см. прил. 2). Вариант задания содержит три вида исходной графической модели и рекомендации к выполнению работы по конструированию новой детали (рис. 4.1).

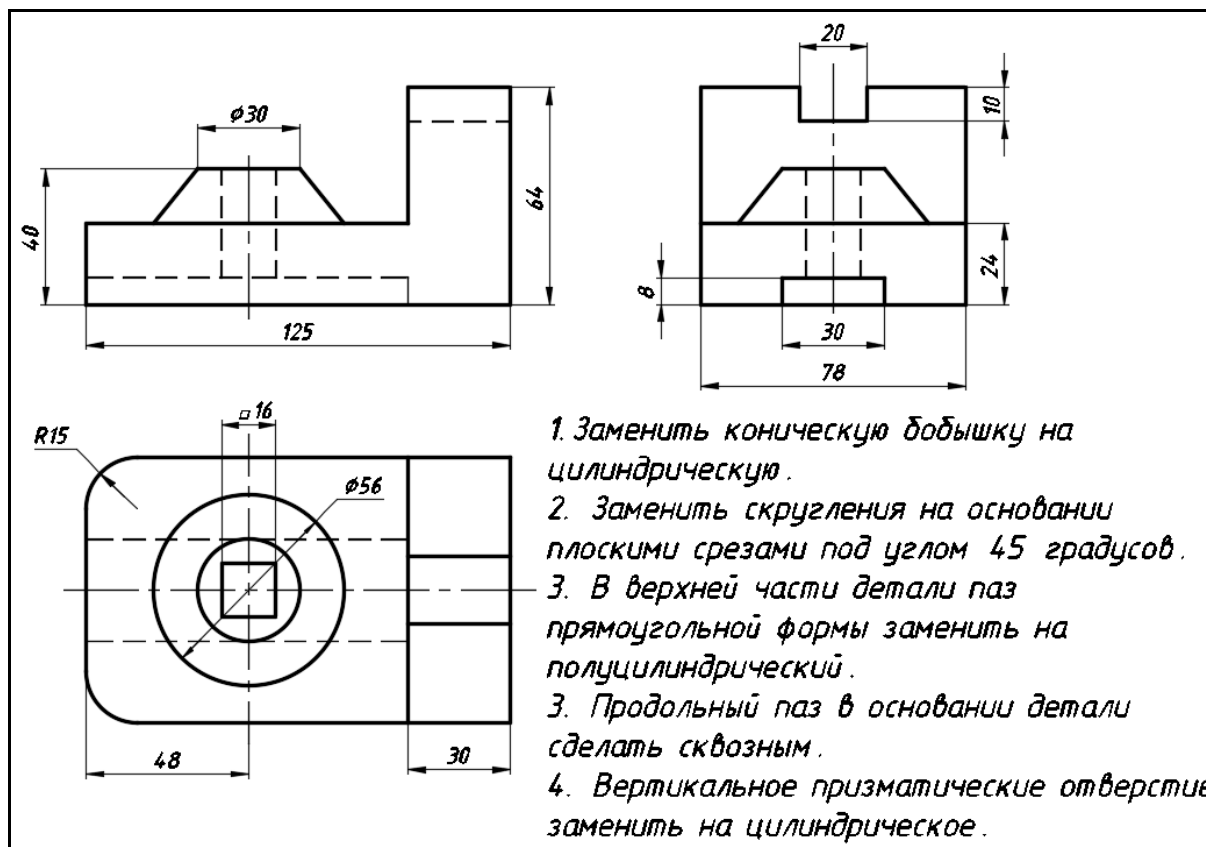


Рис 4.1

### 4.1 Порядок выполнения лабораторной работы «Моделирование двумерных объектов»

#### Содержание работы:

- создание чертежа исходной графической модели;
- преобразование формы исходной детали с использованием команд редактирования AutoCAD;
- выполнение необходимых разрезов и оформление чертежа сконструированной детали.



### 4.1.1 Создание чертежа исходной графической модели

1. Создать слои, согласно рис. 4.2. Задать цвет, тип линии, вес для каждого слоя.

С..	Имя	В...	За...	Б...	Цвет	Тип линий	Вес линий
✓	0	☹	☼	🔒	бе...	Continuous	— По у...
/	Вспомогательный	☹	☼	🔒	106	Continuous	— 0.15 ...
/	Контур	☹	☼	🔒	164	Continuous	— 0.70 ...
/	Невидимый контур	☹	☼	🔒	бе...	штриховая2	— 0.30 ...
/	Оси	☹	☼	🔒	12	осевая2	— 0.20 ...
/	Размеры	☹	☼	🔒	бе...	Continuous	— 0.20 ...

Рис. 4.2

2. На слое **Контур** вычертить часть внешнего контура вида спереди с использованием команды **ПОЛИЛИНИЯ** и режима полярного отслеживания (угол 90°) (рис. 4.3, 4.4).

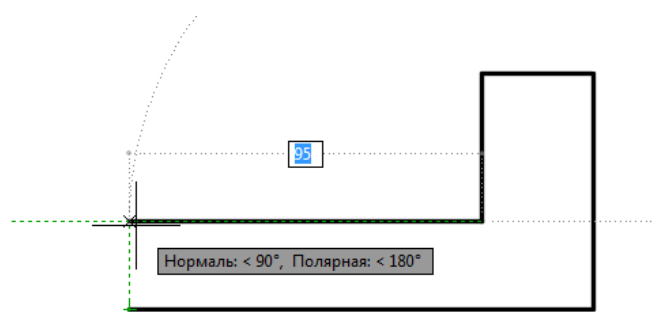


Рис. 4.3

3. Провести необходимые вспомогательные построения для формирования трех видов детали (рис. 4.4). Слой – **Вспомогательный**, команда **ПРЯМАЯ** (опции **Гор**, **Вер**, **Отступ**).

4. На слое **Контур** выполнить обводку внешнего контура вида сверху командой **ПОЛИЛИНИЯ** (объектная привязка **Пересечение**) без скруглений. Контур (прямоугольник) необходимо замкнуть (рис. 4.4).

5. Вычертить половину внешнего контура вида слева с полярным отслеживанием (или с авто-отслеживанием) на слое **Контур** командой **ПОЛИЛИНИЯ** (рис. 4.4).

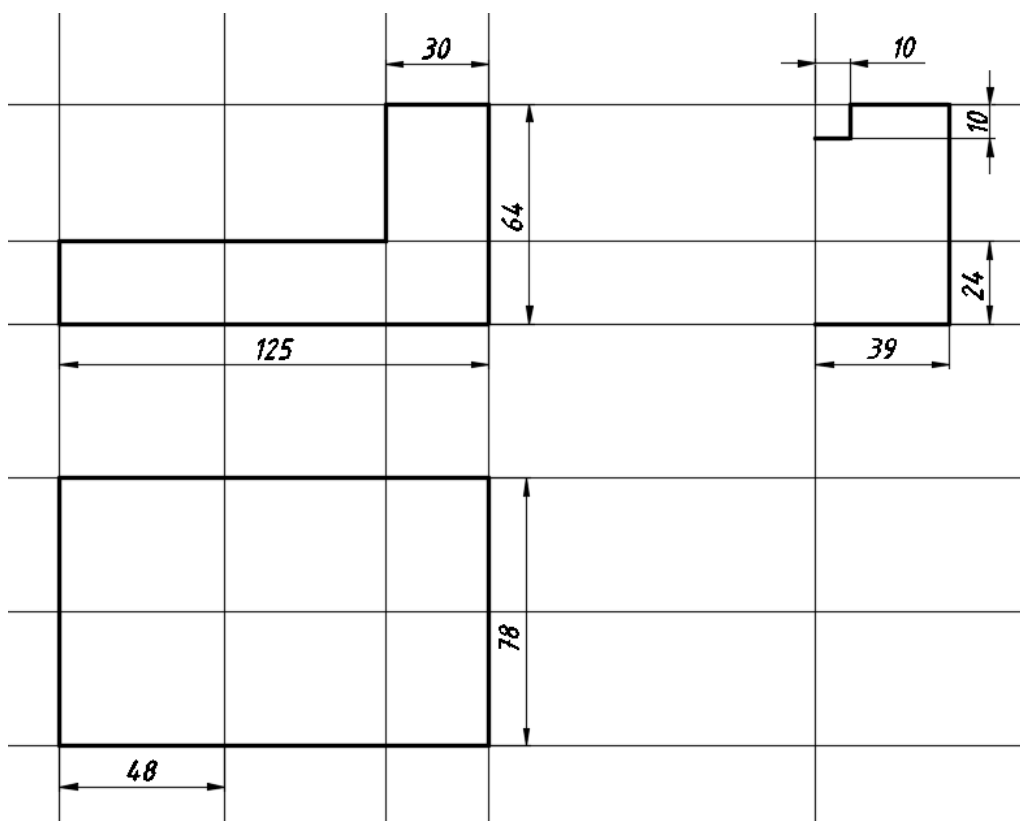


Рис. 4.4

6. На виде сверху выполнить скругление углов контура командой **Сопряжение** ( $R=15$ ), вычертить окружности верхнего и нижнего основания конической бобышки и призматическое отверстие в форме квадрата (команда **МНОГОУГОЛЬНИК**, опция **Описанный вокруг окружности  $R=8$** ) (рис. 4.5).

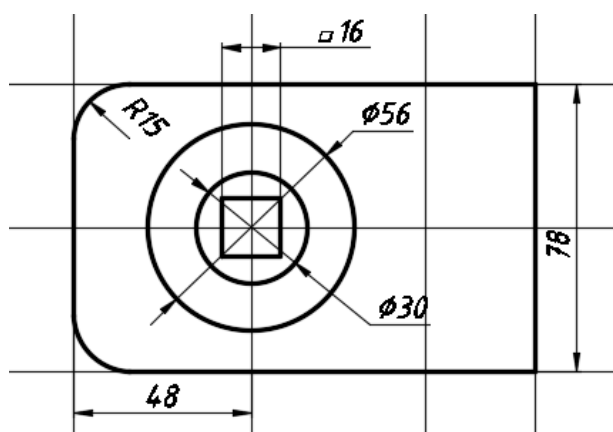


Рис. 4.5

7. На вспомогательном слое провести бесконечные прямые (опция **Вер**) через указанные точки на виде сверху и одну горизонтальную прямую с отступом 40 мм на виде спереди (рис. 4.6).

8. Выполнить обводку контура конической бобышки на виде спереди (рис. 4.6).

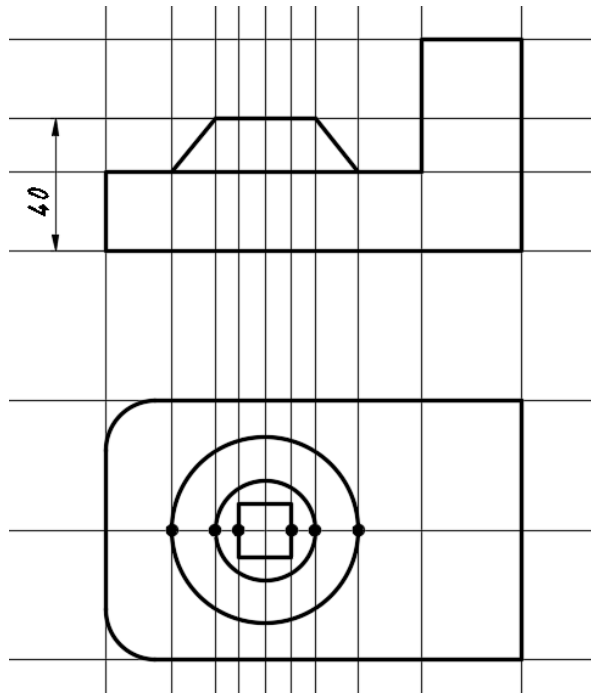


Рис. 4.6

9. Выполнить необходимые вспомогательные построения для внутренних контуров детали и затем вычертить их на слое **Невидимый** командой **ОТРЕЗОК** на виде спереди и на виде сверху, (рис. 4.7).

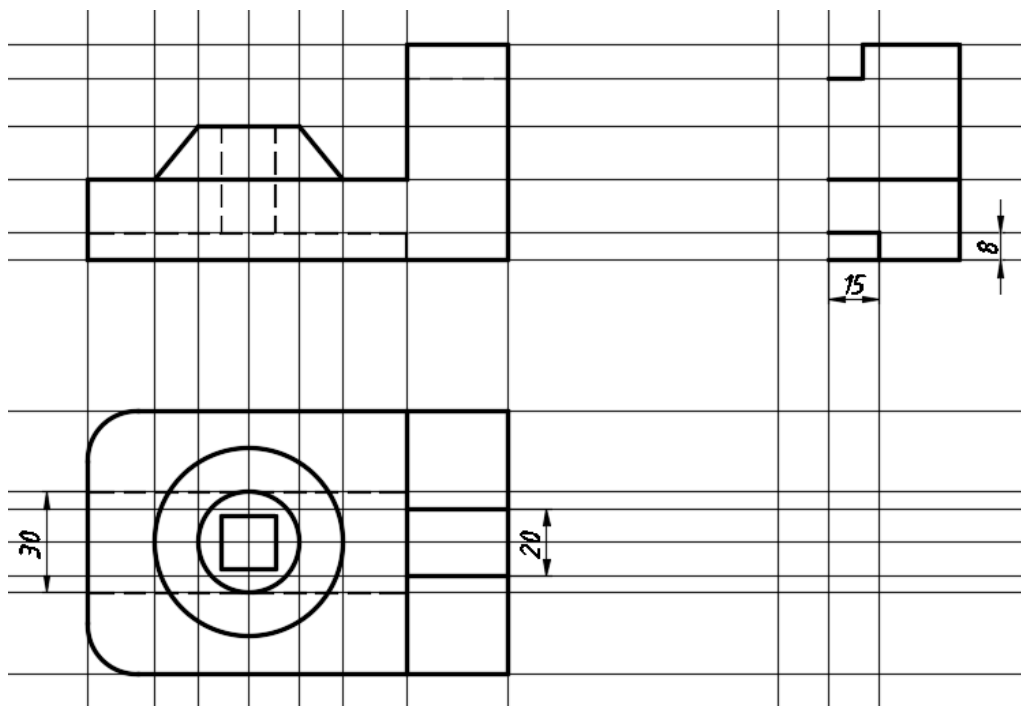


Рис. 4.7

10. Вычертить командой **ПОЛИЛИНИЯ** видимые контуры пазов на виде сверху и на виде слева на слое **Контур** (рис. 4.7).

11. Выполнить команду **ЗЕРКАЛО** (панель **Редактирование**) для формирования полного вида слева. После выбора объектов для зеркального отражения указать две точки (1) и (2) на оси отражения (рис. 4.8).

12. Коническую бобышку и контур внутреннего цилиндрического отверстия для вида слева скопировать с главного вида командой **КОПИРОВАТЬ** (точка *A* – базовая точка) (рис. 4.8).

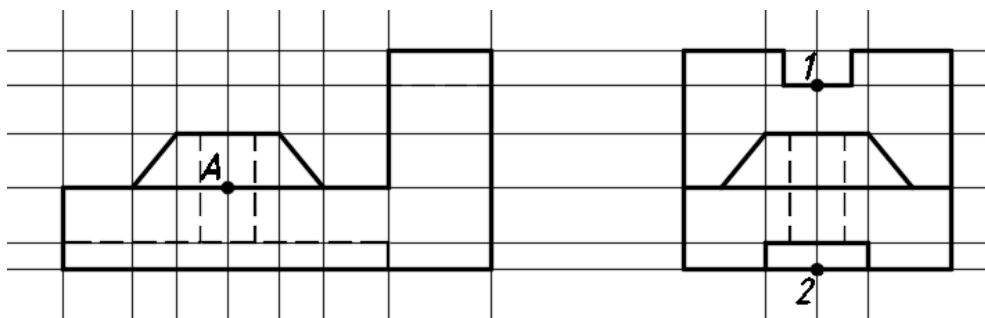


Рис. 4.8

13. Провести осевые линии командой **ОТРЕЗОК** на слое **Оси**.

14. Выключить вспомогательный слой (рис. 4.9).

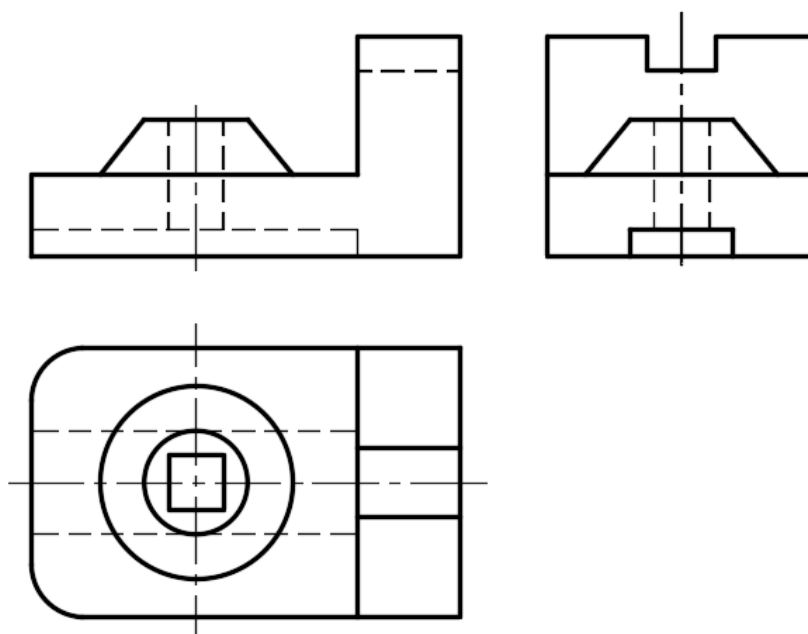


Рис. 4.9

15. Создать копию чертежа исходной детали (рис. 4.9) командой **КОПИРОВАТЬ** и разместить ее рядом справа.

16. На первом чертеже проставить размеры (рис. 4.1).

17. Второй чертеж необходимо использовать для дальнейшего преобразования формы исходной графической модели в соответствии с рекомендациями варианта задания по конструированию новой детали (пункт 4.1.2).

#### 4.1.2 Преобразование формы исходной модели с использованием команд редактирования AutoCAD

1. Выполнить анализ геометрической формы исходной детали (рис. 4.9):

- основание призматической формы со скругленными ребрами слева и продольным пазом прямоугольной формы;
- на основании – коническая бобышка со сквозным призматическим отверстием;
- справа на основании – призма с пазом прямоугольной формы вверху.

2. В соответствии с рекомендациями варианта задания заменить коническую бобышку на цилиндрическую.

а) С помощью команды **РАСТЯНУТЬ** выполнить трансформацию фрагмента объекта и изменить положение вершины **A** полилинии **L** на главном виде детали.

Команда: **РАСТЯНУТЬ**

Выбери растягиваемые объекты секущей рамкой или многоугольником...

