

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

СЕВЕРО-КАВКАЗСКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ



Н. У. Бисилов,
Р. С. Малсугенов,
Р. А. Байрамуков

КОМПЬЮТЕРНАЯ ГРАФИКА

Учебное пособие для обучающихся по направлению подготовки 15.03.02
Технологические машины и оборудование профиль подготовки «Машины и
аппараты пищевых производств» всех форм обучения

Черкесск, 2025

УДК 621.8 (075.8)
ББК 38.74 Б65
Б 65

Рассмотрено на заседании кафедры «Технологические машины и переработка материалов».

Протокол № 1 от «05» сентября 2024 г.

Рекомендовано к изданию редакционно-издательским советом СКГА.

Протокол № 27 от «07» ноября 2024 г.

Рецензенты:

Казиев Ш. М. – к. т. н., доцент кафедры «Лесное дело»

Хапаева Л. Х. – к.ф.-м.н., доцент зав. кафедрой "Прикладная информатика"

Б65 **Бисилов, Н. У.** Компьютерная графика: учебное пособие для обучающихся по направлению подготовки 15.03.02 Технологические машины и оборудование / Н. У. Бисилов, Р. С. Малсугенов, Р.А. Байрамуков. – Черкесск: БИЦ СКГА, 2025. – 108 с.

УДК 621.8 (075.8)
ББК 38.74 Б65

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ МАТЕРИАЛ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ	5
1.1. Лабораторная работа №1	5
1.1.2. Команды системы AutoCAD 2024.....	8
1.1.3. Настройка графического редактора AutoCAD 2024	9
1.1.4. Графические примитивы AutoCAD	12
1.1.5. Надписи	14
1.1.6. Ввод координат.....	16
1.1.7. Загрузка и сохранение чертежей.....	16
1.1.8. Задание на лабораторную работу №1	17
1.2. Лабораторная работа № 2	19
1.2.1. Изометрические изображения в AutoCAD.....	19
1.2.2. Режимы объектной привязки.....	20
1.2.3. Команды редактирования чертежа	22
1.2.4. Вычерчивание объектов в изометрии.....	31
1.2.5. Задание на лабораторную работу № 2.....	33
1.3. Лабораторная работа №3	34
1.3.1 Геометрические построения в AutoCAD.....	35
1.3.2. Нанесение размеров.....	38
1.3.3. Задание на лабораторную работу № 3	46
1.4. Лабораторная работа № 4	49
1.4.1. Использование пользовательских систем координат при получении изображений предметов	49
1.4.3. Получение штриховок при выполнении разрезов предметов.....	53
1.4.5. Последовательность выполнения лабораторной работы «Разрезы простые»	56
1.5. Лабораторная работа № 5	57
1.5.1. Редактирование и модификация твердотельных объектов	58
1.5.2. Редактирование твердотельных объектов.....	61
1.5.3. Общие средства редактирования трехмерных объектов	64
2. ВАРИАНТЫ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ ЗАДАНИЙ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ	73
2.1. Лабораторная работа №1	73
2.2. Лабораторная работа №2	75
2.3. Лабораторная работа №3	80
2.4. Лабораторная работа №4	89
2.5. Лабораторная работа №5	98
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	107

ВВЕДЕНИЕ

Цель данного практикума по выполнению лабораторных работ в системе AutoCAD состоит в практическом освоении студентами ключевых технологий разработки графических конструкторских документов. AutoCAD, как одна из ведущих систем автоматизации чертёжно-графических работ, предоставляет широкие возможности не только для выполнения стандартных чертежей, но и для создания сложных каркасных, полигональных (поверхностных) и твердотельных моделей. В ходе выполнения лабораторных работ студенты шаг за шагом осваивают основные принципы работы в AutoCAD и углубляют свои знания в области компьютерной графики.

AutoCAD представляет собой универсальную графическую систему, которая активно используется в самых разных отраслях инженерной деятельности, начиная от машиностроения и строительства до архитектуры и электроники. Современные специалисты, работающие в данных областях, должны уметь эффективно использовать AutoCAD для создания точных и детализированных чертежей, а также для моделирования сложных трёхмерных объектов.

Одним из ключевых преимуществ AutoCAD является его гибкость. Он предоставляет широкий набор инструментов для черчения и моделирования, начиная от создания простых двумерных чертежей и заканчивая проработкой сложных трёхмерных конструкций. Возможности системы AutoCAD включают автоматизацию рутинных задач, что значительно ускоряет процесс создания проектной документации, а также минимизирует вероятность ошибок. Это делает AutoCAD незаменимым инструментом для инженеров и проектировщиков, обеспечивая высокую точность и профессионализм в работе.

1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ МАТЕРИАЛ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

1.1. Лабораторная работа № 1

Тема: «Основы работы с графическим редактором AutoCAD 2024»

Цели работы:

1. Овладение базовыми навыками работы в AutoCAD 2024.
2. Изучение интерфейса и структуры графического редактора.
3. Настройка рабочей среды для оптимальной работы.
4. Освоение основных команд для создания и редактирования графических объектов.
5. Выполнение текстовых надписей и их корректное расположение на чертеже.

Описание работы:

В рамках данной лабораторной работы студенты ознакомятся с интерфейсом и инструментами AutoCAD 2024, что позволит создать чертеж в формате А3, включая элементы графических примитивов и текстовые обозначения.

Практическая часть:

Шаг 1: Запуск системы AutoCAD

Для начала работы в AutoCAD 2024 необходимо запустить программу через меню:

1. Откройте меню **Пуск** на вашем компьютере.
2. Перейдите в раздел **Программы**.
3. Найдите и выберите папку **Autodesk**, затем выберите **AutoCAD 2024**.

Альтернативный способ — запуск через ярлык на рабочем столе: дважды щелкните левой кнопкой мыши по значку AutoCAD. После успешного запуска откроется главное окно программы, содержащее основные элементы интерфейса (см. рис. 1).

Шаг 2: Основные элементы интерфейса

Главное окно AutoCAD включает в себя:

- **Лента:** панель инструментов для доступа к основным функциям (команды рисования, редактирования, аннотации и т.д.).
- **Рабочая область:** основная зона для создания чертежей.
- **Командная строка:** для ввода команд вручную.
- **Статусная строка:** отображает текущие координаты и параметры чертежа.

Знание структуры интерфейса позволяет эффективно использовать возможности программы, ускоряя процесс проектирования.

Шаг 3: Настройка рабочей среды

Для комфортной работы с чертежами важно настроить рабочую среду:

- Выберите подходящий шаблон для чертежа
- (например, формат А3).

- Настройте сетку, единицы измерения и систему координат.
- Настройте параметры отображения для более точной работы.