Указать точки (1) и (2) Секущей рамки справа налево (рис.4.10, а)

Выбери объекты: «**Enter**» для завершения выбора

Базовая точка: указать точку **A**

Вторая точка: указать новое положение точки **A** (рис. 4.10, б)

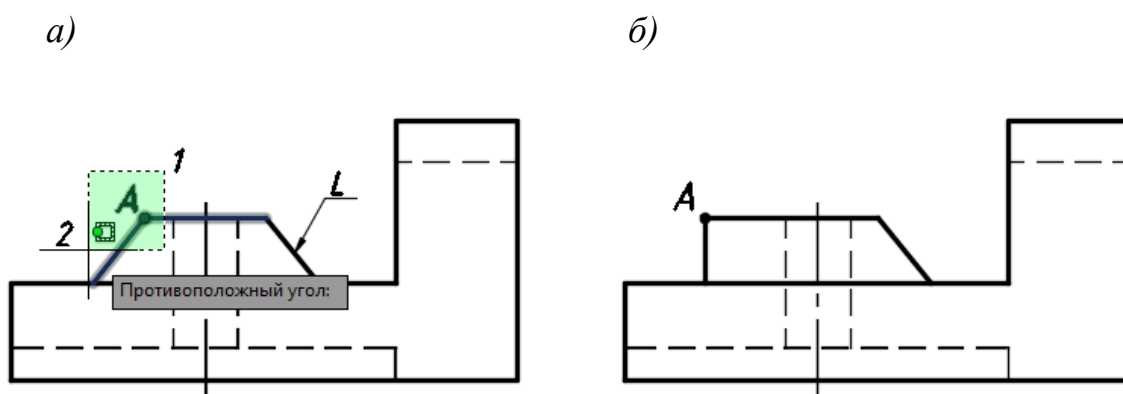


Рис. 4.10

б) Повторить команду **РАСТЯНУТЬ** для растягивания полилинии **L** в другую сторону (рис. 4.11).

в) Аналогичную трансформацию формы бобышки выполнить на виде слева.

г) С помощью команды **СТЕРЕТЬ** удалить окружность верхнего основания бывшей конической бобышки на виде сверху (рис. 4.11).

3. Заменить скругления на основании детали плоскими срезами под углом 45°.

а) Снять фаску с закругленных вершин полилинии на виде сверху детали с помощью команды **ФАСКА** (рис. 4.11).

Команда: **ФАСКА**

(Режим С ОБРЕЗКОЙ) Параметры фаски: Длина1 = 0, Длина2 = 0

Выберите первый отрезок или

[Отменить/Полилиния/Длина/Угол/Обрезка/Метод/Несколько]: **Д**  
(выбрать опцию Длина для установки размеров фаски)

Первая длина фаски: **15**

Вторая длина фаски: **15**

Выберите первый отрезок или

[Отменить/Полилиния/Длина/Угол/Обрезка/Метод/Несколько]:

*выбрать одну из сторон сопрягаемого угла*

Выбери второй отрезок:

*выбрать другую сторону сопрягаемого угла*

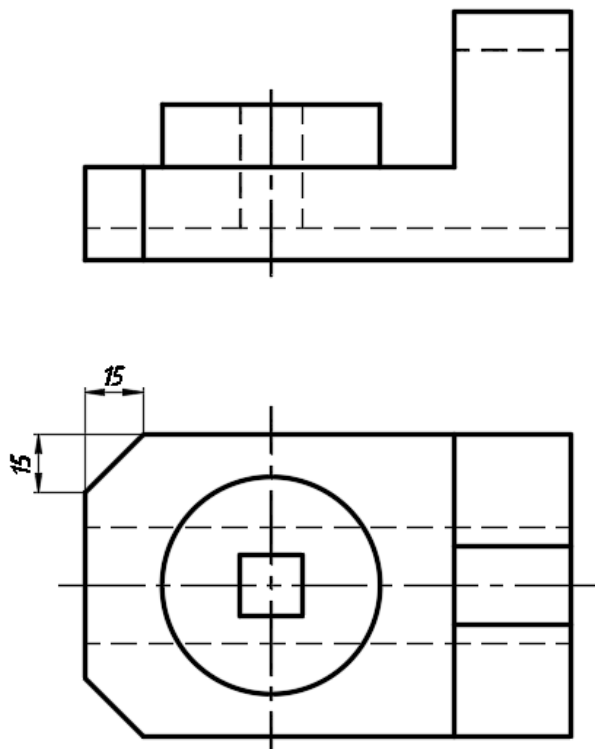


Рис. 4.11

б) С помощью команды **ПОЛИЛИНИЯ** вычертить вертикальные линии для ребер фаски на главном виде (рис. 4.11) и на виде слева (рис. 4.12).

Для точных построений можно использовать средства автоотслеживания объектов или вспомогательные линии (команда **ПРЯМАЯ**, опция **Отступ**, смещение 15).

4. В верхней части детали паз прямоугольной формы заменить на полуцилиндрический.

а) Удалить участки полилиний **п** между точками (1) и (2) на виде слева с помощью команды **РАЗОРВАТЬ** (рис. 4.12, а).

Команда: **РАЗОРВАТЬ** (для левой половины вида)

Выбери объект: *указать полилинию п*

Вторая точка разрыва (или Первая точка): *выбрать опцию Первая точка в контекстном меню*

Первая точка разрыва: *указать точку (1) с объектной привязкой*

Вторая точка разрыва: *указать точку (2)*

Повторить команду **РАЗОРВАТЬ** для правой половины вида.

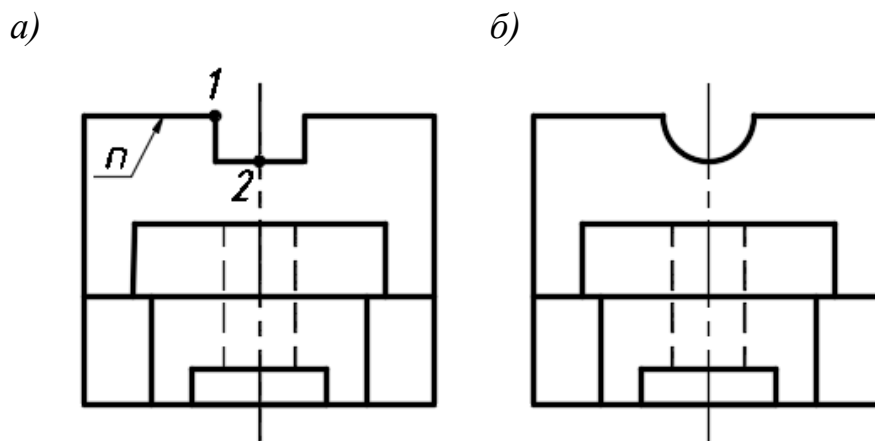


Рис. 4.12

б) Вычертить дугу радиусом 10 мм против часовой стрелки с помощью команды **ПОЛИЛИНИЯ** (начальная точка дуги – точка (1), опция дуговых сегментов – **Радиус**) (рис 4.12, б).

5. Продольный паз в основании детали сделать сквозным.

а) На главном виде удалить вертикальную часть линии невидимого контура продольного паза командой **СТЕРЕТЬ** (рис. 4.13, а).

б) Удлинить объект (горизонтальную штриховую линию **с**) до граничной кромки **а** с помощью команды **УДЛИНИТЬ** на главном виде (рис. 4.13, б).

Команда: **УДЛИНИТЬ**

Выберите граничные кромки. . .

Выберите объекты: *указать линию а*

Выберите объекты: *«Enter» для завершения выбора границ*

Выберите удлиняемый объект: *указать линию с*

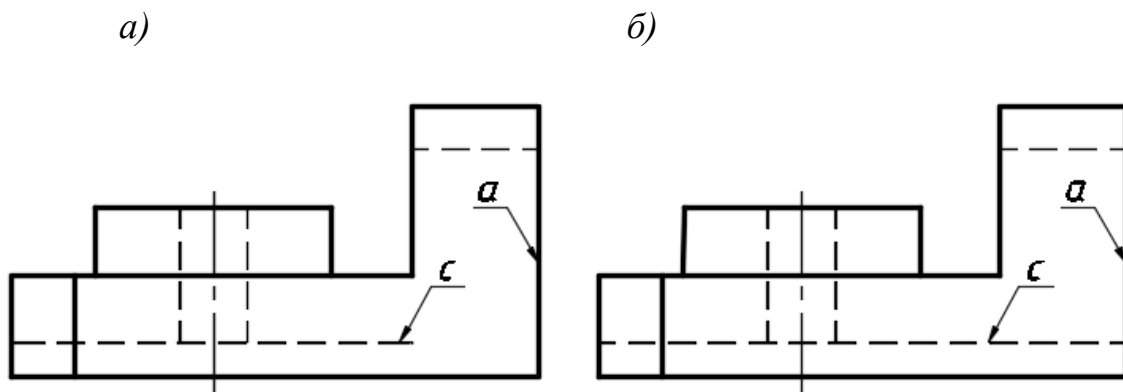


Рис. 4.13

в) Повторить команду **УДЛИНИТЬ** для удлинения линий невидимого контура продольного паза на виде сверху (рис. 4.15).

г) С помощью команды **ОБРЕЗАТЬ** удалить части полилиний **L** между режущими кромками **d** на виде слева (рис. 4.14, а,б).

Команда: **ОБРЕЗАТЬ**

Выберите режущие кромки ...

Выберите объекты: *указать полилинии **d** слева и справа*

Выберите объекты: **«Enter»** для завершения выбора

Выберите обрезаемый объект: *указать полилинии **L** слева и справа*

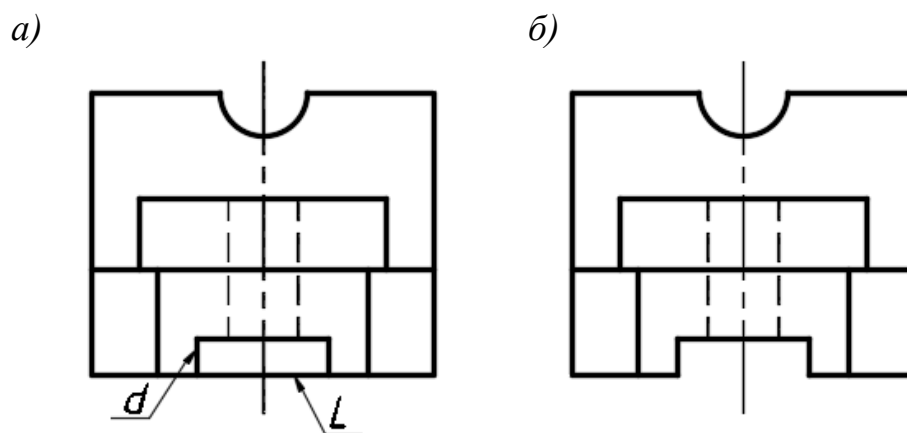


Рис. 4.14

6. Сквозное призматическое отверстие заменить на цилиндрическое.

а) Удалить квадрат на виде сверху командой **СТЕРЕТЬ**.

б) Вычертить окружность на виде сверху с помощью команды **КРУГ** (R=8).



На рис. 4.15 показан преобразованный чертеж – три вида сконструированной детали.

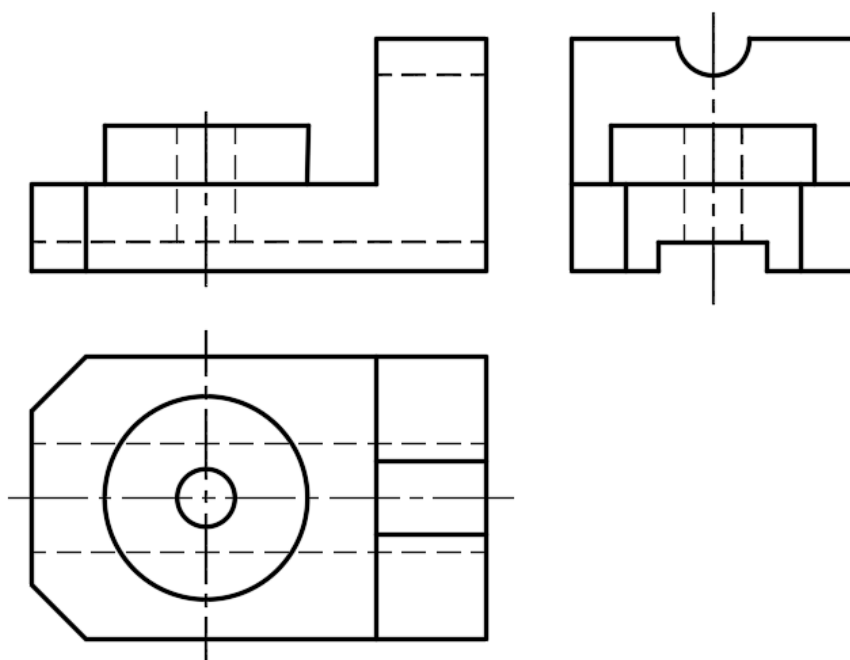


Рис. 4.15

#### 4.1.3 Выполнение необходимых разрезов и оформление чертежа сконструированной детали

1. Выполнить фронтальный и профильный разрезы.

а) Подготовить вид спереди для выполнения фронтального разреза. Для этого с помощью команды **СТЕРЕТЬ** и **РАЗОРВАТЬ** удалить лишние внешние линии (рис. 4.16, а).

б) Изменить слой **Невидимый** для линий невидимого контура на слой **Контур** (рис. 4.16, б).

в) Выполнить штриховку необходимой области (меню **Рисование/Штриховка** или панель **Рисование**) на слое **Размеры** (рис. 4.16, в).

На вкладке «Создание штриховки» ленты:

- в группе «Свойства» в окне «Тип штриховки» выбрать «Образец»;
- в группе «Образец» выбрать нужный образец **ANSI31**;
- в группе «Контур» выбрать «Указать точки» (для замкнутого объекта);
- указать внутреннюю точку контура штриховки (например, внутри контура 1-2-3-4-5-6) и нажать «**Enter**».

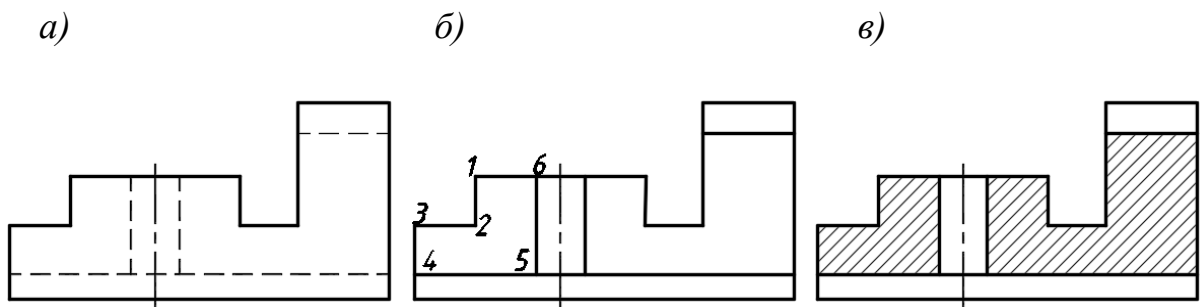


Рис 4.16

г) Выполнить профильный разрез А-А, совместив половину вида слева с половиной профильного разреза (рис. 4.17).

2. Нанести размеры.

3. Обозначить профильный разрез А-А. Команды – **ПОЛИЛИНИЯ**, **МУЛЬТИВЫНОСКА** (меню или панель **Размеры**), **ТЕКСТ** **однострочный** (меню или панель **Рисование**).

3. Сохранить чертеж под именем «Виды, разрезы».

На рисунке 4.17 представлен чертеж новой сконструированной детали.

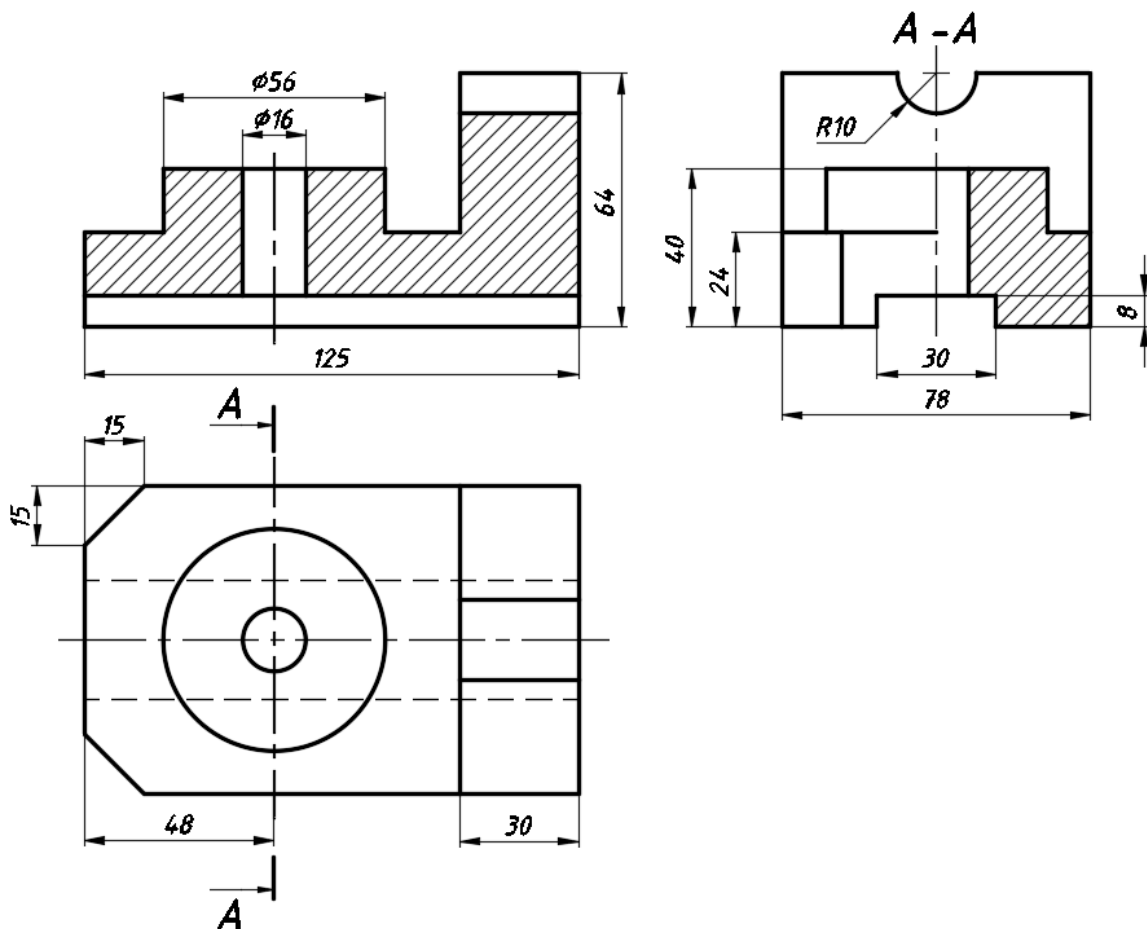


Рис. 4.17

## 5 ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА «МОДЕЛИРОВАНИЕ ТРЕХМЕРНЫХ ОБЪЕКТОВ»

**Задание:** Создать и преобразовать исходную графическую 3D-модель, используя технологии моделирования трехмерных графических объектов.