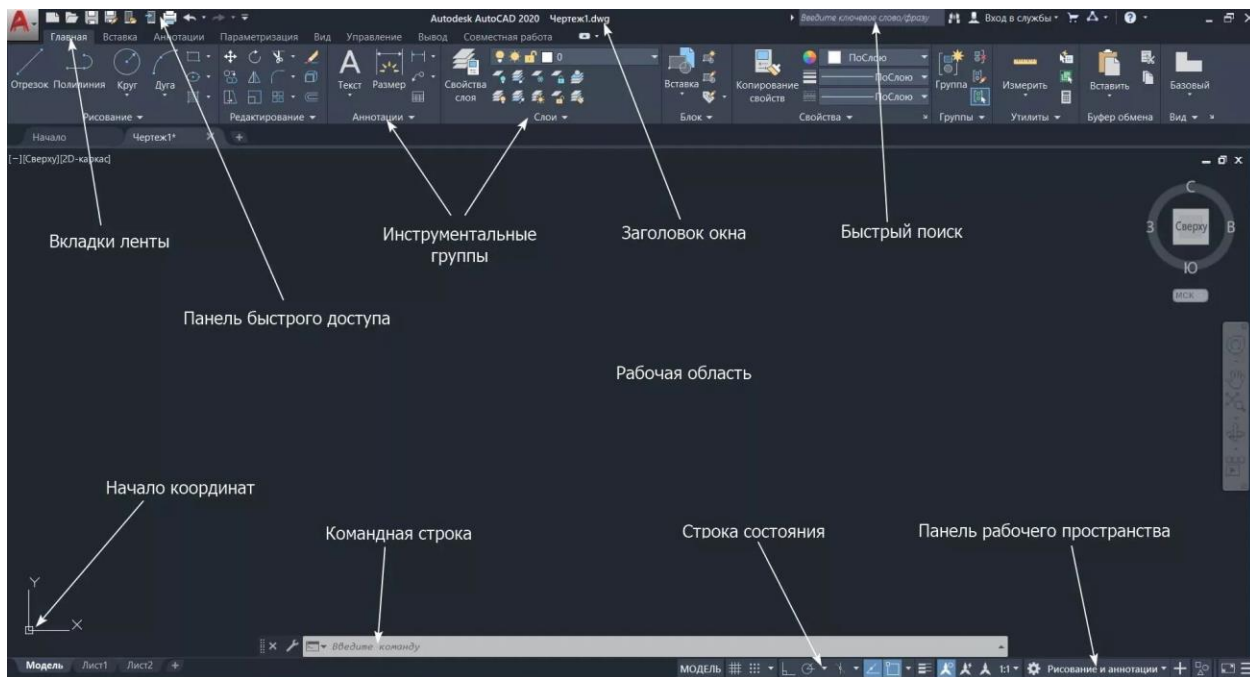


Рисунок 1 – Главное окно AutoCAD

Шаг 4: Команды рисования и редактирования

В AutoCAD предусмотрены различные инструменты для создания графических примитивов:

- **Линия**: создается с помощью команды **Line**.
- **Окружность**: команда **Circle** позволяет создать круг по заданному радиусу.
- **Прямоугольник**: с помощью команды **Rectangle** можно чертить прямоугольники заданных размеров.

После завершения создания чертежа необходимо сохранить его с расширением **.dwg**, что является стандартным форматом для файлов AutoCAD.

Главное окно AutoCAD состоит из множества элементов, которые обеспечивают удобство работы и взаимодействия с программой. Рассмотрим их подробнее:

1. Строка заголовка

Находится в верхней части окна и отображает название программы и текущего чертежа, над которым идет работа. Это полезно для быстрого понимания, с каким файлом вы работаете в данный момент.

2. Лента (Ribbon)

Основная панель инструментов, разделенная на вкладки и разделы, такие как "Начало", "Аннотации", "Редактирование" и другие. Каждая вкладка

содержит наборы команд, сгруппированных по категориям, которые используются для создания и редактирования объектов.

3. Панель инструментов быстрого доступа

Находится рядом со строкой заголовка и включает в себя такие часто используемые команды, как "Сохранить", "Отменить", "Повторить". Она помогает ускорить выполнение рутинных действий.

4. Область чертежа (Рабочая область)

Это центральная часть окна, где создаются и редактируются чертежи. В этой зоне пользователь выполняет все графические операции.

5. Строка команд

Расположена внизу окна и предназначена для ввода команд вручную, а также отображает системные сообщения и подсказки. Опытные пользователи AutoCAD часто используют строку команд для быстрой работы с программой.

6. Строка состояния

Находится в нижней части окна и отображает текущие параметры работы, такие как активная привязка, сетка, режим отображения и координаты курсора. Она помогает контролировать состояние чертежа и изменять настройки на ходу.

7. Окно навигации (ViewCube и SteeringWheel)

Это инструменты для навигации в 3D-пространстве. **ViewCube** позволяет вращать вид вокруг чертежа, а **SteeringWheel** предоставляет доступ к дополнительным инструментам навигации, таким как панорамирование, приближение и вращение.

8. Область палитр

Боковые панели, на которых размещаются такие инструменты, как свойства объектов, работа со слоями, использование блоков и другие. Эти панели можно настраивать в зависимости от потребностей пользователя.

Кроме этих основных элементов, внизу графического экрана находятся:

- **Вкладки Модель (Model), Лист1 (Layout1), Лист2 (Layout2).** Эти вкладки служат для переключения между пространствами модели и листа. Пространство модели используется для проектирования, а пространство листа — для подготовки чертежей к печати. По умолчанию активна вкладка **Модель (Model)**, где создается основная часть чертежей.

- **Треугольные кнопки** для навигации между вкладками.
- **Горизонтальная линейка прокрутки** для удобного перемещения по рабочему пространству.

Завершение работы в AutoCAD:

Для завершения работы с программой можно воспользоваться одним из следующих методов:

- Перейти в меню **Файл** и выбрать команду **Выход**.
- Нажать комбинацию клавиш **Alt + F4**.
- Щелкнуть на кнопку **Заккрыть**  в правом верхнем углу окна AutoCAD.

Этот шаг завершает сессию работы, и программа предложит сохранить все несохраненные изменения перед выходом.

1.1.2. Команды системы AutoCAD 2024

Управление AutoCAD осуществляется посредством выполнения различных команд, которые могут быть введены тремя основными способами:

1. Через падающие меню

Команды выбираются из меню, которые раскрываются при щелчке мышью. Например, команда для рисования линии может быть найдена в меню: **Рисование** → **Линия**. Этот способ удобен для новичков, так как предоставляет визуальный доступ ко всем командам.

2. С помощью панелей инструментов

Панели инструментов содержат наборы иконок, каждая из которых представляет определённую команду. Например, на панели инструментов **Рисование** есть значок для команды "Линия". Это позволяет быстрее запускать часто используемые команды, не переходя в меню.

3. Ввод через командную строку

Опытные пользователи предпочитают вводить команды напрямую через командную строку. Например, для запуска команды рисования линии можно ввести слово **line** и нажать **Enter**. Этот метод ускоряет процесс работы, особенно если пользователь знаком с горячими командами.

Пример выполнения команды:

Возьмём команду рисования линии:

- Через меню: перейдите в меню **Рисование** и выберите пункт **Линия**.
- С помощью панели инструментов: найдите значок линии на панели инструментов **Рисование** и щёлкните по нему.
- Через командную строку: введите команду **line** в строку команд и нажмите **Enter**.

Нажатие клавиши Enter

После ввода команды или её опций необходимо нажать клавишу **Enter** для выполнения действия. AutoCAD ждет подтверждения выполнения команды через **Enter**. Если вы повторно нажмёте **Enter** после завершения команды, программа автоматически повторит последнюю выполненную команду.

Использование мыши для выполнения команд

AutoCAD поддерживает использование мыши для выполнения большинства действий, таких как выбор объектов и команд. Мышь также используется для выбора параметров команд, изменения видов, перемещения и масштабирования чертежа.

Вызов недостающей панели инструментов

Если на экране отсутствует нужная панель инструментов, можно её активировать следующим образом:

1. Щёлкните правой кнопкой мыши на любой доступной панели инструментов.

2. В контекстном меню выберите нужную панель и щёлкните по её названию левой кнопкой мыши.

Это позволит восстановить любые скрытые панели и продолжить работу с необходимыми инструментами.

Таким образом, три способа ввода команд в AutoCAD предоставляют гибкость и возможность выбора наиболее удобного для пользователя метода, будь то работа через меню, панели инструментов или командную строку.

1.1.3. Настройка графического редактора AutoCAD 2024

В AutoCAD 2024 предусмотрено множество настроек, позволяющих адаптировать программу под потребности конкретного пользователя и требования чертежа. Рассмотрим основные параметры, которые важно настроить перед началом работы.

1.1.3.1. Единицы рисунка (Drawing Units)

AutoCAD поддерживает работу с различными единицами измерения — как линейными (миллиметры, дюймы), так и угловыми. Для выбора и настройки единиц измерения необходимо выполнить следующие действия:

1. Откройте меню **Формат (Format)** и выберите пункт **Единицы (Units)**.

2. В диалоговом окне **Единицы чертежа** (рис. 2) можно настроить:

○ **Линейные единицы:** выберите между десятичными, архитектурными, инженерными, дробными или научными единицами. Для стандартных чертежей чаще всего выбираются десятичные единицы (**Decimals**).

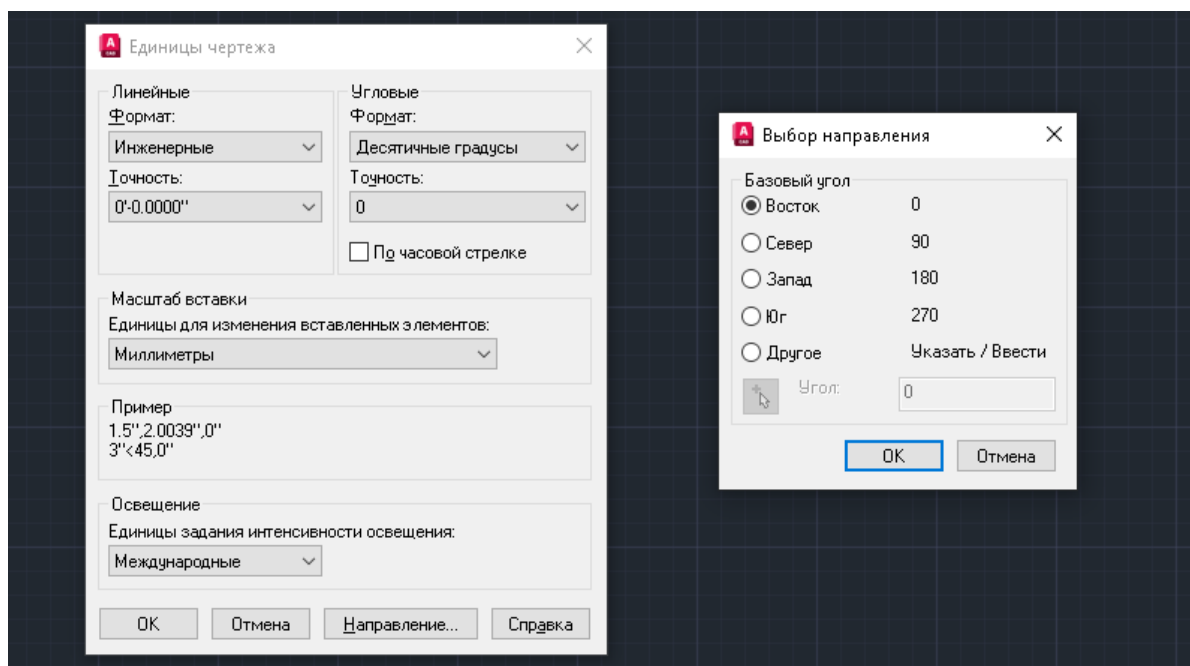


Рисунок 2 – Окно Единицы чертежа

◦ **Точность (Precision):** укажите необходимую точность для отображения чисел, например, до двух или трёх знаков после запятой.

◦ **Угловые единицы:** выберите **Десятые градуса (Decimal Degrees)** для измерения углов.

◦ **Направление (Direction):** для угловых измерений по умолчанию используется восточное направление (East) в качестве нулевого угла, но можно задать и другое направление через кнопку **Direction**.

1.1.3.2. Лимиты рисунка (Drawing Limits)

Лимиты чертежа определяют границы рабочей области. По умолчанию используется формат A3 (420x297 мм), но его можно изменить:

1. Откройте меню **Формат** и выберите команду **Лимиты рисунка (Limits)**.

2. В командной строке введите координаты левого нижнего угла чертежа, например, **0,0**, и нажмите **Enter**.

Specify lower left corner or [ON/OFF] <0.0000,0.0000>:

3. Введите координаты правого верхнего угла, например, **210, 297** для формата A4, и нажмите **Enter**.

upper right corner <210.0000,297.0000>:

4. Для отображения всей рабочей области выберите пункт меню **Отображение (View) → Масштаб (Zoom) → Все (Extents)**.

1.1.3.3. Загрузка типов линий

Типы линий позволяют настраивать отображение чертежа для различных элементов, таких как осевые или штриховые линии. Чтобы загрузить дополнительные типы линий:

1. Откройте меню **Формат (Format)** и выберите пункт **Тип линии (Linetype)**.

2. В диалоговом окне **Менеджер типов линий (Linetype Manager)** щёлкните на кнопку **Загрузка (Load)** (рис. 3).

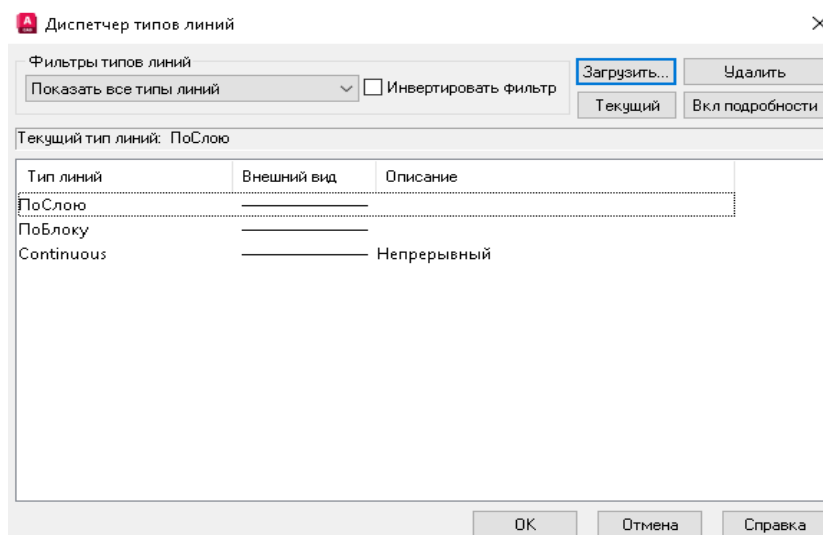


Рисунок 3 – Диалоговое окно Диспетчера типов линий

3. В диалоговом окне **Загрузка/перезагрузка типов линий (Load/Reload Linetypes)** выберите нужные линии, например, **ISO dash (Штриховая)** и **Center (Осевая)** (рис. 4), и нажмите **ОК**.

4. После этого нажмите **ОК** в окне Менеджера типов линий для завершения процесса.

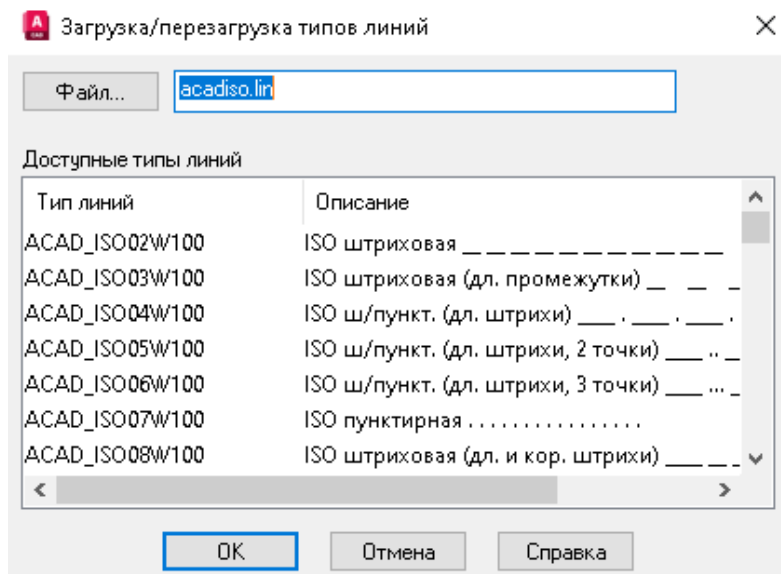


Рисунок 4 – Диалоговое окно Загрузки/перезагрузки типов линий

1.1.3.4. Установка слоев

Чертежи в AutoCAD организованы с использованием слоев. Каждый слой можно настроить отдельно: задать цвет, тип линий и другие параметры. Чтобы создать или настроить слой:

1. Откройте меню **Формат (Format)** и выберите пункт **Слой (Layer)**. Откроется диалоговое окно **Диспетчера свойств слоев (Layer Properties Manager)** (рис. 5).

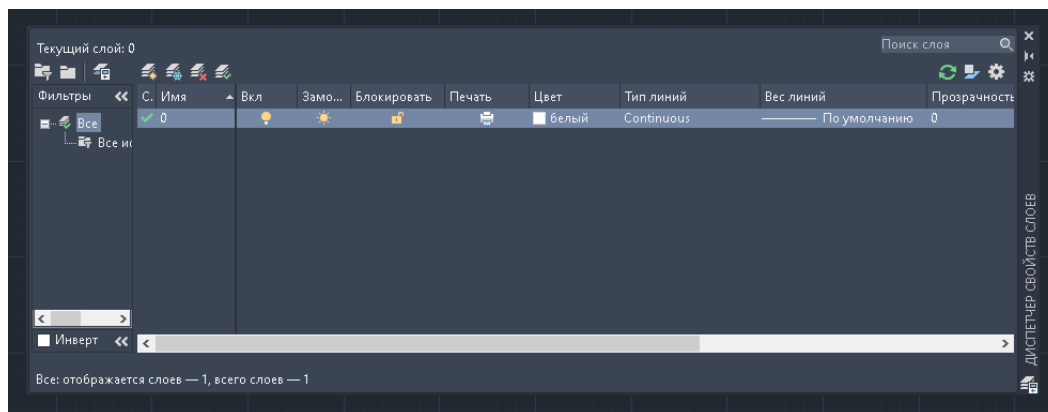


Рисунок 5– Диалоговое окно диспетчера свойств слоев

2. Для создания нового слоя нажмите на пиктограмму **Новый слой (New Layer)** или выберите эту команду из контекстного меню.