Лабораторная работа выполняется по индивидуальным заданиям (см. прил. 2). Вариант задания содержит три вида исходной графической модели и рекомендации к выполнению работы по конструированию новой детали (рис. 5.1).

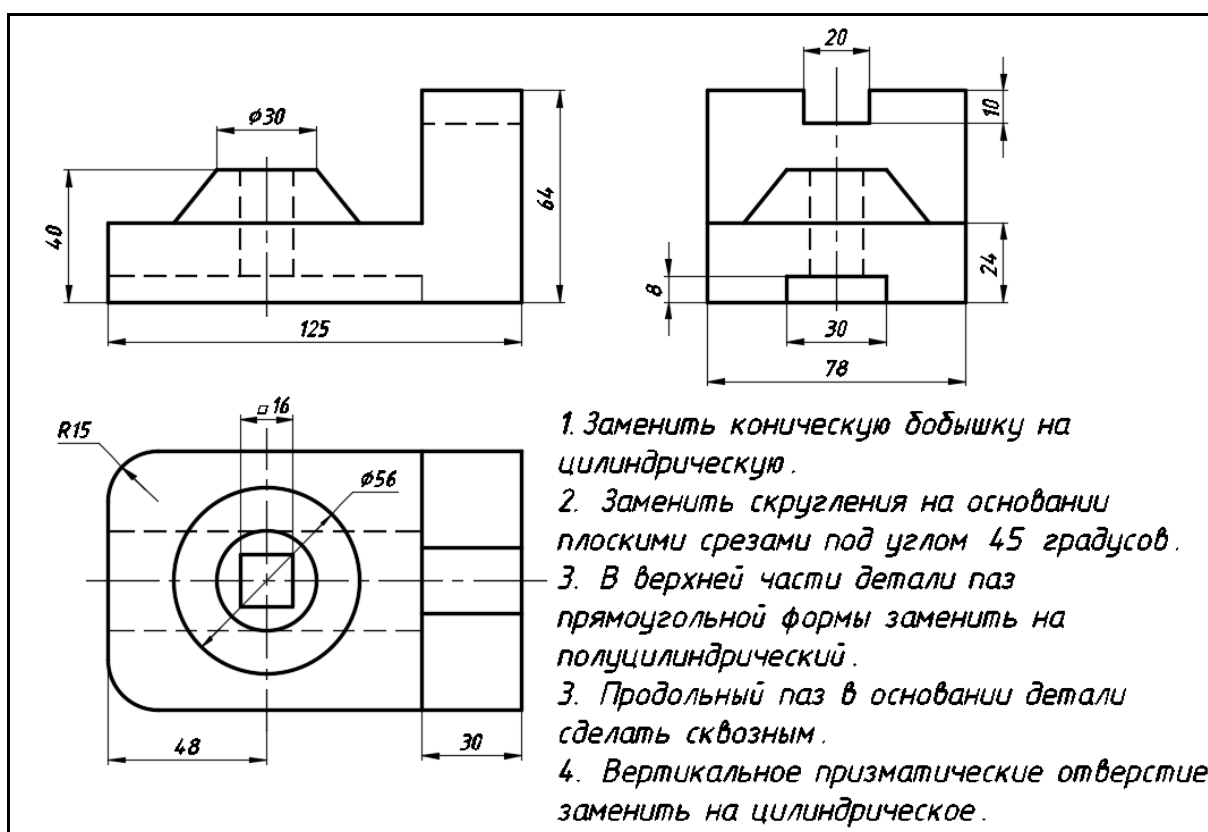


Рис. 5.1

### 5.1 Порядок выполнения лабораторной работы «Моделирование трехмерных объектов»

#### Содержание работы:

- создание исходной графической 3D-модели;
- преобразование формы исходной 3D-модели с использованием команд 3D редактирования AutoCAD;
- выполнение выреза примерно 1/4 части детали для наглядного представления внутренней формы 3D-модели новой сконструированной детали.

### 5.1.1 Создание исходной графической 3D-модели

1. Настроить параметры рабочей среды пространства 3D-моделирования.

а) Лента → Вкладка Главная → панель Вид → окно **3D навигация** → ЮЗ ИЗОМЕТРИЯ

б) В строке состояния включить режимы «Орто», «Объектная привязка», «Отслеживание объектной привязки», «Динамическая ПСК».

в) Лента → Вкладка Главная → панель Вид → **Визуальные стили** → 3D КАРКАС

2. Построить основание детали с использованием команды **ЯЩИК** (рис. 5.2).

Лента → Вкладка Главная → панель **Моделирование** → **ЯЩИК**

Первый угол или [Центр]: *произвольно указать на экране точку - первый угол призмы*

Другой угол или [Куб/ Длина]: *выбрать опцию Длина*

Длина: *здать курсором направление и в командной строке ввести значение длины **125**, нажать «Enter»*

Ширина: *ввести значение **78** и нажать «Enter»*

Высота или [2Точки]: *ввести значение **24** и нажать «Enter»*

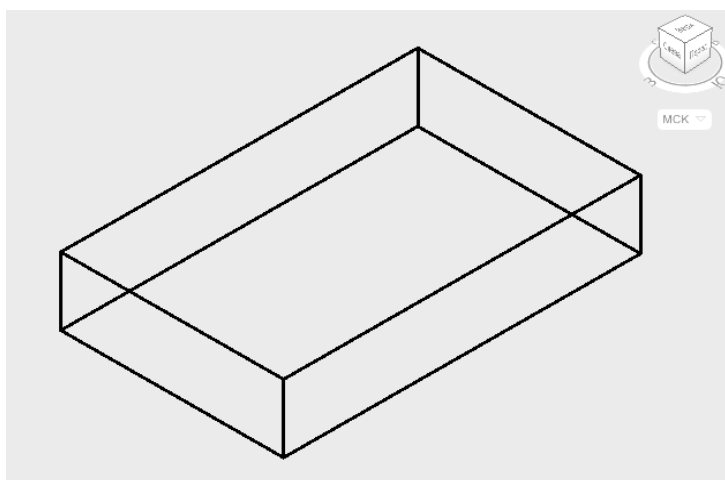


Рис. 5.2

3. Выполнить скругления вертикальных ребер на основании детали с использованием команды **СОПРЯЖЕНИЕ** (панель **Редактирование**) (рис. 5.3).

Команда: **СОПРЯЖЕНИЕ**

Выберите первый объект: *выбрать первое вертикальное ребро*

Радиус сопряжения: *ввести значение **15** и нажать «Enter»*

Выберите ребро или [Цепь/Радиус]: *выбрать опцию Цепь*

Выберите цепь ребер или [РЕбро/РАдиус]: *выбрать второе вертикальное ребро для скругления и нажать «Enter»*

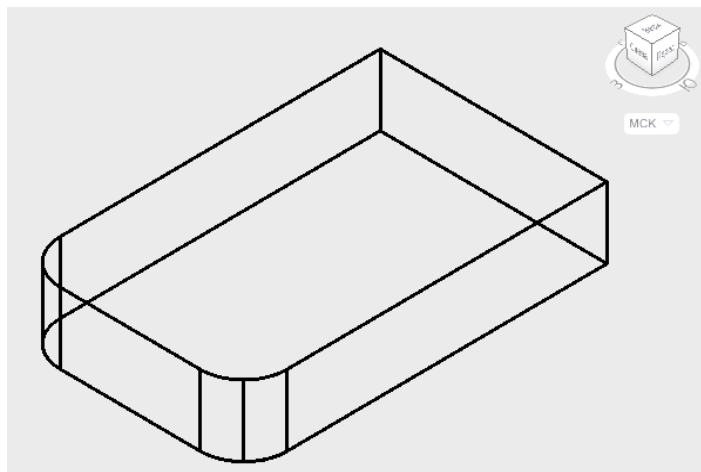


Рис. 5.3

4. Продольный паз прямоугольной формы в основании детали построить с помощью команд **ЯЩИК**, **ПЕРЕНЕСТИ**, **ВЫЧИТАНИЕ** (рис. 5.4 – 5.6).

а) Команда: **ЯЩИК**

Первый угол или [Центр]: *на свободном месте экрана произвольно указать первый угол*

Другой угол или [Куб/ Длина]: *выбрать опцию Длина*

Длина: *задать курсором направление и в командной строке ввести значение длины 95, нажать «Enter»*

Ширина: *ввести значение 30 и нажать «Enter»*

Высота или [2Точки]: *ввести значение 8 и нажать «Enter»*

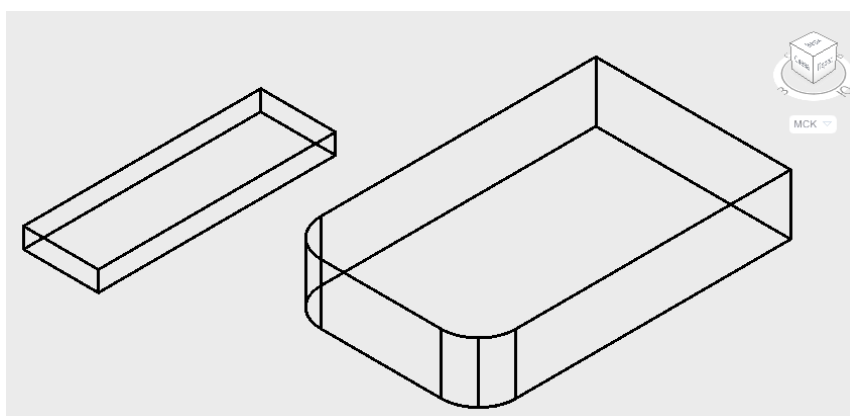


Рис. 5.4

б) Повернуть «Видовой куб» так, чтобы видно было нижнюю плоскость основания для выполнения команды **ПЕРЕНЕСТИ** (рис. 5.5).

в) Команда: **ПЕРЕНЕСТИ**

Выберите объекты: *выбрать параллелепипед и нажать «Enter»*

Базовая точка или [Перемещение]: *указать базовую точку на ребре параллелепипеда с использованием объектной привязки **Середина***

Вторая точка: *указать вторую точку перемещения на основании детали с использованием объектной привязки **Середина***

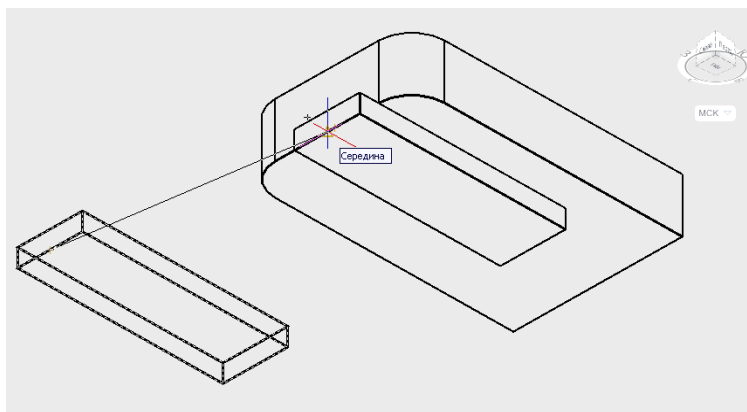


Рис. 5.5

г) Лента → вкладка Главная → панель **Редактирование тела** → **ВЫЧИТАНИЕ**

Выберите объекты: *выбрать основание детали и нажать «Enter»*

Выберите объекты: *выбрать паз (область для вычитания) и нажать «Enter»*

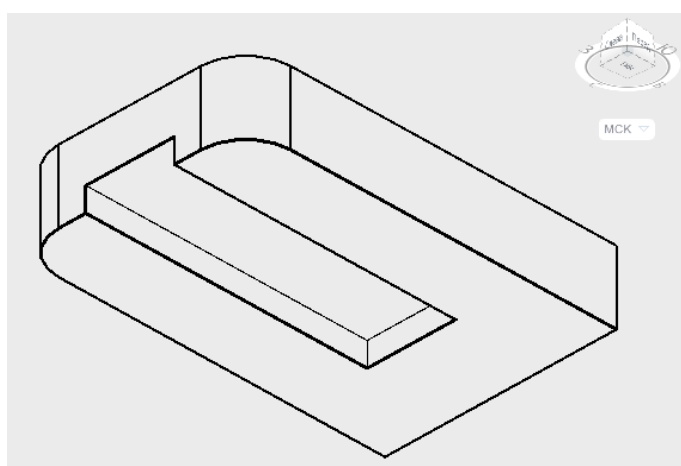


Рис. 5.6

5. На основании детали построить коническую бобышку с использованием команды **КОНУС**.

а) Для наглядности и точности построений выбрать визуальный стиль **3D-СКРЫТЫЙ**.

б) Лента → вкладка Главная → панель Моделирование → **КОНУС**  
Центр основания или [3Т/2Т/ККР/Эллиптический]: с помощью объектной привязки **Середина** и режима **Отслеживание объектной привязки** найти центр нижнего основания конуса, отследив **48мм** от середины левого горизонтального ребра верхнего основания призмы (рис. 5.7).

Радиус основания или [Диаметр]: ввести значение **28** и нажать «**Enter**»

Высота или [Радиус верхнего основания]: выбрать опцию **Радиус верхнего основания**

Радиус верхнего основания: ввести значение **15** и нажать «**Enter**»

Высота или [2Т/Конечная точка оси]: ввести значение **16** и нажать «**Enter**» (рис 5.7, б).

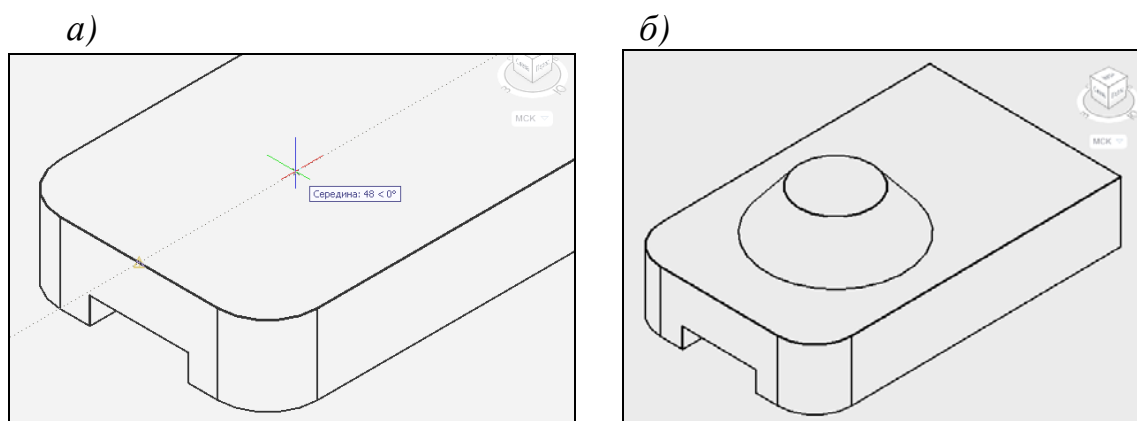


Рис. 5.7

6. Построить вертикальное сквозное призматическое отверстие, используя команды **МНОГОУГОЛЬНИК**, **ВЫДАВЛИВАНИЕ**, **ВЫЧИТАНИЕ** (рис 5.8, а).

а) Команда: **МНОГОУГОЛЬНИК**

Число сторон <4>: ввести значение **4** и нажать «**Enter**»

Укажите центр многоугольника или [Сторона]: с помощью объектной привязки **Центр** указать центр верхнего основания усеченного конуса

Задайте параметр размещения [Вписанный в окружность/Описанный вокруг окружности]: выбрать опцию **Описанный вокруг окружности**

Радиус окружности: ввести значение **8** и нажать «**Enter**»

б) Лента → вкладка Главная → панель **Моделирование** → **ВЫДАВИТЬ**

Выберите объекты для выдавливания: *выбрать четырехугольник, выделяя его курсором, и нажать «Enter»*

Высота выдавливания: *здать курсором направление выдавливания, ввести в командной строке значение -32 и нажать «Enter»*

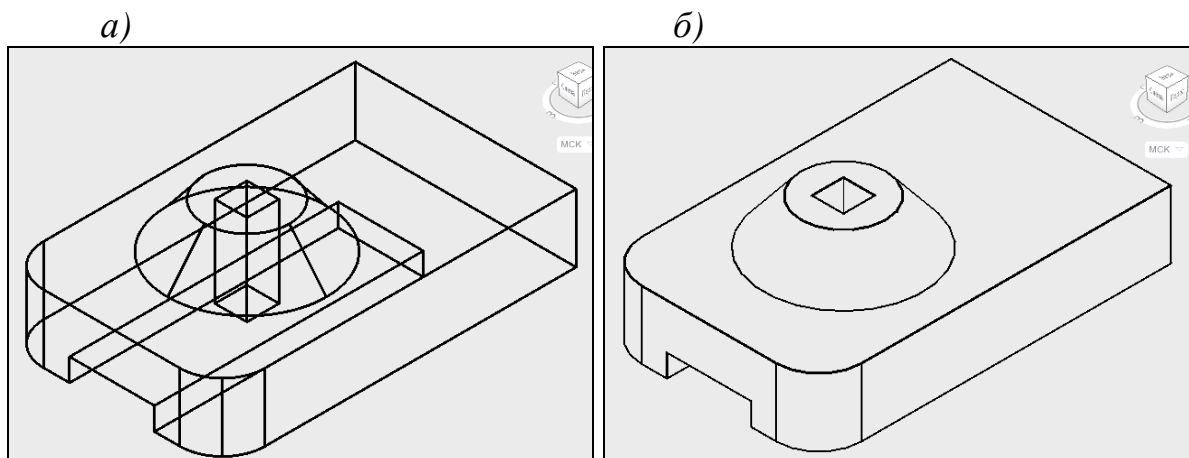


Рис. 5.8

в) Команда: **ВЫЧИТАНИЕ**

Выберите объекты: *выбрать основание детали и усеченный конус, нажать «Enter»*

Выберите объекты: *выбрать призму (область для вычитания) и нажать «Enter»* (рис. 5.8, б).

7. На основании детали построить призму с пазом прямоугольной формы вверху с помощью команд **ЯЩИК**, **ВЫЧИТАНИЕ**.

а) С помощью команды **ЯЩИК** выполнить построение двух призм с габаритными размерами (30x78x40) мм и (30x20x10) мм (рис.5.9, а).

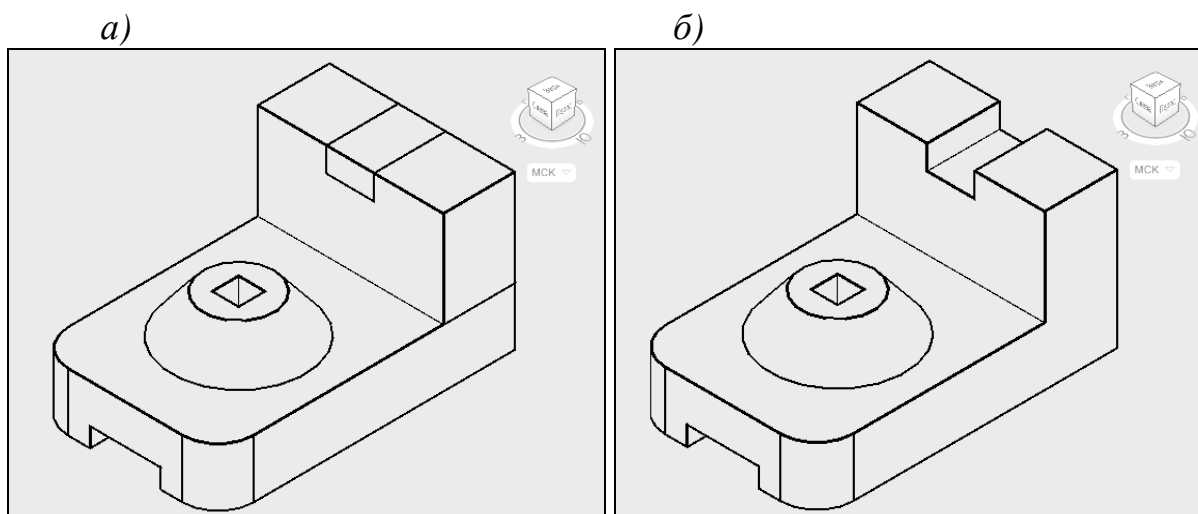


Рис.5.9



б) Выполнить вычитание тел для получения прямоугольного паза (команда **ВЫЧИТАНИЕ**) (рис.5.9, б).

8. Объединить части детали в единую модель (рис. 5.9, б).

Команда: **ОБЪЕДИНЕНИЕ**

Выберите объекты: *выбрать основание детали, усеченного конуса и боковую часть детали, выделяя их курсором, и нажать «Enter»*

9. Создать копию модели для дальнейшего преобразования формы командами редактирования в соответствии с рекомендациями по конструированию новой детали (рис. 5.1).

### 5.1.2 Преобразование формы исходной 3D-модели

1. Заменить коническую бобышку на цилиндрическую (рис. 5.10).

Лента → вкладка Главная → панель Редактирование тела → **СВЕСТИ ГРАНИ НА КОНУС**

Выберите грани или [Отменить/Исключить]: *выбрать конус и нажать «Enter»*

Базовая точка: *указать центр нижнего основания конуса с объектной привязкой Центр*

Укажите другую точку на оси конуса: *указать центр верхнего основания конуса*

Угол сужения: *ввести значение -39 и нажать «Enter»*

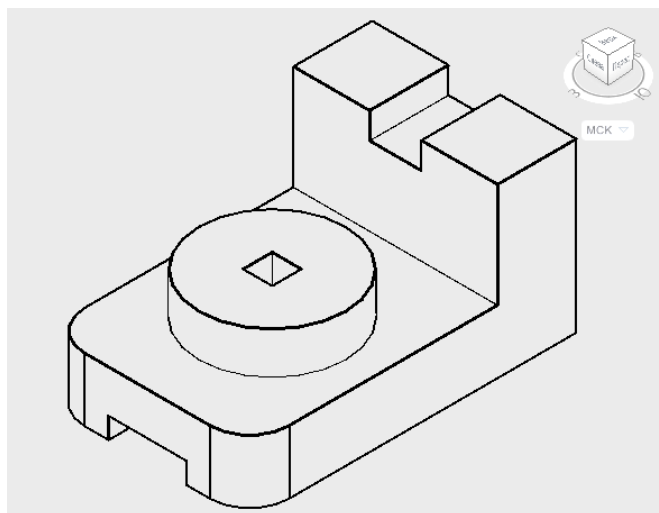


Рис. 5.10

2. Заменить скругления на основании детали плоскими срезами под углом 45 градусов с помощью команд **УДАЛИТЬ ГРАНИ** (рис 5.11, а), **ФАСКА** (рис 5.11, б).

а) Команда: **УДАЛИТЬ ГРАНИ**

Выберите грани или [Отменить/Исключить]: *выбрать цилиндрические поверхности скругленных ребер основания и нажать «Enter»*

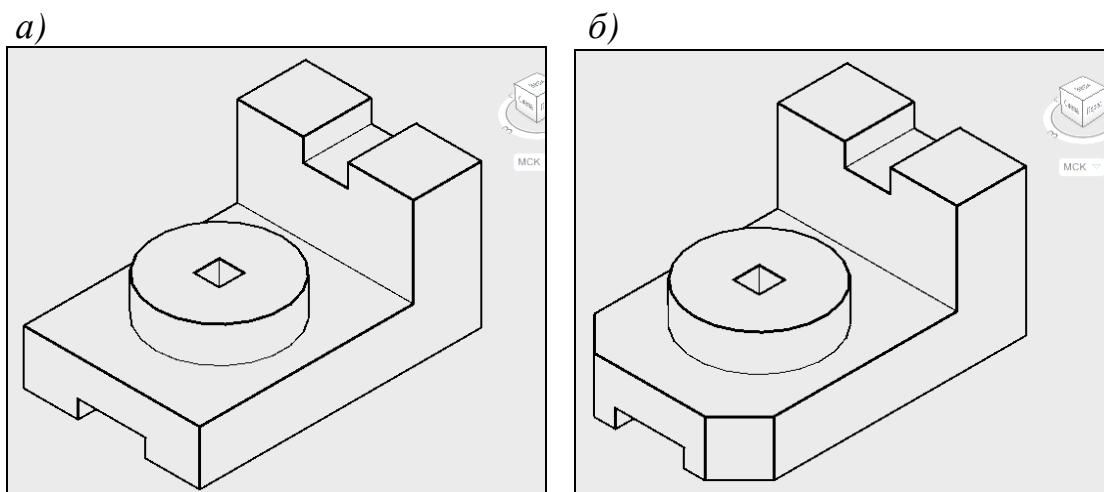


Рис. 5.11

б) Команда: **ФАСКА**

Выберите первый объект: *выбрать вертикальное ребро призмы*

Задайте опцию выбора поверхности [Следующая/ОК]: «Enter»

Длина фаски для базовой поверхности: *ввести значение 15 и нажать «Enter»*

Длина фаски для другой поверхности: *ввести значение 15 и нажать «Enter»*

Выберите ребро или [Контур]: *выбрать вертикальное ребро призмы и нажать «Enter»* (рис. 5.11, б).

в) Аналогично построить вторую фаску на основании детали.

3. В верхней части детали паз прямоугольной формы заменить на полуцилиндрической (команды **УДАЛИТЬ ГРАНИ**, **ЦИЛИНДР**, **ВЫЧИТАНИЕ**).

а) Команда: **УДАЛИТЬ ГРАНИ**

Выберите грани или [Отменить/Исключить]: *выбрать три плоскости паза и нажать «Enter»*

б) Выполнить выравнивание ПСК по грани.

Лента → вкладка Главная → панель **Координаты** → **ГРАНЬ**  
(указать вертикальную грань боковой призмы)

в) Панель Моделирование → **ЦИЛИНДР**

Центр основания или [3Т/2Т/ККР/Эллиптический]: *указать центр основания цилиндра с помощью объектной привязки **Середина***

Радиус основания или [Диаметр]: *вести значение **10** и нажать «Enter»*

Высота или [2Т/Конечная точка оси]: *задать курсором направление по высоте цилиндра и ввести в командной строке значение **30**, нажать «Enter»* (рис. 5.12, а).

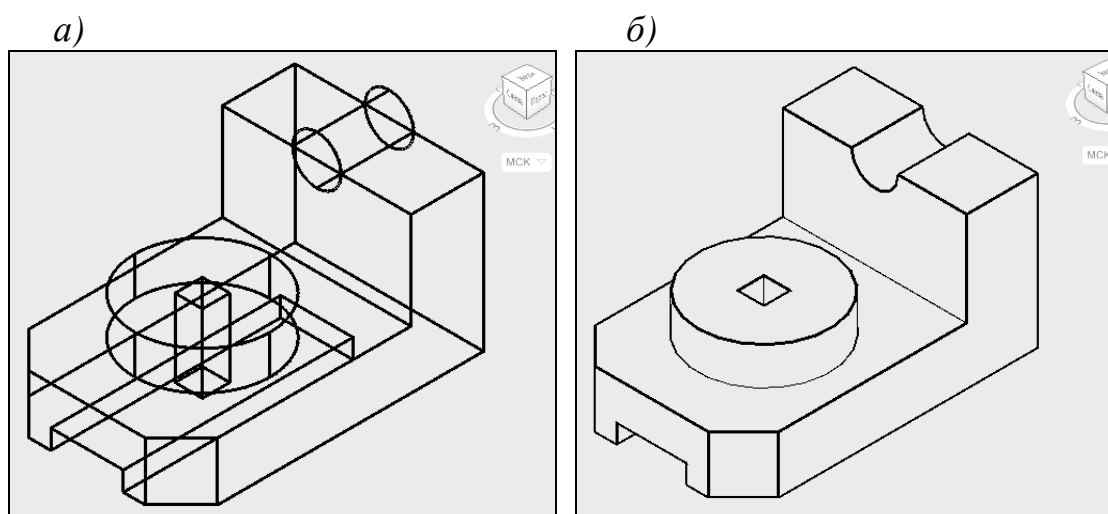


Рис. 5.12

г) Выполнить команду **ВЫЧИТАНИЕ** (рис 5.12, б).

4. Продольный паз в основании детали сделать сквозным с помощью команды **ПЕРЕНЕСТИ ГРАНИ**.

а) Повернуть «Видовой куб» так, чтобы видно было нижнюю плоскость основания.

б) Лента → вкладка Главная → панель **Редактирование тела** → **ПЕРЕНЕСТИ ГРАНИ**

Выберите грани или [Отменить/Исключить]: *выбрать грань и нажать «Enter»* (рис. 5.13, а)

Базовая точка или перемещение: *указать середину ребра выбранной грани*

Вторая точка перемещения: *указать середину ребра торцевой грани детали* (рис. 5.13, а, б).

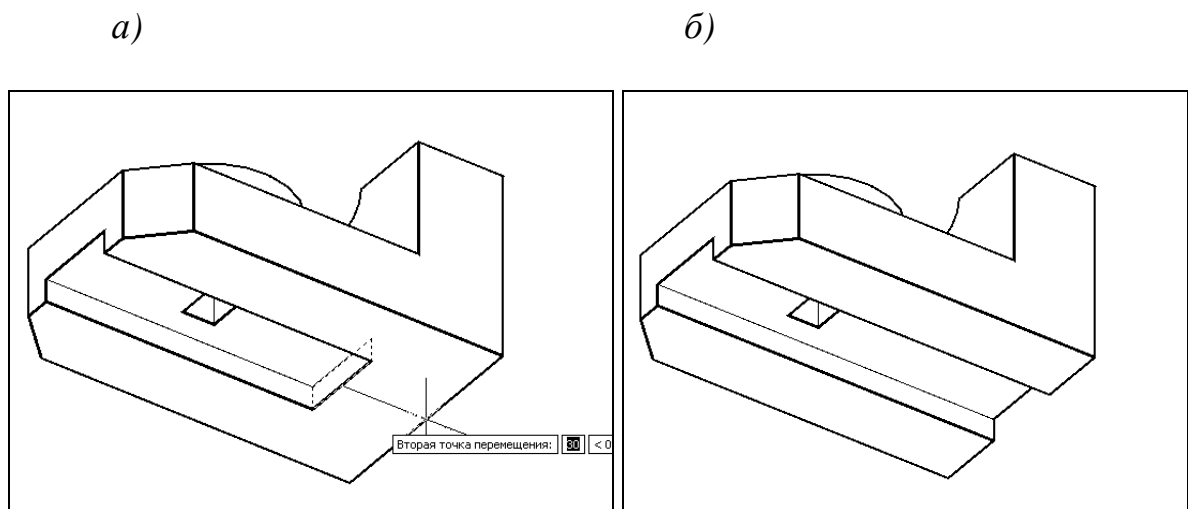


Рис. 5.13

5. Сквозное призматическое отверстие заменить на цилиндрическое (рис.5.14).

Команда: **СОПРЯЖЕНИЕ**

Выберите первый объект: *выбрать вертикальное ребро призматического отверстия*

Радиус сопряжения: *ввести значение 8 и нажать «Enter»*

Выберите ребро или [Цепь/Радиус]: *выбрать опцию Цепь*

Выберите цепь ребер или [РЕбро/РАдиус]: *вращая «Видовой куб», по очереди курсором выбрать три остальных вертикальных ребра и нажать «Enter».*

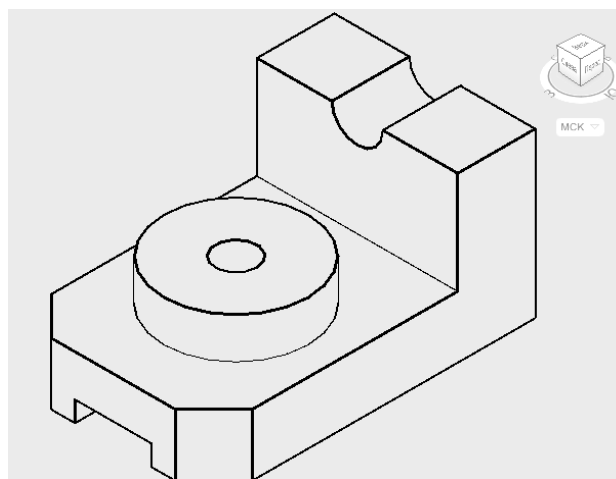


Рис. 5.14

### 5.1.3 Выполнение выреза 1/4 части детали для наглядного представления внутренней формы 3D-модели

1. Выполнить разрез фронтальной плоскостью, проходящей через плоскость симметрии детали, с помощью команды **СЕЧЕНИЕ**.

Лента → вкладка Главная → панель Редактирование тела → **СЕЧЕНИЕ**

Выберите объекты для разрезания: *выбрать деталь курсором и нажать «Enter»*

Начальная точка режущей плоскости [плоский Объект/Поверхность/Zось/Вид/XY/YZ/ZX/3 точки]: *выбрать опцию **3 точки***

Первая точка на плоскости: *указать первую точку на режущей плоскости с использованием привязок **Середина** или **Квадрант** (рис.5.15)*

Вторая точка на плоскости: *указать вторую точку на режущей плоскости с использованием объектных привязок*

Третья точка на плоскости: *указать третью точку на режущей плоскости с использованием объектных привязок*

Укажите точку с нужной стороны или [выберите Обе стороны]: *выбрать опцию **Обе стороны***

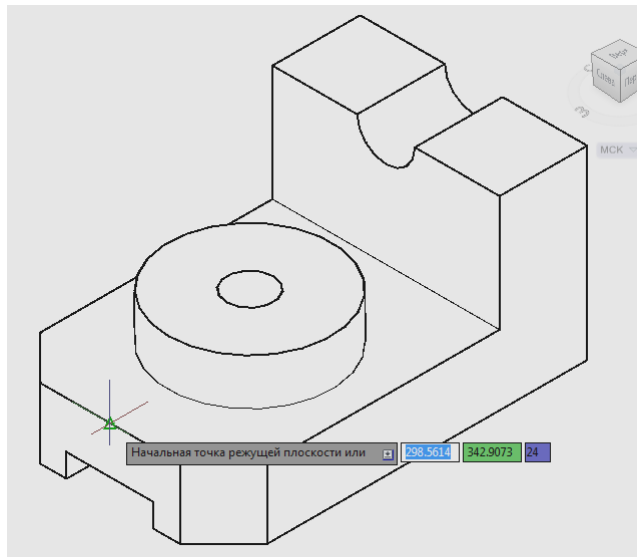


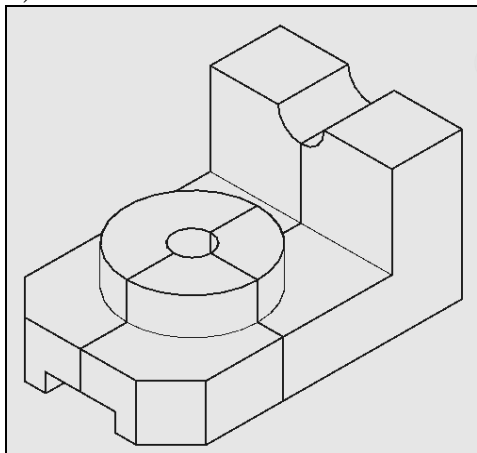
Рис. 5.15

2. Лента → вкладка Главная → панель **Координаты** → **МСК**
3. Используя опцию **YZ** команды **СЕЧЕНИЕ** разрезать деталь профильной плоскостью, проходящей через ось цилиндрической бобышки (объектная привязка **Центр**) (рис 5.16, а).
4. Удалить 1/4 часть детали командой **СТЕРЕТЬ** (рис 5.16, а,б).
5. Объединить части детали в единую модель (рис 5.16, б).

Команда: **ОБЪЕДИНЕНИЕ**

Выберите объекты: *выбрать по очереди разрезанные части детали и нажать «Enter»*

а)



б)

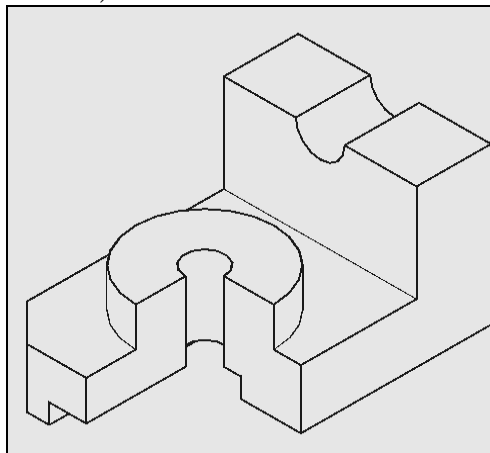


Рис. 5.16

6. Выполнить штриховку сечений (рис 5.17).

а) Выполнить выравнивание пользовательской системы координат (ПСК) по грани на 3D теле во фронтальной плоскости сечения.

Лента → вкладка Главная → панель **Координаты** → **ГРАНЬ**

Выберите грань твердотельного объекта: *выбрать фронтальную плоскость сечения курсором и нажать «Enter»*

Задайте параметр <принять>: «Enter»

б) Выполнить штриховку данной плоскости.

в) Аналогично выполнить штриховку профильной плоскости сечения, повернув линии штриховки на 90 градусов.

6. Сохранить работу.

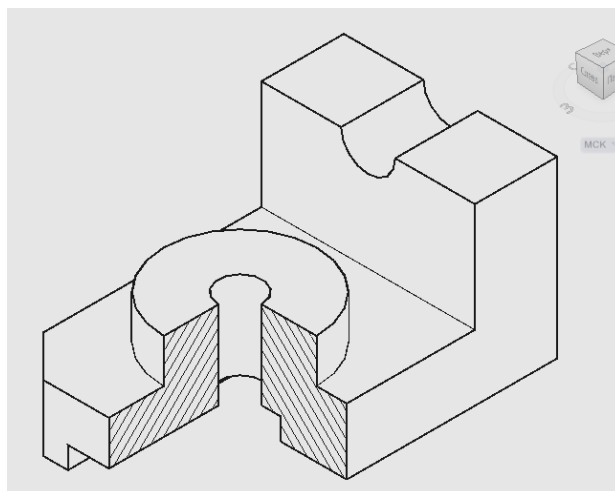


Рис. 5.17

## 6 ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА «КОМПОНОВКА ЧЕРТЕЖА В ПРОСТРАНСТВЕ ЛИСТА»

### Задание:

Выполнить компоновку чертежей «Виды, аксонометрия», «Разрезы, аксонометрия» в пространстве листа на основе лабораторных работ «Моделирование двумерных объектов», «Моделирование трехмерных объектов» и подготовить чертежи к печати (формат PDF):

- первый лист содержит чертеж «Виды, аксонометрия» (три вида и аксонометрию исходной детали);

- второй лист содержит чертеж «Разрезы, аксонометрия» (разрезы и аксонометрию с вырезом примерно 1/4 части сконструированной детали).