3. В окне создания слоя (рис. 6) укажите:

- **Имя слоя (Name).**
- **Цвет слоя (Color).**
- **Тип линии (Linetype)** для данного слоя.
- **Дополнительные характеристики слоя,** такие как включение/выключение, заморозка (Freeze), блокировка (Lock).

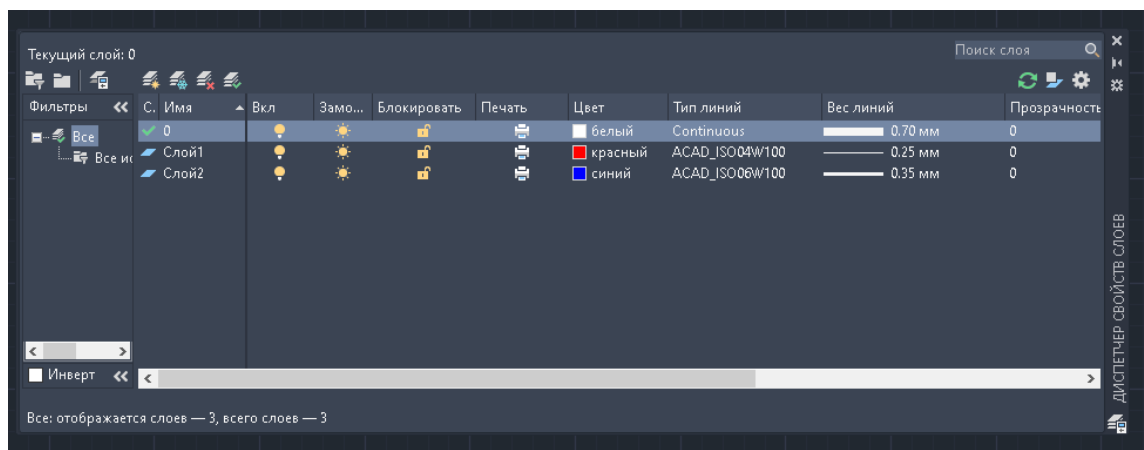


Рисунок 6 – Создание новых слоёв

Каждый слой может быть включен или выключен, заморожен или закрыт для редактирования. Это позволяет управлять видимостью и доступом к различным элементам чертежа.

1.1.3.5. Вспомогательные режимы рисования

Для точного рисования в AutoCAD предусмотрены различные вспомогательные режимы:

- **Сетка (Grid):** шаг сетки по умолчанию составляет 10 мм. Включается/выключается нажатием клавиши **F7** или команды **GRID** в командной строке.
- **ОПТО (Ortho):** этот режим позволяет чертить только вертикальные и горизонтальные линии. Включается/выключается нажатием клавиши **F8** или соответствующей кнопки в строке состояния.
- **Привязка (Snap):** при включённой привязке курсор перемещается только по узлам сетки. Активируется/деактивируется клавишей **F9** или командой **SNAP** в командной строке.

Эти режимы помогают создавать точные и аккуратные чертежи, облегчая выравнивание и позиционирование объектов.

1.1.4. Графические примитивы AutoCAD

Команды рисования графических примитивов в AutoCAD можно запустить через меню **Рисование** или с помощью панели инструментов **Рисование** (см. рис. 7). Если панель инструментов отсутствует, щелкните правой кнопкой мыши на любой открытой панели инструментов и активируйте нужную через появившееся окно настройки.



Рисунок 7 – Панель инструментов Рисование

1.1.4.1. Точка (Point)

Команда вызывается через пиктограмму  или меню **Рисование\Точка\Одиночная точка**. Для множества точек используется команда **Рисование\Точка\Несколько точек**. Координаты точки можно задать мышью или с клавиатуры.

1.1.4.2. Линия (Line)

Вызов команды через пиктограмму  или меню **Рисование\Линия**. Указываются координаты начальной точки и последующие координаты для создания ломаной линии. Для завершения рисования нажмите **Enter**.

1.1.4.3. Окружность (Circle)

Команда вызывается через пиктограмму  или меню **Рисование\Окружность**. Можно выбрать следующие опции для построения окружности:

- **Центр, Радиус**: задать центр и радиус окружности;
- **Центр, Диаметр**: задать центр и диаметр окружности;
- **По двум точкам**: задать диаметр через две точки;
- **По трём точкам**: задать окружность через три точки;
- **Касательная-Касательная-Радиус**

и **Касательная-Касательная-Касательная** для построения окружности по касательным.

1.1.4.4. Дуга (Arc)

Команда дуги вызывается через пиктограмму  или меню **Рисование\Дуга**. Среди возможных опций: построение дуги по трём точкам (Рис. 8), по начальной, центральной и конечной точкам, по углу или длине хорды.

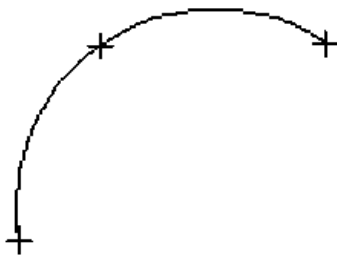


Рисунок 8 – Дуга по трем точкам

1.1.4.5. Полилиния (Pline)

Полилиния — это комбинация прямых и дуг. Вызов команды осуществляется через меню **Рисование\Полилиния** или щелкнуть на пиктограмме . Указываются начальная точка, ширина линии и следующие точки.

1.1.4.6. Мультилиния (Mline)

Мультилиния представляет собой несколько параллельных ломаных линий. Команда вызывается через меню **Рисование\Мультилиния**. Можно настроить стиль, масштаб или расположение мультилинии.

1.1.4.7. Прямоугольник (Rectang)

Вызов команды осуществляется через пиктограмму  или меню **Рисование\Прямоугольник**. Для создания прямоугольника указываются координаты первой и второй угловой точки. Можно также задать длину и ширину прямоугольника через командную строку.

1.1.4.8. Полигон (Polygon)

Команда полигона вызывается через пиктограмму  или меню **Рисование\Полигон**. Пользователь задаёт количество сторон, центр многоугольника и опцию вписанного или описанного полигона.

1.1.4.9. Эллипс (Ellipse)

Эллипс строится через меню **Рисование\Эллипс** по центру и радиусу или по двум точкам на главной оси. Есть возможность построить дугу эллипса.

1.1.4.10. Сплайн (Spline)

Команда для построения сплайнов вызывается через пиктограмму  или меню **Рисование\Сплайн**. Для фиксации кривой требуется трижды нажать **Enter**.

1.1.4.11. Кольцо (Donut)

Команда вызывается через меню **Рисование\Кольцо**. Необходимо указать внутренний и внешний диаметры, а также центр кольца.

1.1.5. Надписи

1.1.5.1. Настройка параметров текста

Перед созданием текста в AutoCAD необходимо настроить его параметры, которые объединяются в **стиль текста**. Стиль текста включает такие характеристики, как шрифт, высота, наклон и другие. Разные стили текста могут быть использованы для различных целей, например, для основной надписи или спецификации.

Настройка стиля текста выполняется через команду **Format (Формат) \ Text Style (Стиль текста)**, которая открывает диалоговое окно настроек (рис. 10).

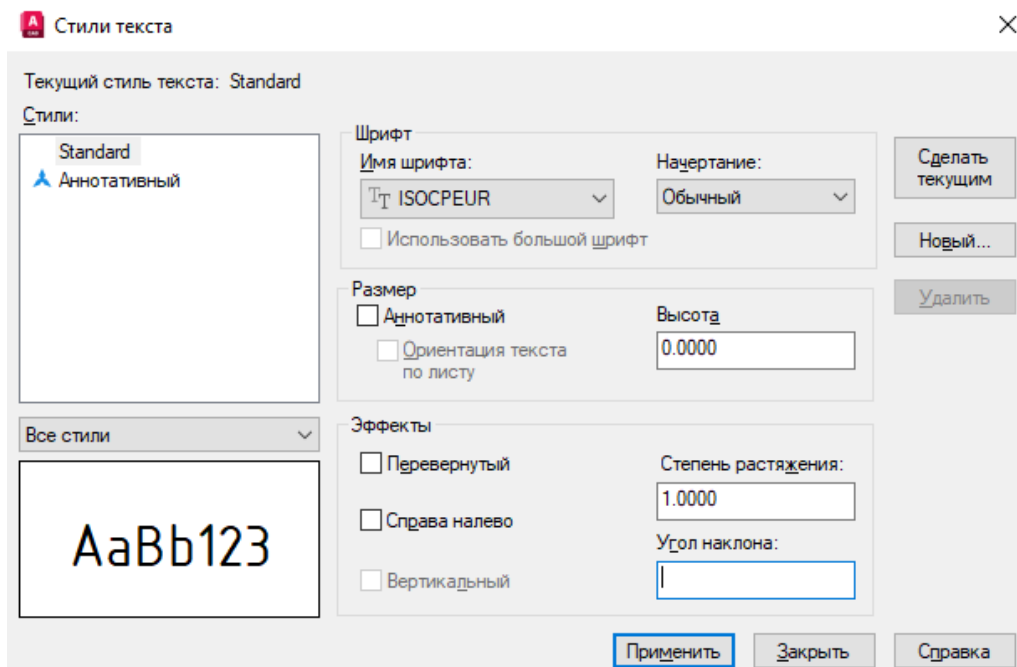


Рисунок 9 – Диалоговое окно настроек стиля текста

1. Для чертежей рекомендуется использовать шрифт **GOST type B**. При этом коэффициент ширины текста должен быть равен 1, что соответствует стандартной ширине.
2. Рекомендуется установить высоту текста 5.
3. После настройки стиля нажать **Назначить**, а затем **ОК**.

1.1.5.2. Создание надписей

В AutoCAD надписи могут быть созданы с помощью команд **TEXT** (ТЕКСТ) или **MTEXT** (МТЕКСТ). Команда **TEXT** создаёт однострочный текст, а **MTEXT** — многострочный.

1. TEXT (ТЕКСТ)

Команда для создания простых однострочных надписей. Её можно вызвать через пиктограмму или меню **Draw (Рисование) \ Текст \ Single Line Text (Однострочный текст)**.

- При запуске команды выводится информация о текущем текстовом стиле, например:

Текущий текстовый стиль: "Standard"

Высота текста: 2.5000

- Команда запрашивает указание начальной точки текста:

Specify start point of text or [Justify/Style]:

Укажите начальную точку текста (левая точка базовой линии текста) или выберите дополнительные опции: **Justification (Выравнивание)** или **Style (Стиль)**.

- Следующий запрос:

Specify height <5.0000>:

Укажите высоту текста. Для стандартных чертежей рекомендуется высота 5.

- Далее вводится угол поворота текста:

Specify rotation angle of text <0>:

Укажите угол поворота текста (обычно 0 для горизонтального текста).

- После этого система запрашивает ввод текста:

Enter text:

Введите текст (например, "Рабочий чертеж") и завершите его ввод нажатием клавиши **Enter**. Если нужно продолжить ввод, курсор автоматически переместится на новую строку. Для завершения команды нажмите **Enter**.

1.1.6. Ввод координат

В AutoCAD ввод координат возможен в двух вариантах: **абсолютные** и **относительные** координаты.

- **Абсолютные координаты:**

- Прямоугольные (декартовы) координаты вводятся в формате X,Y (координаты разделяются запятой).

- Полярные координаты: вводится радиус-вектор (r) и угол (A), обозначаемый в градусах против часовой стрелки (пример: r<A).

- **Относительные координаты** задают смещение от последней точки:

- Относительные декартовы координаты задаются в формате @X,Y (пример: @10,10).

- Относительные полярные координаты задаются в формате @r<A (пример: @70<30 — длина 70 мм, угол 30°).

Значения координат всегда связаны с некоторой системой координат, по умолчанию используется **Мировая система координат (МСК)**. На рисунке 11 представлена пиктограмма МСК: ось X направлена слева направо, ось Y — снизу вверх, ось Z — перпендикулярна экрану.

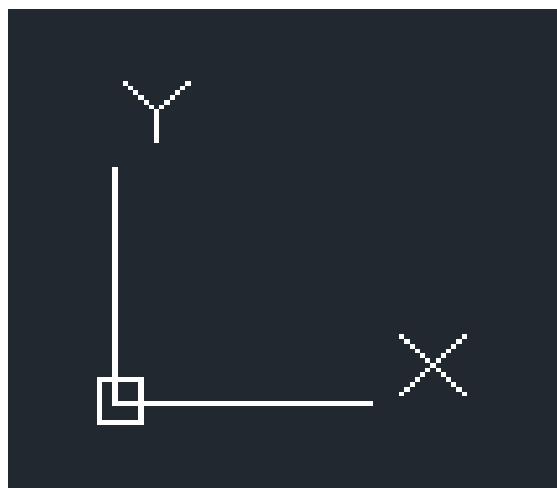


Рисунок 11 – Пиктограмма мировой системы координат

1.1.7. Загрузка и сохранение чертежей

Для сохранения чертежа нужно воспользоваться меню **File (Файл) \ Save (Сохранить)** или **Save As (Сохранить как)**. Откроется диалоговое окно

(рис. 12), где можно выбрать папку и задать имя файла, например "Формат А3". Затем нужно нажать кнопку **Сохранить**.