Образцы работ представлены в приложениях 4, 5.

### 6.1 Порядок выполнения лабораторной работы «Компоновка чертежа в пространстве листа»

#### Содержание работы:

- выполнение настройки параметров листа;
- формирование видовых экранов;
- оформление чертежей деталей.

1. Открыть файл «Виды, разрезы».

2. Перейти из пространства *Модели* в пространство *Листа* щелчком на закладке *Лист1* рабочей графической зоны. Переименовать (двойным щелчком) *Лист1* в *Виды* (рис. 6.1).

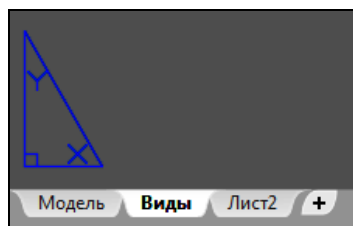


Рис. 6.1

3. Настроить параметры листа с помощью опции **Диспетчер параметров листов** контекстного меню (рис. 6.2).

а) В диалоговом окне выбрать кнопку «Редактировать»:

- в поле «имя принтера/плоттера» выбрать «DWG To PDF. ps3»;
- в поле «формат листа» выбрать «ISO без полей А3 (420 x 297мм)».

б) Имеющийся на листе видовой экран выделить и удалить.

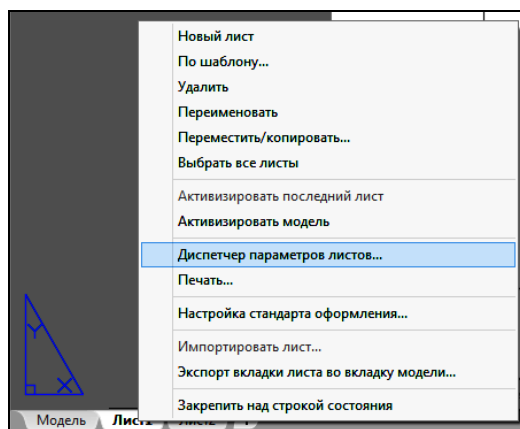


Рис. 6.2

в) Выполнить настройки данного пространства в диалоговом окне «Настройка».

Меню **Сервис** → Настройка → вкладка «Экран»

На вкладке «Экран» в поле «Листы» снять флажки у пунктов «Границы области печати», «Тень вокруг границ».

4. Вставить рамку формата А3 для формирования чертежа «Виды, аксонометрия» (меню **Вставка**, команда **БЛОК**) (рис. 6.3).

Если при вставке блока чертеж вышел за пределы области листа, то выполнить следующие действия:

а) меню **Вид** → **ЗУМИРОВАНИЕ** → Все

б) вписать рамку формата А3 в лист с помощью опции **Диспетчер параметров листов** контекстного меню. В диалоговом окне выбрать кнопку «Редактировать»:

- в поле «Область печати» выбрать «Рамка» (указать два противоположных угла рамки формата А3);

- в поле «Масштаб печати» выбрать «Вписать».

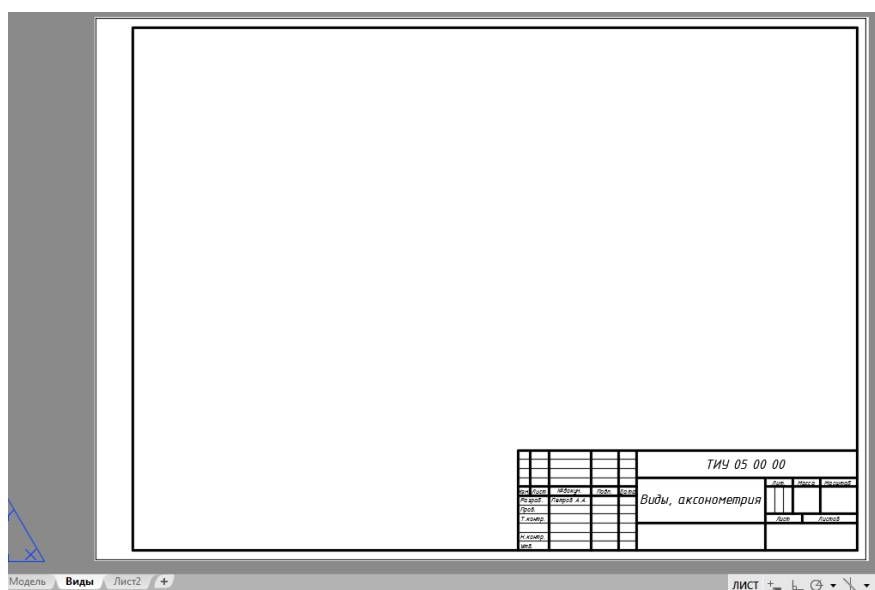


Рис. 6.3



5. Подготовить второй лист для формирования чертежа «Разрезы, аксонометрия».

а) Создать копию листа **Виды** с помощью опции **Переместить/копировать...** контекстного меню **Диспетчера параметров листов**;

б) В окне «Перемещение/копирование» поставить галочку «Создать копию»;

в) Переименовать копию листа **Виды** в **Разрезы** (рис. 6.4).

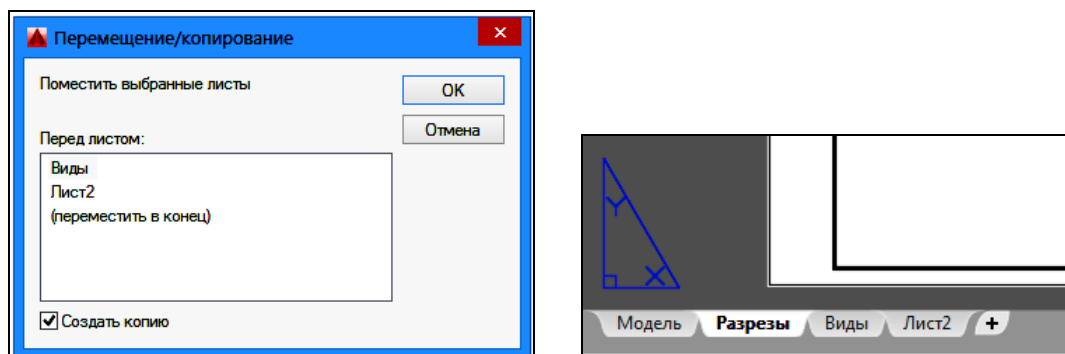


Рис.6.4

6. Переключиться на лист **Виды**. Создать два видовых экрана.

а) Первый видовой экран - для трех видов исходной детали (рис. 6.5).

Лента → вкладка Вид → панель **Видовые экраны** → **Создать многоугольный**

Начальная точка: *указать первую угловую точку (1) видового экрана*

Следующая точка или Дуга / Замкнуть / дЛИна / Отменить:

*последовательно указать остальные угловые точки видового экрана*

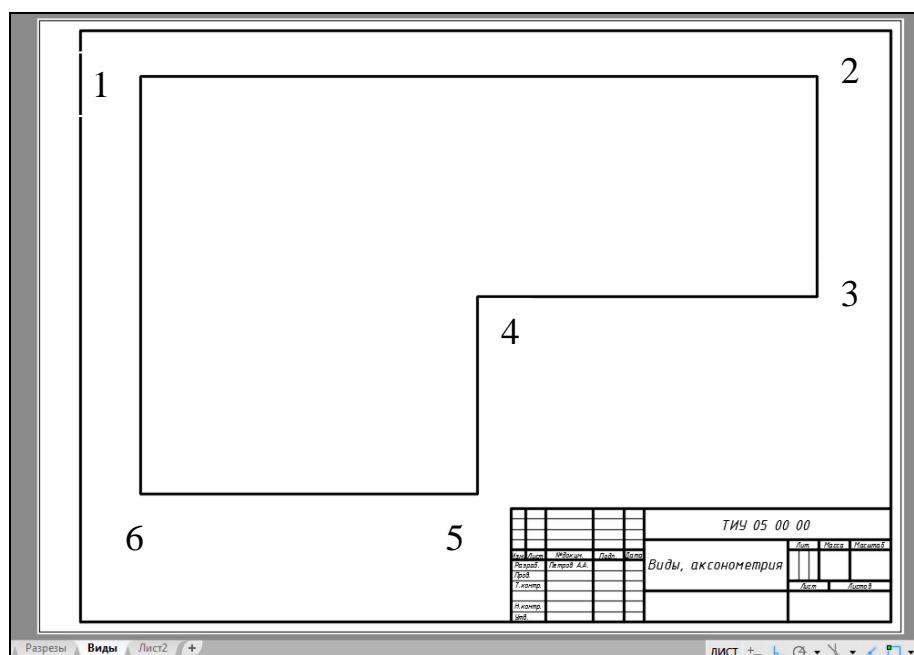


Рис. 6.5

б) Второй видовой экран - для аксонометрии (рис. 6.6):

Лента → вкладка Вид → панель **Видовые экраны** → **Создать** (один)

Первая угловая точка: *указать первый угол видового экрана (точка 1)*

Противоположный угол: *указать противоположный угол видового экрана (точка 2)*

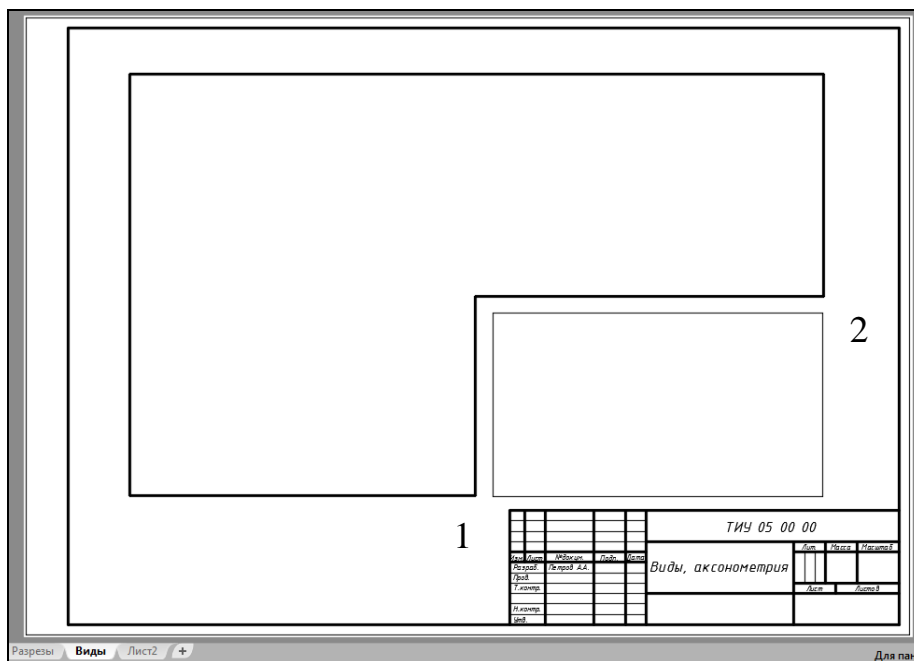


Рис. 6.6

7. На видовом экране переключиться из пространства листа в пространство модели. Дважды щелкнуть левой кнопкой мыши внутри видового экрана. Он станет активным и появится доступ к пространству *Модели*, где находятся чертежи. Вращая колесико мыши, можно изменять масштаб, тем самым удаляться или приближаться к объектам чертежа.

В строке состояния на панели **Масштаб видового экрана** щелкнуть по стрелочке возле чисел, выбрать значение масштаба «1:1» (рис. 6.7).

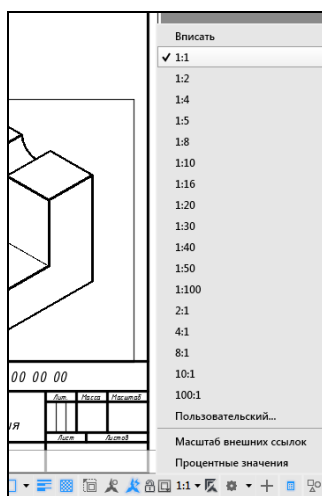


Рис. 6.7

На рис. 6.8 представлены три вида детали на первом видовом экране.

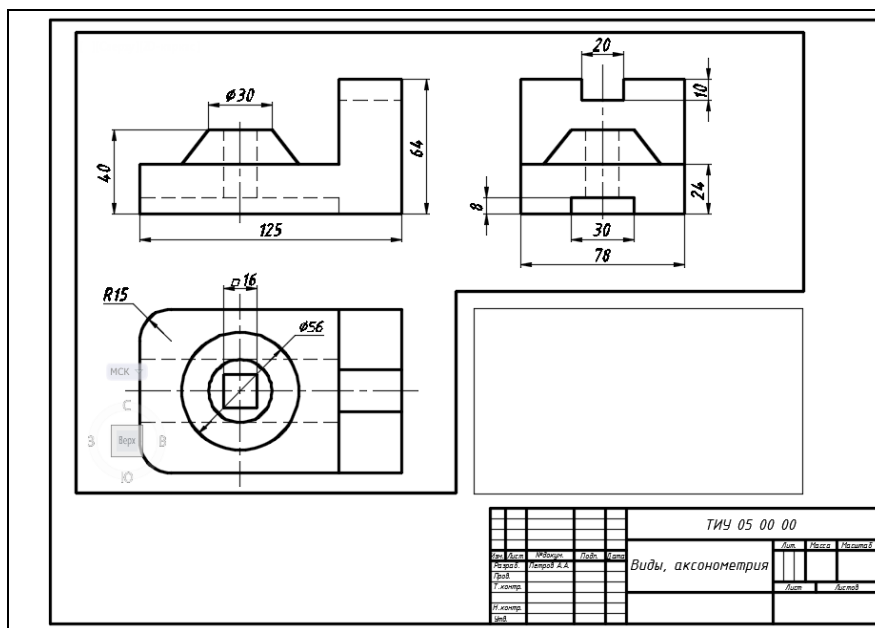


Рис. 6.8

8. Во второй видовой экран вставить 3D-модель (аксонометрию исходной графической модели) из файла с помощью команды **ВСТАВИТЬ БЛОК**.

9. Окончательно скомпоновать чертеж на видовых экранах. Видовые экраны можно перемещать, растягивать, масштабировать и стирать при помощи стандартных команд (рис. 6.9).

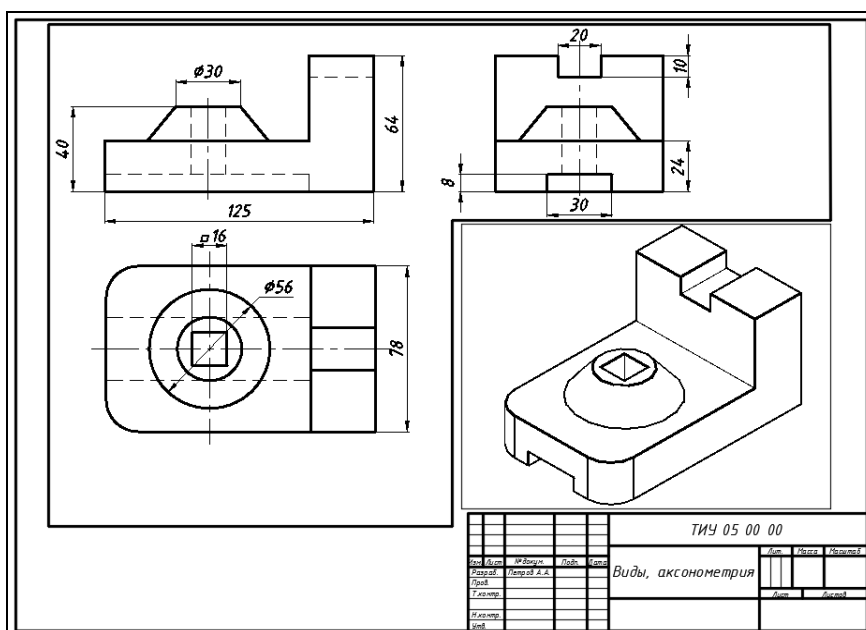


Рис. 6.9

10. Создать слой **Рамки** для рамок видовых экранов и перенести их на этот слой. Отключить слой **Рамки**.

11. Готовый чертеж «Виды, аксонометрия» представлен на рис. 6.10.

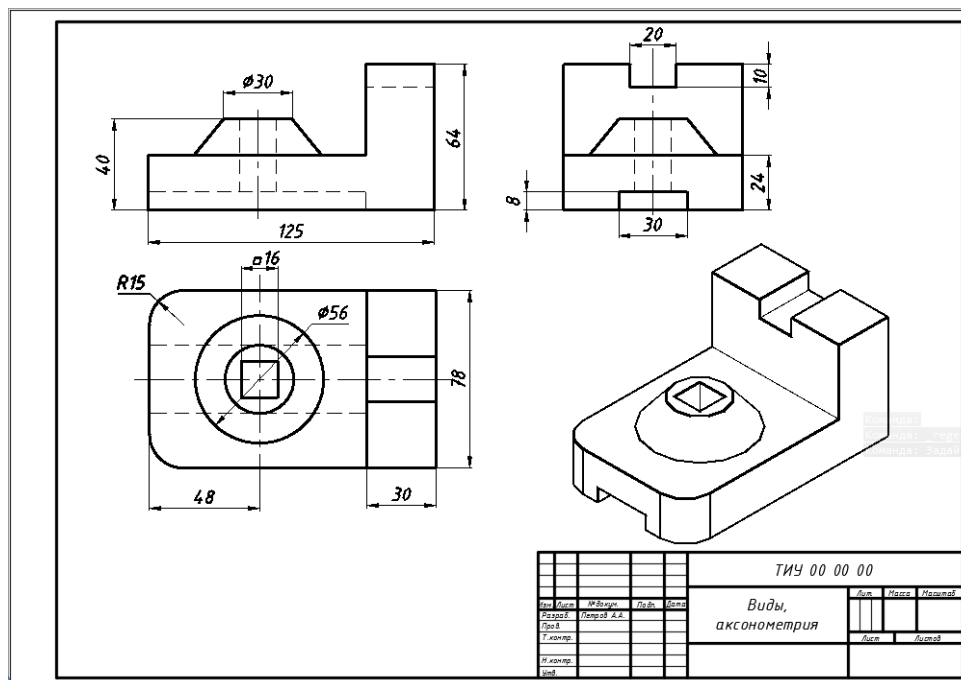


Рис.6.10

12. Аналогично скомпоновать второй чертеж «Разрезы, аксонометрия» на листе **Разрезы** (рис. 6.11).