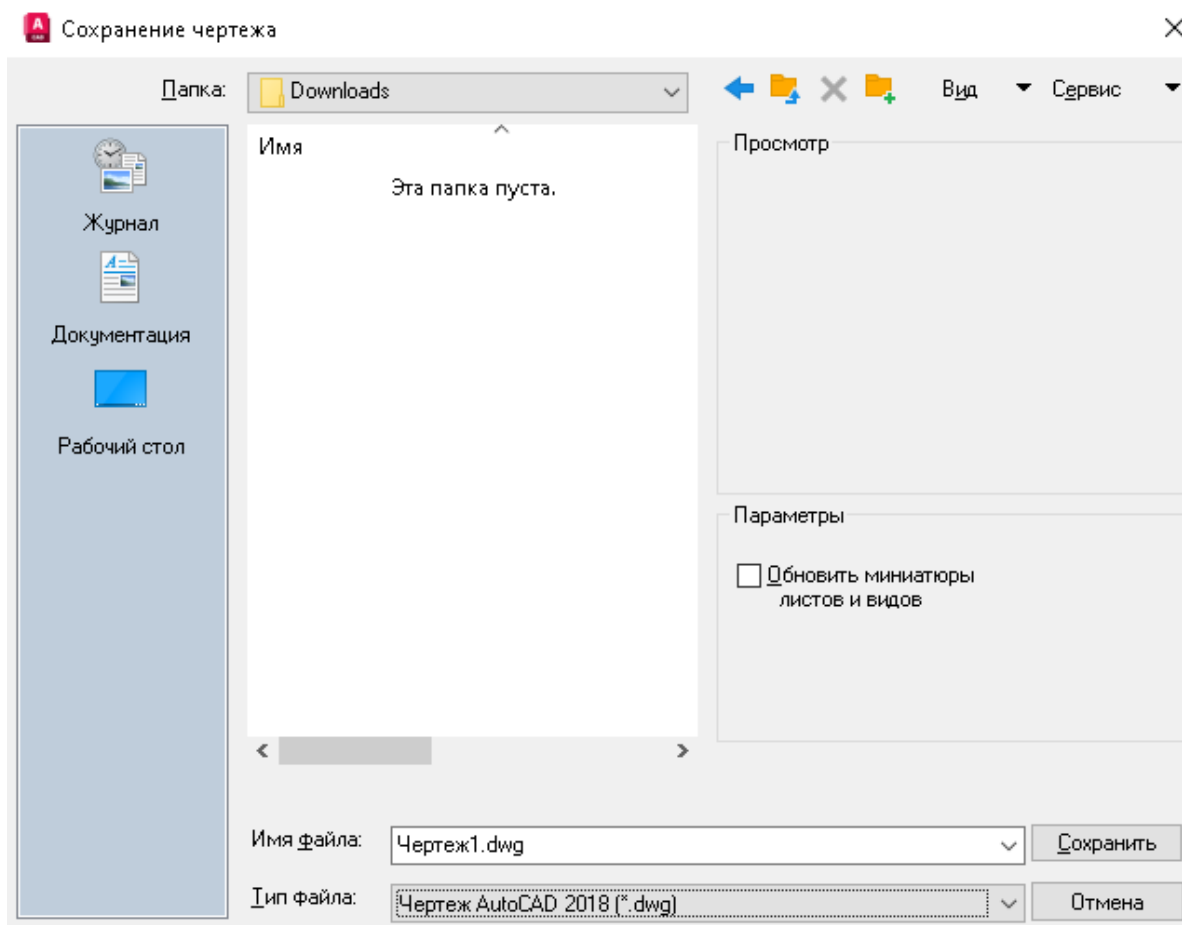


Рисунок 12 – Диалоговое окно сохранения чертежа

1.1.8. Задание на лабораторную работу №1

1. Изучить интерфейс **AutoCAD 2024** (разделы 1 и 2).
2. Выполнить начальные настройки редактора (раздел 3):
 - Установить границы чертежа (формат А3 — 420x297 мм).
 - Загрузить типы линий (ISO dash, Center).
 - Создать слои: 0 (сплошные линии, черный цвет), 1 (центровые линии, любой цвет), 2 (штриховые линии, любой цвет).
3. Изучить команды вычерчивания графических примитивов и создания надписей (раздел 4).
4. Вычертить рамку формата А3:
 - Щелкнуть на пиктограмме  **Линия** и ввести координаты начальной точки 0,0.
 - Включить режим ОРТО (F8), переместить мышь вправо и ввести 420.
 - Переместить мышь вверх и ввести 297.
 - Переместить мышь влево и ввести 420.
 - Ввести команду **C (close)** для завершения контура (рис. 13а).

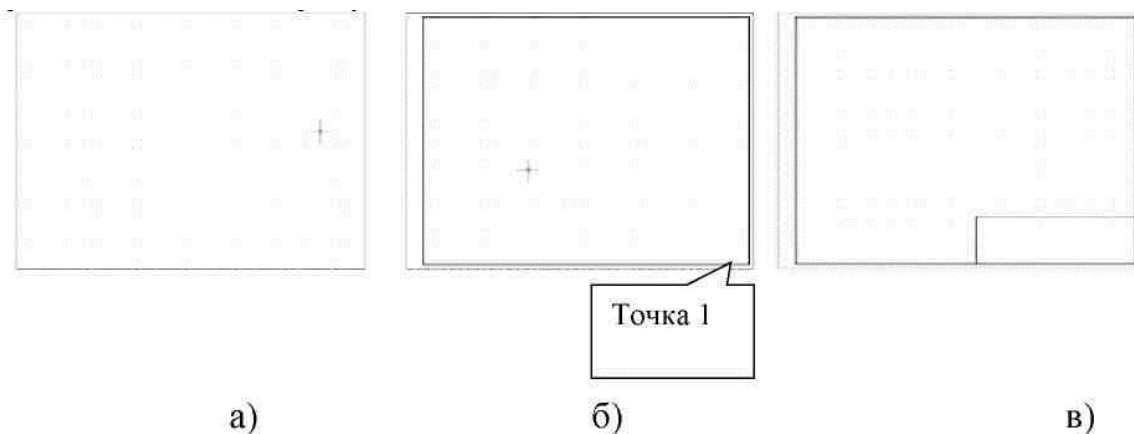


Рисунок 13 – Задание границ формата А3 и основной надписи.

5. Создать рамку для основной надписи:

- Щелкнуть на пиктограмме  **Ломаная**, ввести координаты начальной точки 20,5.
- Ввести команду **W** и задать ширину и высоту линии по 1 мм.
- Ввести размеры 395 мм вправо и 287 мм вверх.
- Завершить рамку командой **C (close)** (рис. 13б).

6. Создать габаритный прямоугольник для основной надписи (185x55 мм):

- Щелкнуть на пиктограмме  **Ломаная** и щелкнуть в точке 1 (рис. 13в).
- Ввести размеры 185 мм влево и 55 мм вверх.
- Завершить рамку двойным нажатием **Enter**.

7. Заполнить основную надпись, используя команду **Рисование \ Текст \ Однострочный** и шрифт **GOST type B**. Для надписей Изм., Лист и т. д. использовать шрифт 3.5. Название задания выполнить шрифтом 7.

Размеры основной надписи чертежа по ГОСТ 2.104-68 (форма 1). (Рис. 14).

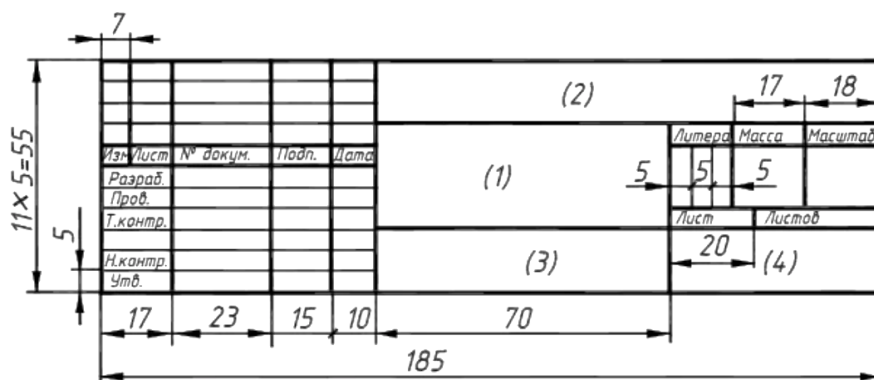


Рисунок 14 – Размеры основной надписи чертежа

8. Сохранить чертеж как файл **Формат А3**.

Дополнительно: Создать шаблон формата А4 (210x297 мм) и сохранить его для лабораторной работы №2.

1.2. Лабораторная работа № 2

Тема: «Построение изометрических изображений»

Данная лабораторная работа «**Выполнение чертежей детали в изометрии**» в рамках курса **инженерной графики** направлена на освоение основ построения изометрических изображений в AutoCAD.

Цель работы:

Научиться создавать изометрические изображения в AutoCAD и выполнить изометрию детали.

Практическая часть:

1.2.1. Изометрические изображения в AutoCAD

Для создания изометрии в AutoCAD рекомендуется использовать следующие инструменты и команды:

- **Команда Isometric snap:**
 - Для включения изометрической привязки, используйте меню **Tools\Drafting settings\ Isometric snap** (Средства \ Установки эскиза \ Изометрическая привязка).
 - Эта команда позволяет выбрать плоскость для рисования в изометрии и соответствующую ей пару осей (рис. 15). В изометрии, поскольку используются три плоскости (правая, левая, верхняя), можно переключаться между ними.

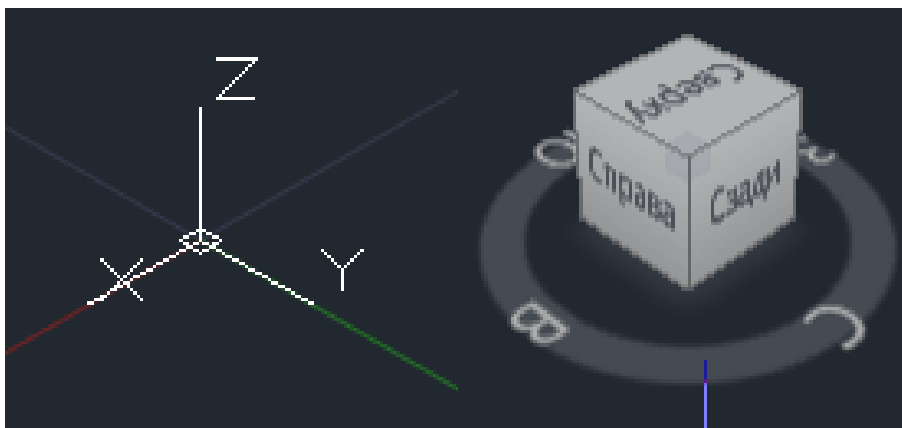


Рисунок 15 – Оси изометрической сетки привязки

- **Переключение плоскостей:**
 - Для переключения между изометрическими плоскостями используется клавиша **F5**.
 - При этом каждая плоскость ограничена двумя осями (например, правая плоскость имеет оси X и Z), с которыми можно работать.
- **Режим ОРТО:**

При построении изометрических изображений режим **ОРТО** (F8) позволяет ограничить рисование по двум осям плоскости, что обеспечивает точность создания линий под правильными углами.