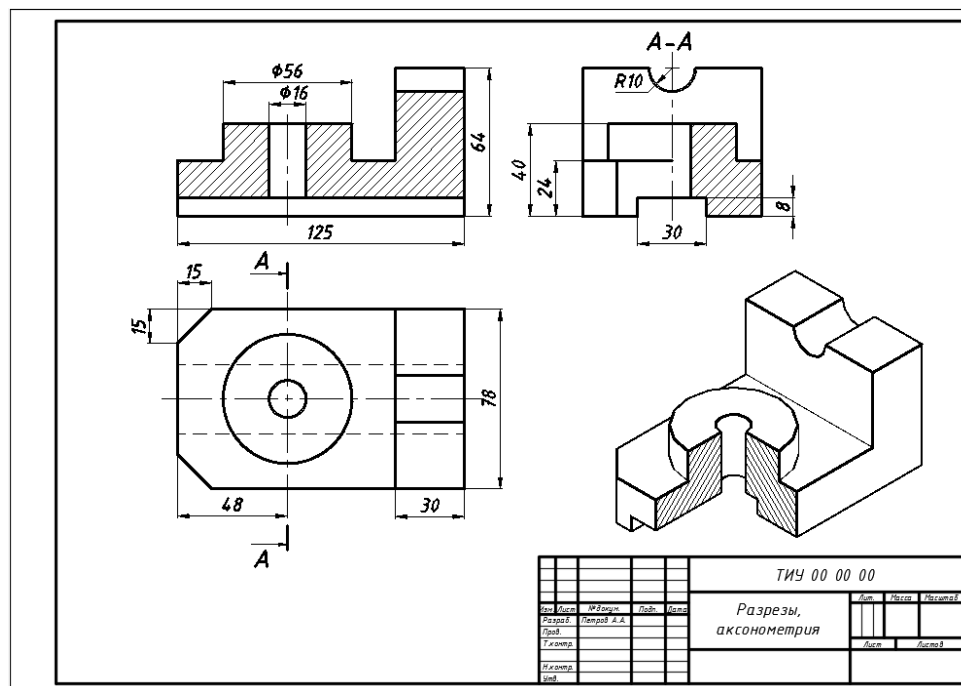


Рис. 6.11

## СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кондратьева Т.М. Инженерная и компьютерная графика. Часть 1. Теория построения проекционного чертежа [Электронный ресурс]: Учебное пособие/ Кондратьева Т.М., Митина Т.В., Царева М.В.— Электрон. текстовые данные.— М.: Московский государственный строительный университет, Ай Пи Эр Медиа, ЭБС АСВ, 2016.— 290 с.

2. Красовская, Н.И. Курс инженерной графики (раздел «Техническое черчение») [Текст]: учебное пособие для самостоятельной работы и практических занятий для студентов всех направлений всех форм обучения./ Н.И. Красовская, Н.В. Филисюк. – Тюмень: ТюмГАСУ, 2013.- 96с.

3. Феоктистова, А.А. Геометрические построения в программе AutoCAD [Текст]: методические указания для лабораторных и самостоятельных работ для студентов всех направлений всех форм обучения / А. А. Феоктистова. - Тюмень: ТюмГАСУ, 2014. - 45 с.

4. Феоктистова, А.А. Основы 2D- и 3D моделирования в AUTOCAD [Текст]: методические указания для лабораторных и самостоятельных работ для студентов всех направлений всех форм обучения / А. А. Феоктистова, О. Л. Стаселько. - Тюмень: ТюмГАСУ, 2013. - 52 с.

5. ГОСТ 2.104-2006\*. Основные надписи [Текст]. – Взамен ГОСТ 2.104 - 68; введ. 01.09.2006. – М.: Стандартинформ, 2007. – (Единая система конструкторской документации).

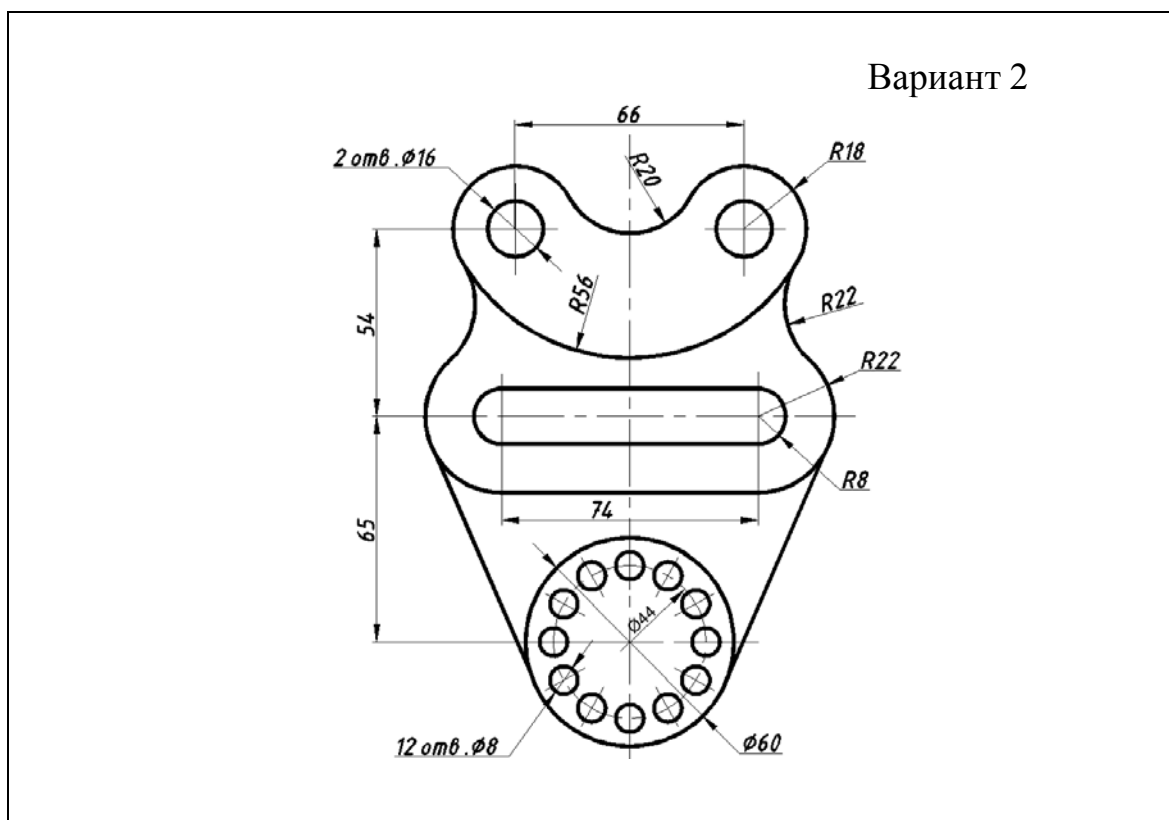
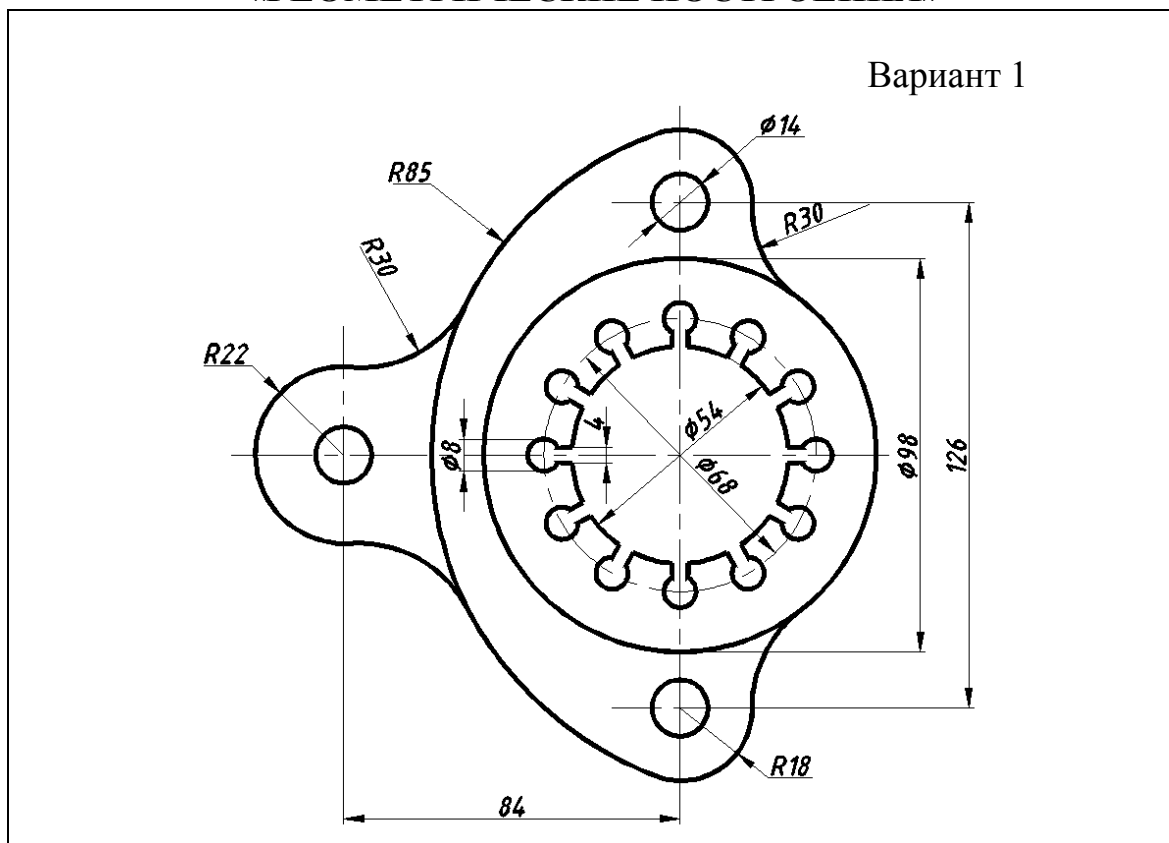
6. ГОСТ 2.109-73. Основные требования к чертежам [Текст]. Взамен ГОСТ 2.107-68, ГОСТ 5292-60; введ. 01.07.1974 // Единая система конструкторской документации. Основные положения: [сборник]. – М.: Изд-во стандартов, 1978.-С.115-156.-Содерж.: ГОСТ 2.001-70 - ГОСТ 2.003-77, ГОСТ 2.031-77- ГОСТ 2.034-77, ГОСТ 2.101-68 – ГОСТ 2.106-68, ГОСТ 2.108 – ГОСТ 2.120-73.- (Единая система конструкторской документации).

7. ГОСТ 2.304-81\*. Шрифты чертежные [Текст]. – Взамен ГОСТ 2.304-68; введ. 01.01.1982 // Общие правила выполнения чертежей: [сборник]. – М.: Изд-во стандартов, 1984.-С.6-11.- Содерж.: ГОСТ 2.301-68 - ГОСТ 2.318, ГОСТ 320-82. - (Единая система конструкторской документации).

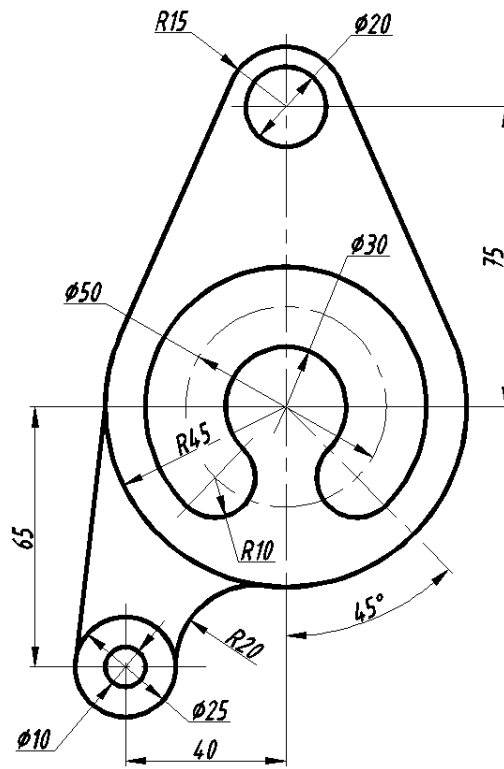
8. ГОСТ 2.305-2008\*. Изображения – виды, разрезы, сечения [Текст]. – Взамен ГОСТ 2.305-68; введ. 01.07.2009 // Общие правила выполнения чертежей: [сборник]. – М.: Изд-во стандартов, 2009.-С.40-61.- Содерж.: ГОСТ 2.301-68 - ГОСТ 2.318, ГОСТ 320-82.- (Единая система конструкторской документации).

**ПРИЛОЖЕНИЕ 1**

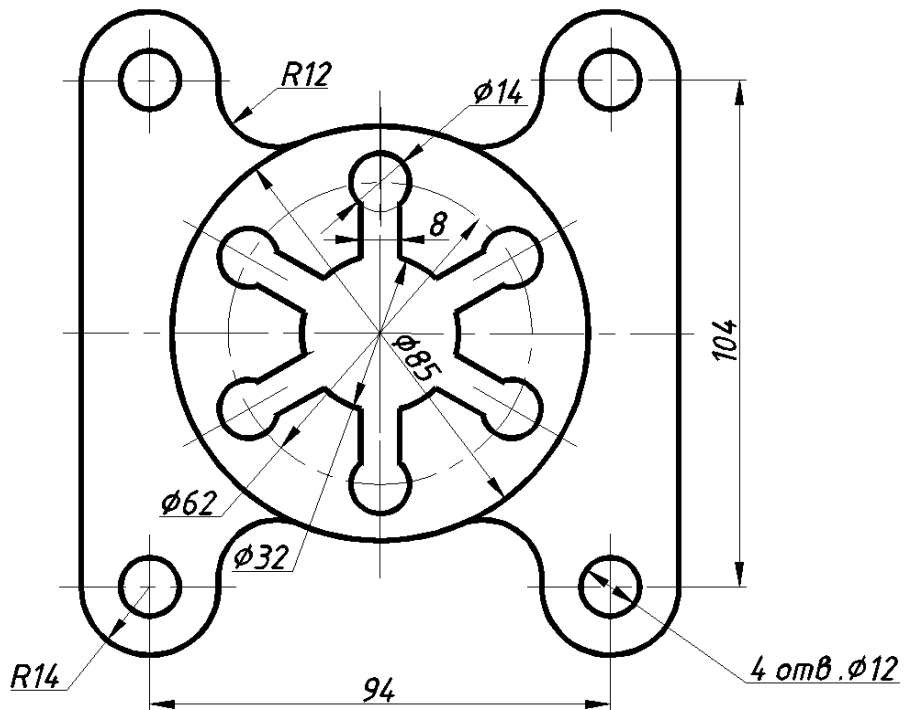
**ВАРИАНТЫ ЗАДАНИЙ К ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ  
«ГЕОМЕТРИЧЕСКИЕ ПОСТРОЕНИЯ»**