Чертеж в изометрии выполняется в одной из трех плоскостей: правая, левая или верхняя, что позволяет представить объект в трехмерном виде на двумерной плоскости.

1.2.2. Режимы объектной привязки

Для обеспечения высокой точности при создании чертежей в AutoCAD 2024 используются режимы объектной привязки. Эти инструменты позволяют привязывать новые объекты к характерным точкам уже существующих элементов чертежа, что существенно упрощает процесс проектирования. Чтобы облегчить доступ к этим функциям, рекомендуется вывести на экран панель **Привязка объектов** (Рис. 16).

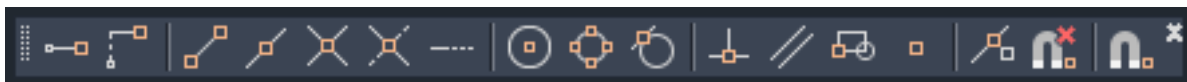


Рисунок 16 – Панель режимов объектной привязки

Для этого:

1. Щелкните правой кнопкой мыши по панели инструментов "Рисование".
2. В открывшемся контекстном меню выберите **Привязка объекта**.

Основные режимы объектной привязки в AutoCAD 2024:

-  **Отслеживание:** Используется для определения точек, связанных с уже существующими элементами чертежа. Включив этот режим и указав первую точку, AutoCAD активирует режим ОРТО, что ограничивает движение курсора по вертикальной или горизонтальной траектории от этой точки.
-  **Привязка к базовой точке:** Позволяет установить временную базовую точку, которая будет использована для построения последующих элементов.
-  **Привязка к конечной точке:** Привязывает курсор к ближайшей конечной точке отрезка или дуги.
-  **Привязка к средней точке:** Обеспечивает привязку к середине отрезка или дуги.
-  **Привязка к пересечению:** Позволяет привязываться к точкам пересечения различных объектов, таких как отрезки, дуги или окружности.
-  **Привязка к пересечению размеров:** Привязывает к точкам, где пересекаются размеры элементов.
-  **Привязка к расширению:** Этот режим полезен при необходимости построения линий, являющихся продолжением существующих объектов.

-  **Привязка к центру:** Привязывает к центру окружности или дуги.
-  **Привязка к квадранту:** Привязывается к одному из четырех квадрантов окружности или дуги, определяемых углами 0°, 90°, 180° и 270°.
-  **Привязка к касательной:** Привязывает курсор к точке на окружности или дуге, где касательная линия касается объекта.
-  **Привязка к перпендикуляру:** Привязывает к точке, находящейся на перпендикуляре к объекту от последней указанной точки.
-  **Привязка к параллели:** Удобна для построения объектов, параллельных уже существующим.
-  **Привязка к вставке:** Привязывается к точкам вставки блоков, текста или атрибутов.
-  **Привязка к узлу:** Используется для привязки к примитивам типа "точка".
-  **Привязка к ближайшей точке:** Автоматически находит ближайшую точку на объекте.
-  **Отключение привязки:** Отключает все активные режимы объектной привязки.

 **Выбор режима привязки:** **Настройка текущих параметров привязки выполняется через вкладку Object Snap (Объектная привязка) в диалоговом окне Drafting Settings (Настройки черчения) (Рис. 17).**

Активация режимов привязки

В AutoCAD 2024 есть два способа активации режимов привязки:

1. **Разовые привязки:** Действуют только на текущую операцию.
2. **Текущие привязки:** Работают постоянно, пока их не отключат. Для управления привязками можно использовать функциональную клавишу **F3**, которая включает или выключает все активные привязки одновременно.

При включении режимов привязки рядом с точкой появится маркер, показывающий активный режим, а его название отобразится в виде подсказки.

Редактирование объектов в изометрии

При работе с изометрическими чертежами часто возникает необходимость изменения формы, положения или других параметров уже существующих объектов. Эти задачи можно легко решить с помощью встроенных команд редактирования в AutoCAD 2024, таких как **MOVE** (Переместить), **SCALE** (Масштаб), **ROTATE** (Повернуть) и другие

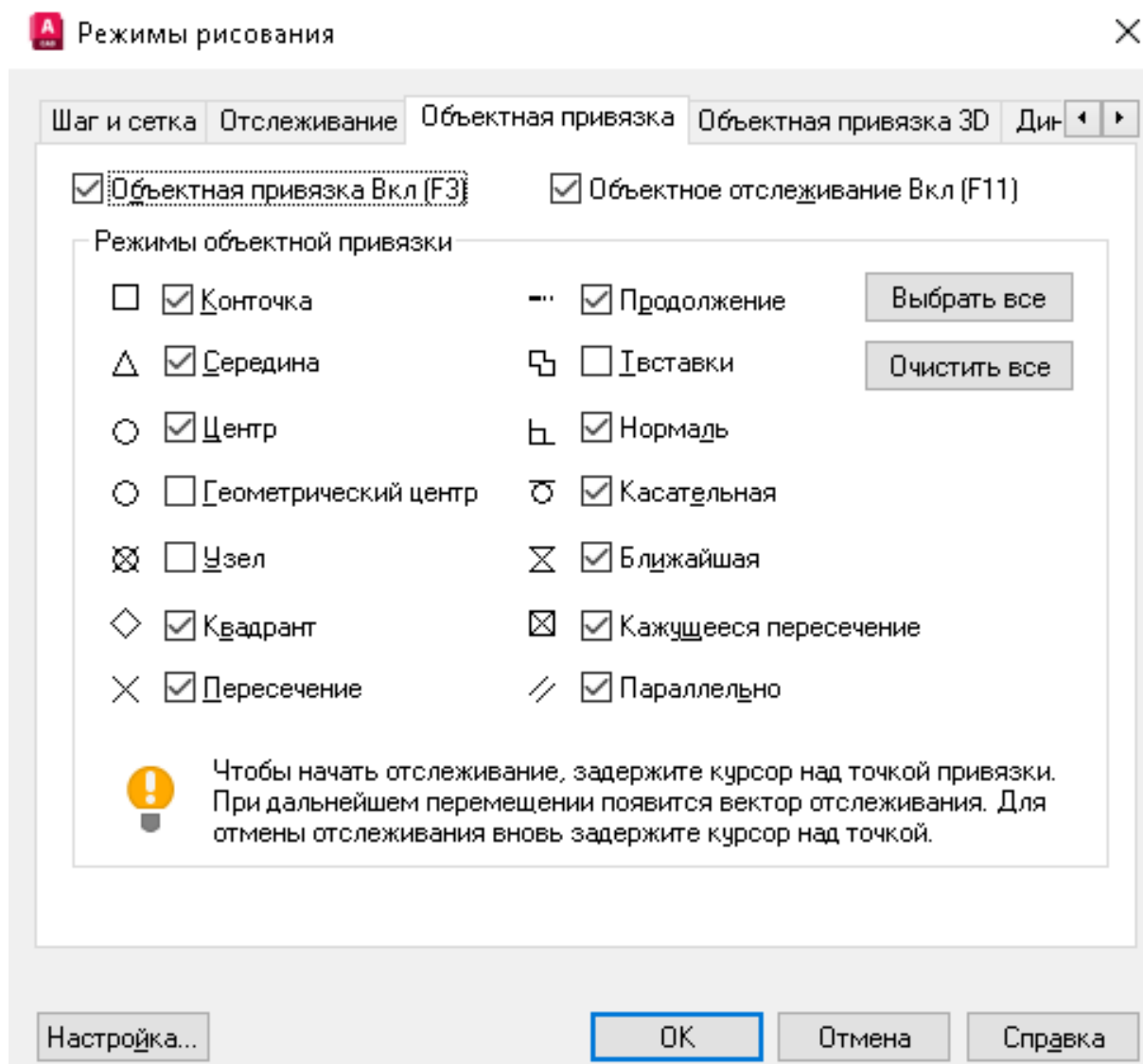


Рисунок 17 – Настройка параметров привязки

1.2.3. Команды редактирования чертежа

В AutoCAD 2024 команды редактирования позволяют изменять геометрию объектов, их местоположение и другие характеристики. Все основные команды редактирования собраны на панели **Modify** (Изменить) (Рис. 18). Эти команды можно разделить на две категории: базовые и более сложные инструменты для модификации объектов.