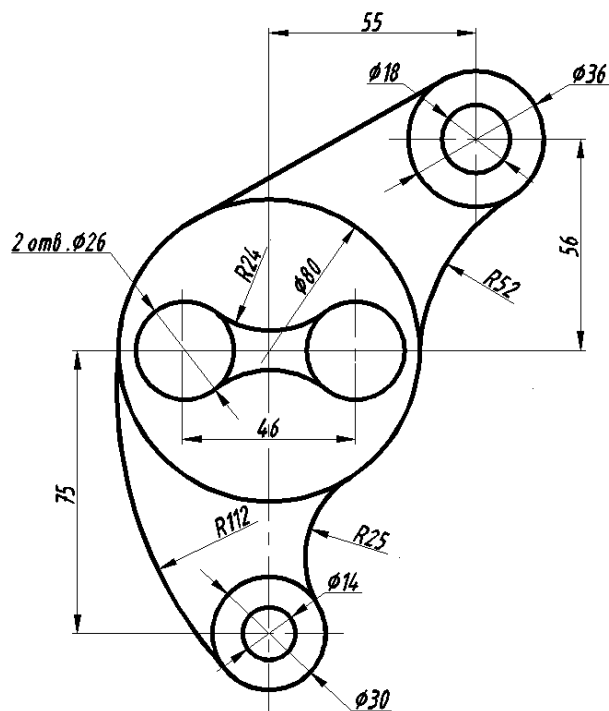
Вариант 3



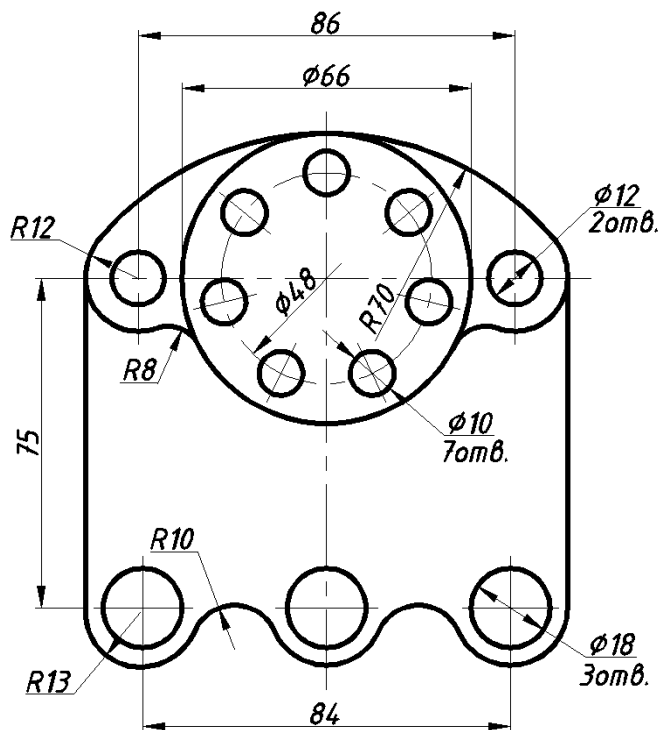
Вариант 4



Вариант 5

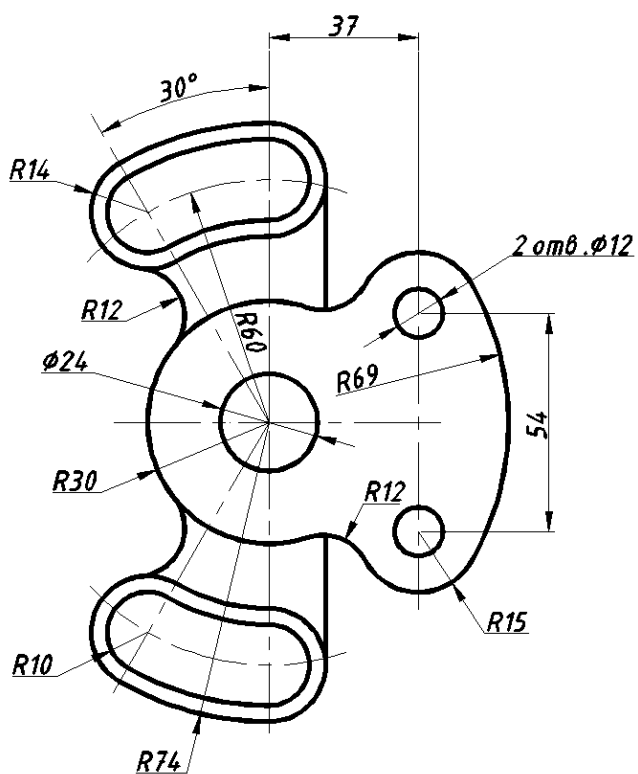


Вариант 6

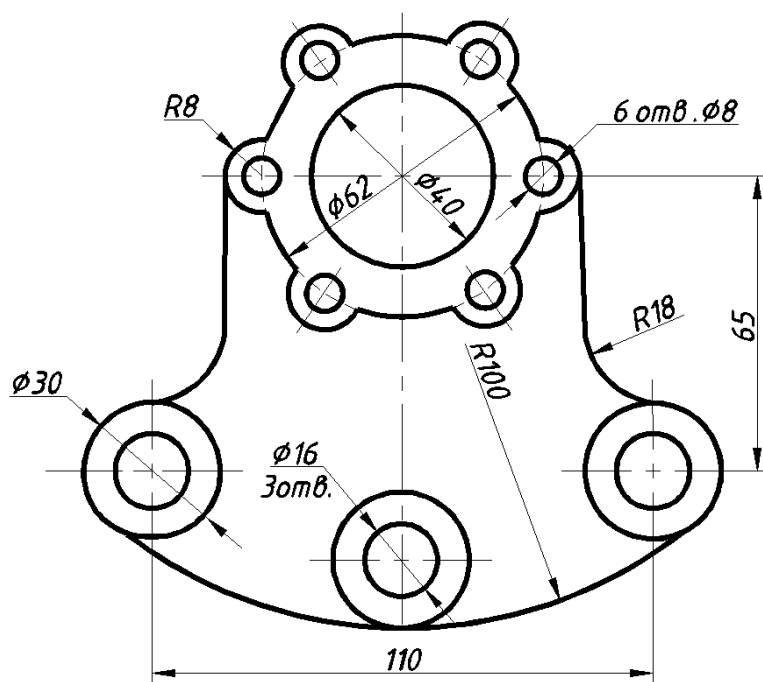




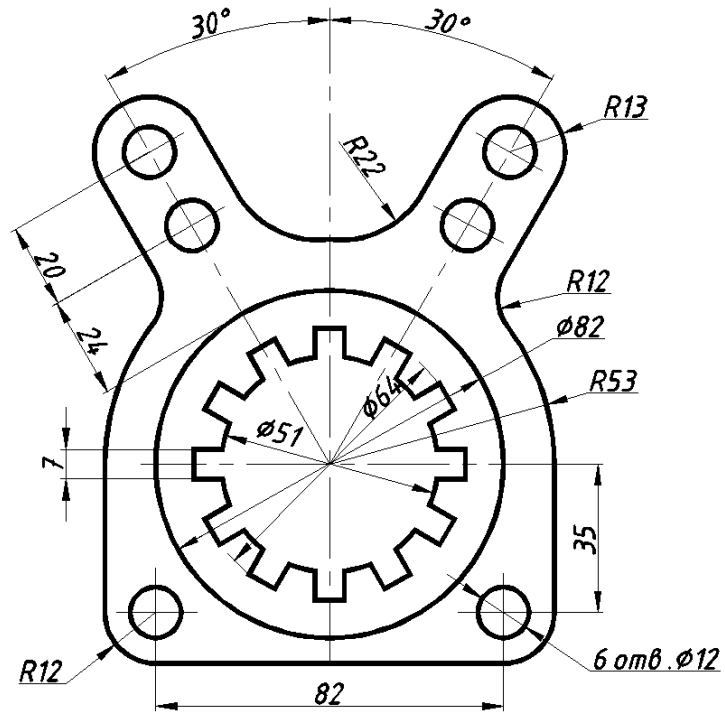
Вариант 7



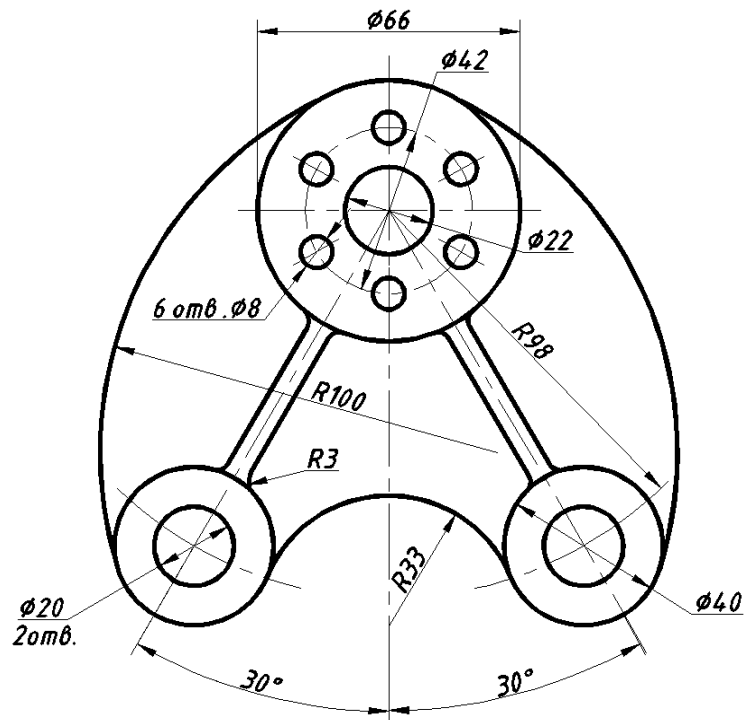
Вариант 8



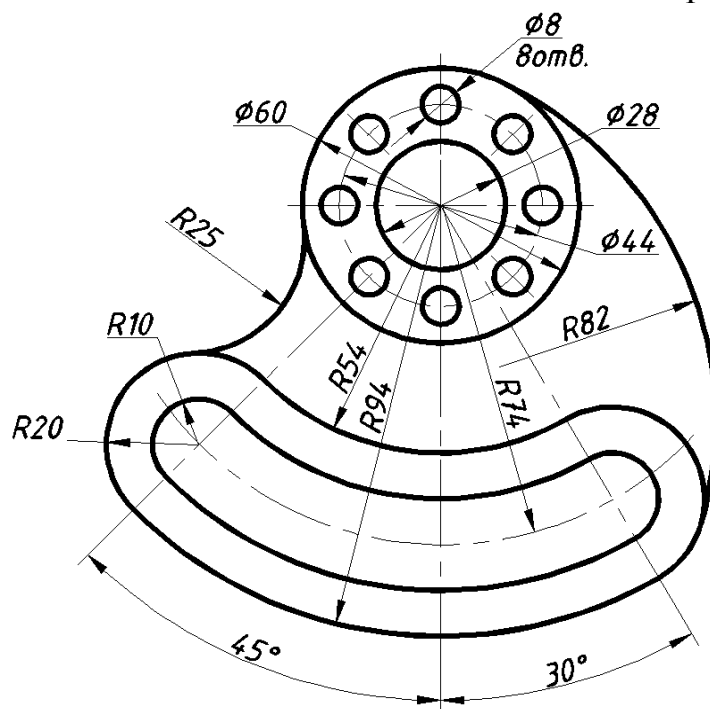
Вариант 9



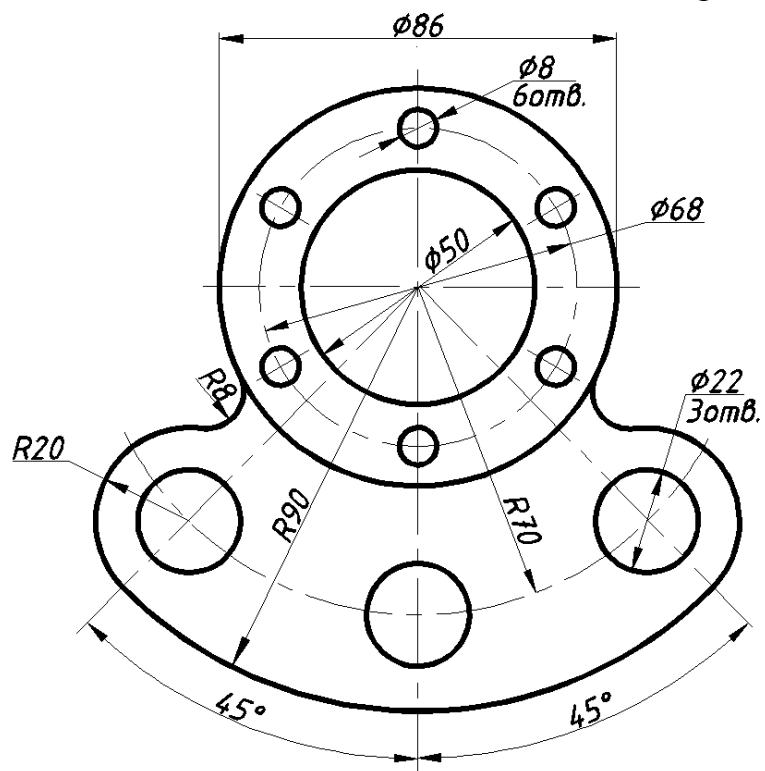
Вариант 10



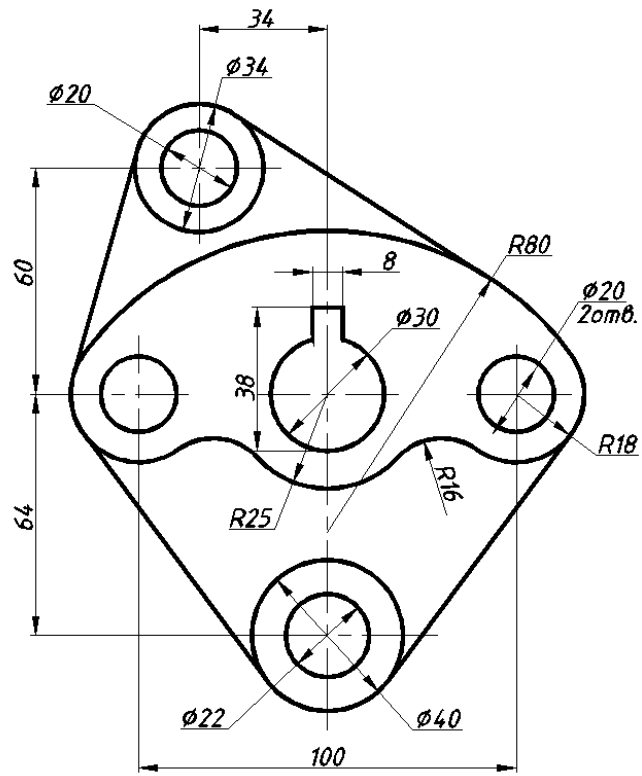
Вариант 11



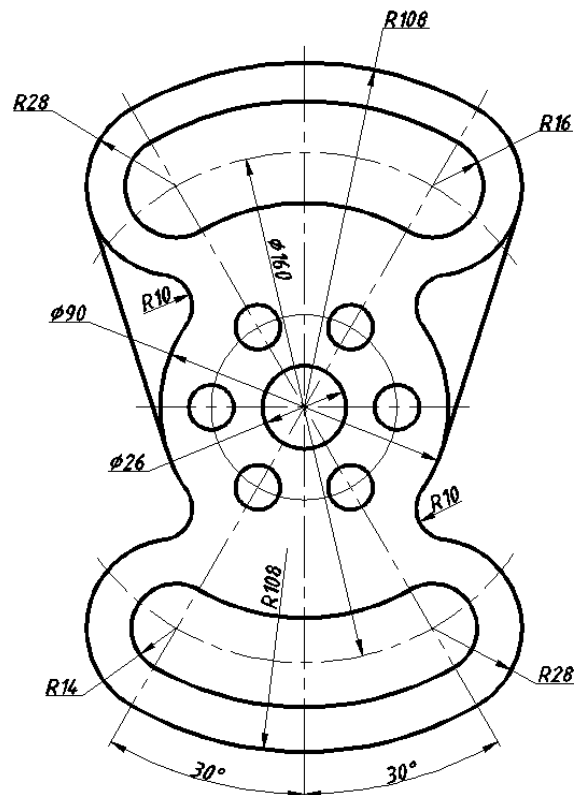
Вариант 12



Вариант 13



Вариант 14



## ПРИЛОЖЕНИЕ 2

### ВАРИАНТЫ ЗАДАНИЙ К ЛАБОРАТОРНЫМ РАБОТАМ «МОДЕЛИРОВАНИЕ ДВУМЕРНЫХ ОБЪЕКТОВ», «МОДЕЛИРОВАНИЕ ТРЕХМЕРНЫХ ОБЪЕКТОВ»

*Вариант 1*

*Выполнить разрезы детали, предварительно преобразовав её форму:*

- 1. Наклонные грани детали заменить вертикальными.*
- 2. Горизонтальное призматическое отверстие заменить на цилиндрическое.*
- 3. Призматический выступ в основании детали преобразовать в паз, глубиной 5мм.*
- 4. Уменьшите высоту цилиндра на 10мм.*

---

*Вариант 2*

*Выполнить разрезы детали, предварительно преобразовав её форму:*

- 1. Наклонные грани детали заменить вертикальными.*
- 2. Вертикальное призматическое отверстие заменить на цилиндрическое.*
- 3. Уменьшить высоту продольного паза в основании детали на 10 мм.*
- 4. Цилиндрическую часть детали заменить на коническую с радиусом нижнего основания 20мм.*

**Вариант 3**

Выполнить разрезы детали, предварительно преобразовав её форму:

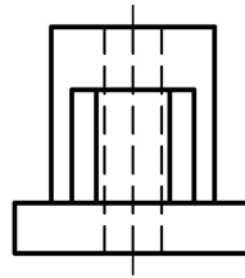
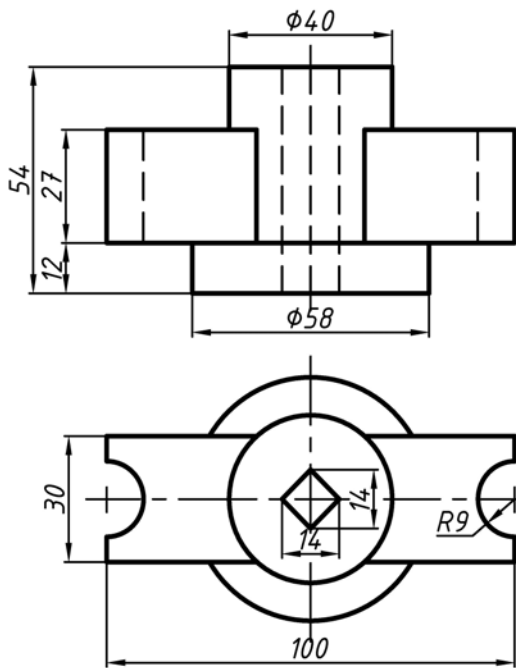
1. Наклонные грани детали заменить вертикальными.
2. Боковые срезы цилиндра убрать.
3. Уменьшить высоту продольного паза в основании детали на 10 мм.
4. В центре детали построить сквозное вертикальное цилиндрическое отверстие диаметром 12 мм.

**Вариант 4**

Выполнить разрезы детали, предварительно преобразовав её форму:

1. Наклонные грани детали заменить вертикальными.
2. Цилиндрическое сквозное отверстие заменить на призматическое.
3. Уменьшить высоту паза в цилиндрической части детали на 10 мм.
4. Уменьшить ширину горизонтального призматического отверстия на 10 мм.

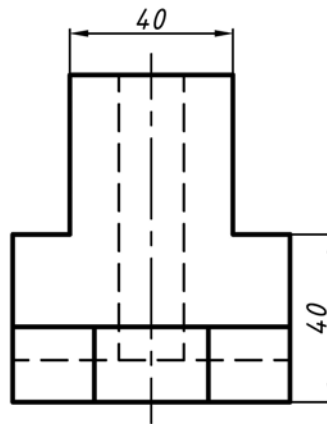
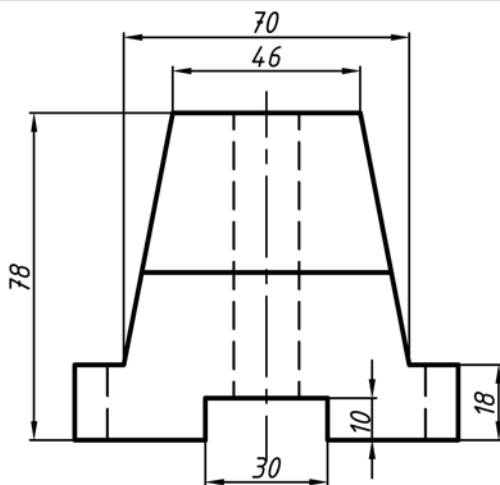
Вариант 5



Выполнить разрезы детали, предварительно преобразовав её форму:

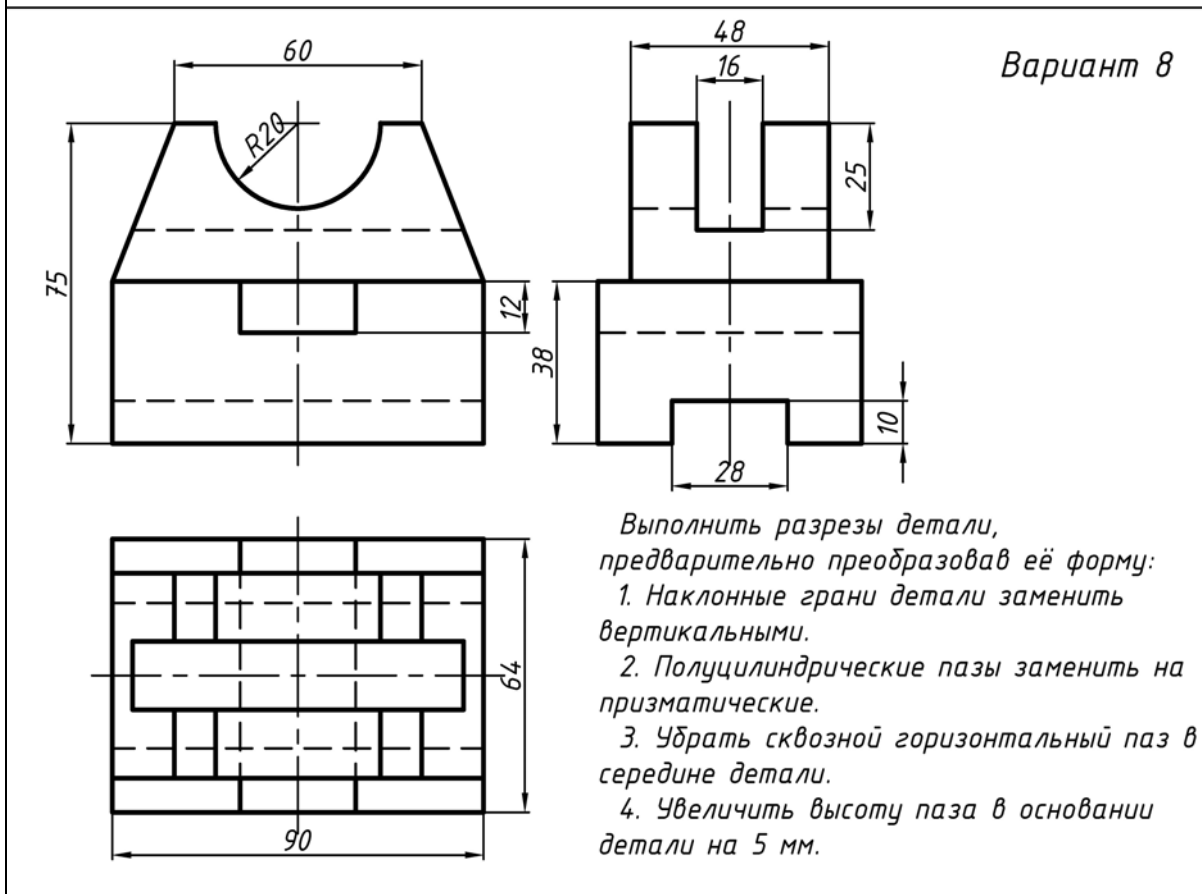
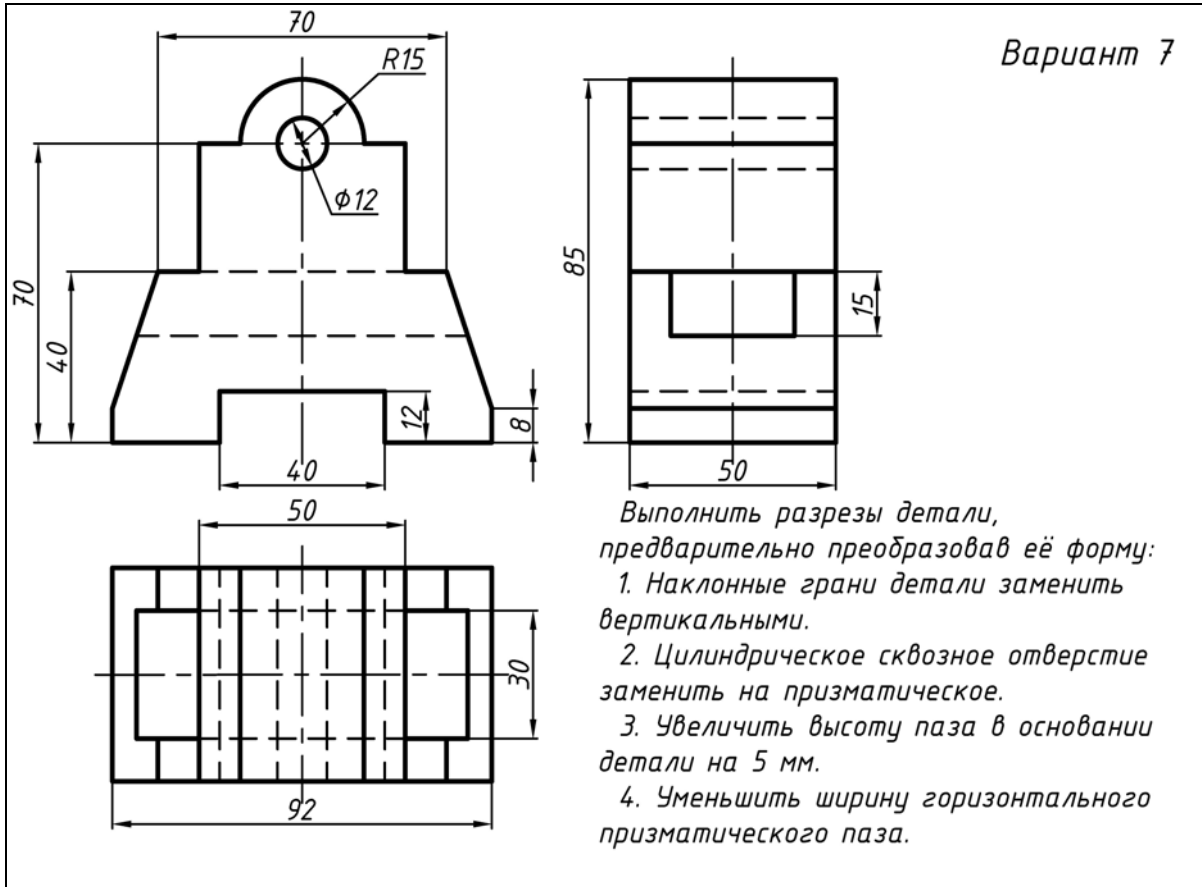
1. Сквозное призматическое отверстие заменить на цилиндрическое.
2. Боковые полуцилиндрические пазы заменить на призматические.
3. Увеличить высоту цилиндра диаметром 40мм на 10мм в верхней части детали.
4. Цилиндр диаметром 58мм заменить на усеченный конус с основаниями диаметрами 40мм и 58мм.

Вариант 6



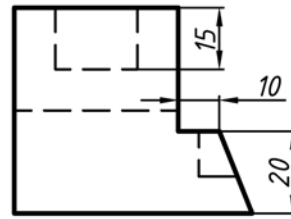
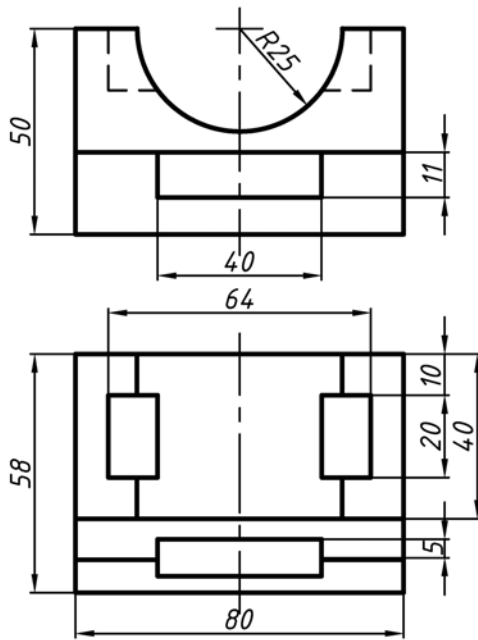
Выполнить разрезы детали, предварительно преобразовав её форму:

1. Наклонные грани детали заменить вертикальными.
2. Цилиндрическое сквозное отверстие заменить на призматическое.
3. Увеличить высоту паза в основании детали на 10 мм.
4. В боковых призматических пазах сделать скругления радиусом 5 мм.



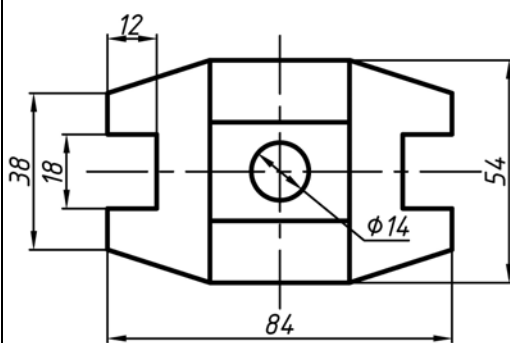
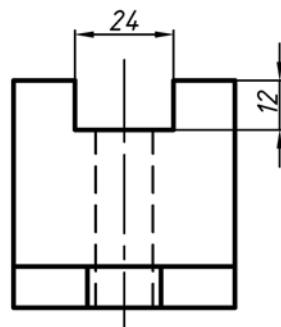
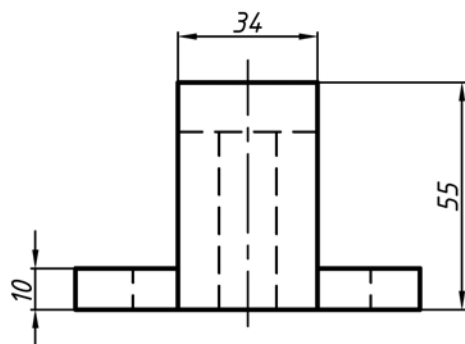


Вариант 9



- Выполнить разрезы детали, предварительно преобразовав её форму:
1. Наклонную грань детали заменить вертикальной.
  2. Полуцилиндрический паз заменить на призматический.
  3. Увеличить высоту призматических пазов детали на 5 мм.
  4. Убрать горизонтальный паз в передней части детали.

Вариант 10



- Выполнить разрезы детали, предварительно преобразовав её форму:
1. Наклонные грани в основании детали заменить вертикальными.
  2. Призматический паз заменить на полуцилиндрический.
  3. В призматических пазах основания сделать скругления радиусом 5 мм.
  4. Увеличить высоту основания детали на 5 мм.

Вариант 11

Выполнить разрезы детали, предварительно преобразовав её форму:

1. Убрать срезы на выступах детали.
2. В выступах детали сделать полуцилиндрический паз, радиусом 10 мм.
3. Продольный паз в основании детали сделать поперечным.
4. Бобышку заменить на сквозное отверстие такого же диаметра.

Вариант 12

Выполнить разрезы детали, предварительно преобразовав её форму:

1. Наклонные грани детали заменить вертикальными.
2. Выполнить симметричное цилиндрическое отверстие в противоположной стенке детали.
3. Призматический паз в основании детали заменить на полуцилиндрический.
4. Соединить призматические выступы с основанием детали ребрами жесткости треугольной формы.

**Вариант 13**

Выполнить разрезы детали, предварительно преобразовав её форму:

1. Заменить цилиндрическую бобышку сквозным отверстием такого же диаметра.
2. В продольном пазе заменить наклонные грани вертикальными.
3. Призматическое отверстие в стенке детали заменить цилиндрическим диаметром 20мм.
4. Симметрично цилиндрическому отверстию в одной стенке детали выполнить такое же отверстие в другой.

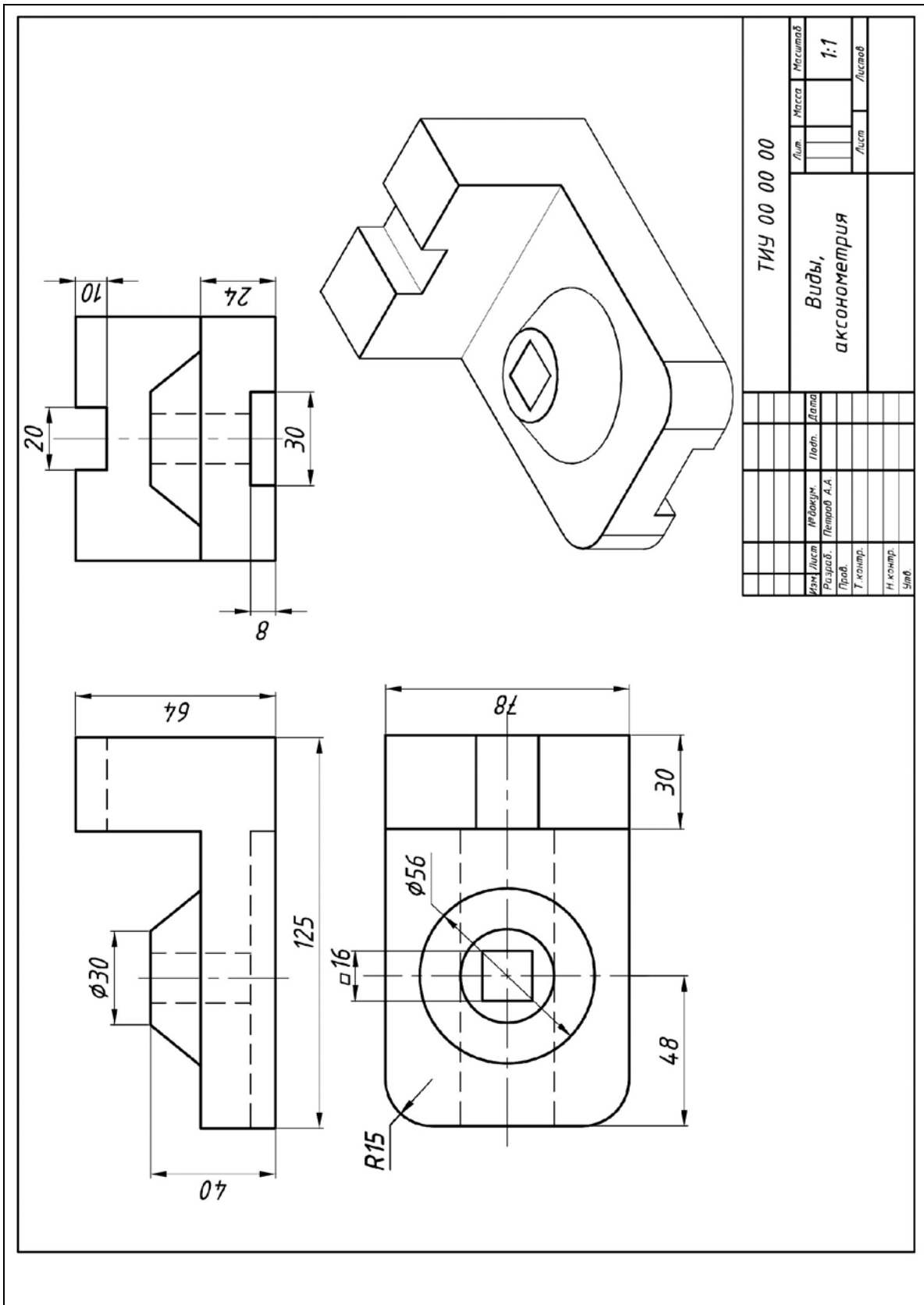
**Вариант 14**

Выполнить разрезы детали, предварительно преобразовав её форму:

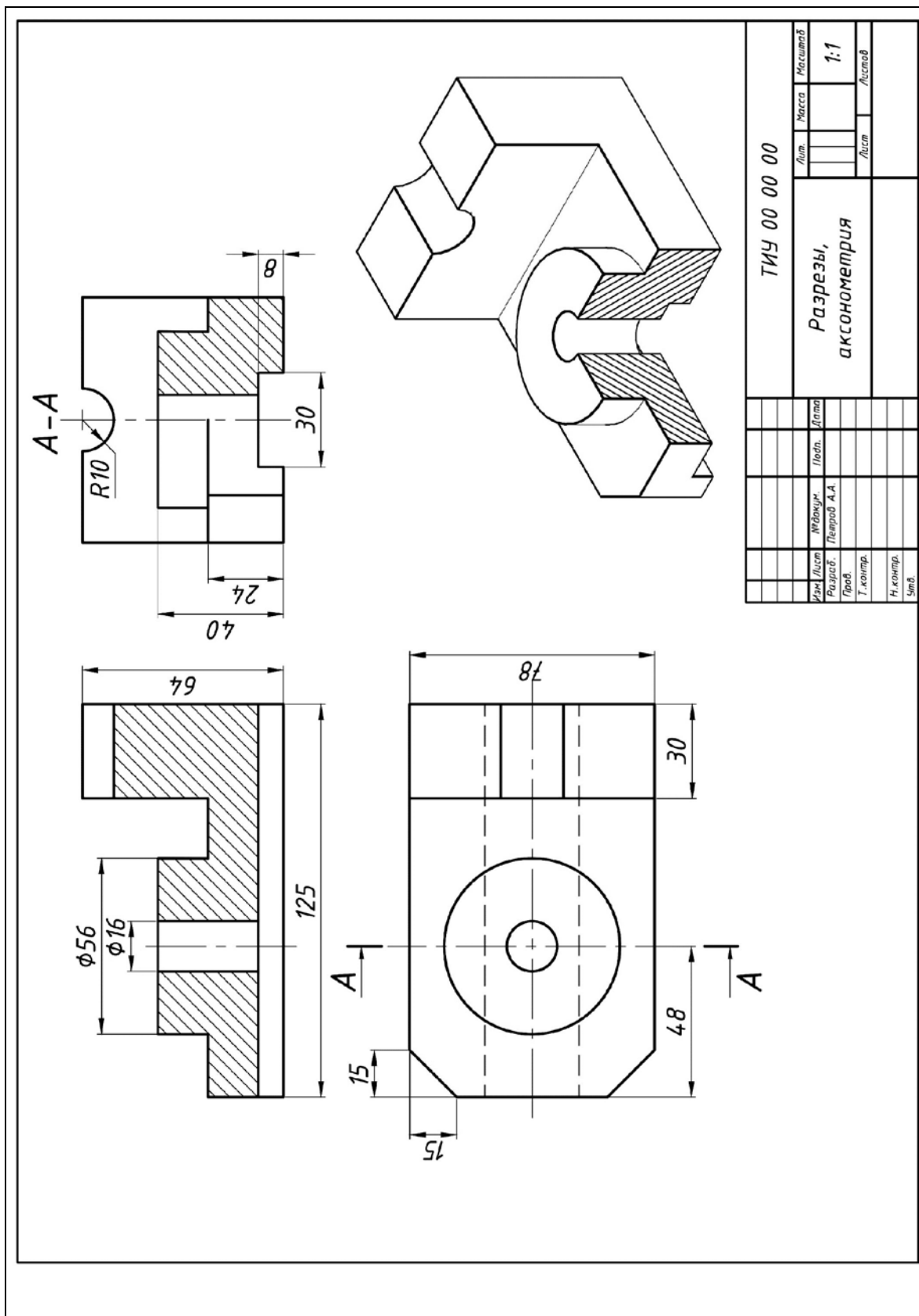
1. Заменить призматическую форму паза в левой части основания на цилиндрическую.
2. Заменить цилиндрическую форму бобышки на коническую, призматическую форму сквозного вертикального отверстия на цилиндрическую.
3. Заменить закругления плоскими срезами под углом 45 градусов.
4. Заменить горизонтальное квадратное отверстие цилиндрическим диаметром 12мм.



**ПРИЛОЖЕНИЕ 4  
ОБРАЗЕЦ ВЫПОЛНЕНИЯ ЧЕРТЕЖА «ВИДЫ, АКСОНОМЕТРИЯ»**



**ПРИЛОЖЕНИЕ 5**  
**ОБРАЗЕЦ ВЫПОЛНЕНИЯ ЧЕРТЕЖА «РАЗРЕЗЫ,**  
**АКСОНОМЕТРИЯ»**



ТИУ 00 00 00		Лист	Масса	Масштаб
		Лист		1:1
		Лист		Листов
Разрезы, аксонометрия				
Изм./Лист	№ докум.	Изд.	Дата	
Разраб.	Получ.	А.А.		
Проб.				
Т. контр.				
Н. контр.				
Смб.				

*Учебное издание*

**Феоктистова Алла Александровна**  
**Стаселько Оксана Леонидовна**

# **ОСНОВЫ 2D- И 3D-МОДЕЛИРОВАНИЯ В ПРОГРАММЕ AUTOCAD**

В авторской редакции

Подписано в печать 14.02.2018. Формат 60x90 1/16. Усл. печ. л. 6,4.  
Тираж 500 экз. Заказ № 880.

Библиотечно-издательский комплекс  
федерального государственного бюджетного образовательного  
учреждения высшего образования  
«Тюменский индустриальный университет».  
625000, Тюмень, ул. Володарского, 38.

Типография библиотечно-издательского комплекса.  
625039, Тюмень, ул. Киевская, 52.