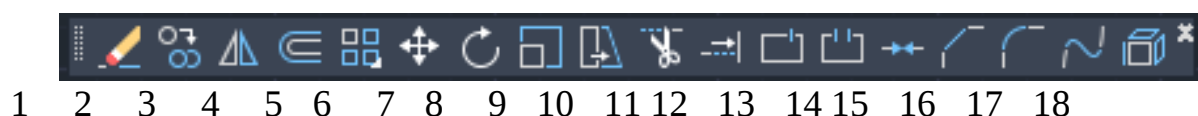


Рисунок 18 – Панель инструментов Изменить

Выделение объектов

Перед выполнением команд редактирования необходимо выделить объекты. AutoCAD 2024 позволяет это сделать несколькими способами:

- Щелчок по контуру объекта левой кнопкой мыши.
- **Выделение рамкой:** Указание мышью двух углов прямоугольника выделит все объекты, попавшие внутрь этого прямоугольника.

Для отмены выделения достаточно нажать клавишу **ESC**.

Основные команды редактирования:

1.2.3.1. Удаление объектов (Erase)

Команда **Erase** (Удалить) удаляет выбранные объекты. Вызывается через меню **Modify** → **Erase** (Изменить → Удалить).

1. В командной строке появится запрос:
 - Command: Select objects: – выберите объекты для удаления.
2. Укажите объекты, которые необходимо удалить, и нажмите **ENTER**.
- 3.

1.2.3.2. Копирование объектов (Copy)

Команда **Copy** используется для создания копий объектов. Вызывается через меню **Modify** → **Copy** (Изменить → Копировать).

1. В командной строке появятся запросы:
 - Command: Select objects: – выберите объекты для копирования.
2. Выберите нужные объекты и нажмите **ENTER**.
3. AutoCAD предложит указать базовую точку:
 - Specify base point or displacement: – укажите координаты базовой точки или перемещения.
4. Укажите точку, куда необходимо переместить копию:
 - Specify second point or displacement: – задайте вторую точку перемещения.

1.2.3.3. Зеркальное отображение (Mirror)

Команда **Mirror** позволяет создавать зеркальные копии объектов. Вызывается через меню **Modify** → **Mirror** (Изменить → Отразить).

1. В командной строке появятся запросы:
 - Command: Select objects: – выберите объекты для зеркального отображения.
2. Укажите первую точку оси отражения:
 - Specify first point of mirror line: – задайте координаты первой точки.
3. Укажите вторую точку оси симметрии:
 - Specify second point of mirror line: – задайте координаты второй точки.
4. Выберите, нужно ли удалять исходный объект:

○ Delete source objects? [Yes/No] <N>: – введите **Y**, если хотите удалить исходные объекты, или **N**, если объекты нужно оставить.

Эти команды позволяют эффективно редактировать объекты в AutoCAD 2024, обеспечивая точное управление и модификацию чертежей.

1.2.3.4. Offset (Создание параллельных объектов)

Команда **Offset** позволяет создать копии объектов, параллельные исходным, с заданным смещением. Для вызова команды можно использовать пиктограмму  на панели **Modify** или выбрать через меню **Modify\Offset** (Изменить\Смещение).

Запросы в командной строке:

1. Command: Specify offset distance or [Through] <Through>:
 - Укажите расстояние смещения (с клавиатуры) или выберите через точку на экране.
2. Select object to offset or <exit>:
 - Выберите объект, для которого хотите создать параллельную копию, или нажмите **Enter** для выхода из команды.
3. Specify point on side to offset:
 - Укажите сторону смещения, щелкнув мышью по нужной стороне объекта.

Примечание: команда не работает с объектами, выделенными заранее. После завершения команды нажмите **Enter**.

1.2.3.5. Array (Создание массивов)

Команда **Array** используется для многократного копирования объектов в виде массива. Вызывается через пиктограмму  или меню **Modify\Array** (Изменить\Массив).

В диалоговом окне **Массив** (Рис. 19) можно задать параметры:

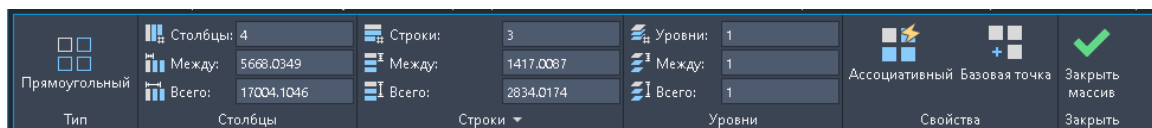


Рисунок 19 – Диалоговое окно Массив

1. Тип массива:

- Прямоугольный — объекты располагаются в колонках и рядах.
- Полярный — объекты располагаются по кругу или дуге (Рис. 20).

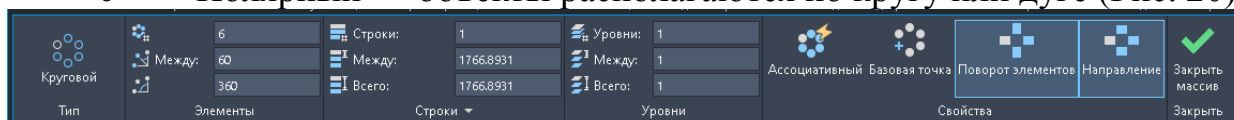


Рисунок 20 – Диалоговое окно для варианта полярного массива

2. Для прямоугольного массива укажите количество рядов и колонок, а также расстояние между ними (например, 50 мм).

3. Для полярного массива задайте центр массива:

○ Укажите координаты центра массива или используйте кнопку **Pick Center Point** (Установить центр массива) для выбора центра с помощью мыши.

4. Выберите метод создания массива:

- Общее число элементов и угол заливки.
- Общее число элементов и угол между ними.
- Угол заливки и угол между элементами.

5. Параметры поворота элементов массива можно задать опцией

Поворот элементов  для поворота каждого объекта массива относительно своей оси.

6.

1.2.3.6. **Move (Перемещение объектов)**

Команда **Move** позволяет перемещать объекты на чертеже. Вызвать её можно через пиктограмму  или меню **Modify\Move** (Изменить\Переместить).

Запросы в командной строке:

1. **Select objects:** — выберите объекты для перемещения и нажмите **Enter**.

2. **Specify base point or displacement:** — укажите базовую точку для перемещения или введите величину смещения.

3. **Specify second point of displacement or <use first point as displacement>:** — задайте новую точку, определяющую конечное положение выбранных объектов относительно первой точки.

Эта команда перемещает все выделенные объекты, основываясь на смещении, определённом относительно базовой точки.

1.2.3.7. **Rotate (Поворот объектов)**

Команда **Rotate** предназначена для поворота выбранных объектов вокруг указанной точки. Для вызова команды нажмите на пиктограмму  **Rotate** или выберите её через меню **Modify\Rotate** (Изменить\Вращать).

Запросы в командной строке:

1. **Command: Select objects**

- Выберите объекты для поворота и нажмите **Enter**.

2. **Specify base point:**

○ Укажите координаты базовой точки, вокруг которой будет производиться поворот.

3. **Specify rotation angle or [Reference]:**

○ Укажите угол поворота в градусах. Положительное направление поворота — против часовой стрелки.

○ Выберите опцию **Reference** (Опорный угол) для поворота относительно указанного начального и конечного углов.

Примечание: При повороте с использованием ссылки сначала указывается исходный угол объекта, затем его новый угол. Реальный угол поворота будет равен разности между этими значениями.

1.2.3.8. **Scale (Масштабирование объектов)**

Команда **Scale** используется для изменения размеров объектов на чертеже относительно базовой точки. Команда вызывается через пиктограмму

 **Scale** или меню **Modify\Scale** (Изменить\Масштаб).

Запросы в командной строке:

1. Command: Select objects

○ Выберите объекты для масштабирования и нажмите **Enter**.

2. Specify base point:

○ Укажите базовую точку, относительно которой будет произведено масштабирование.

3. Specify scale factor or [Reference]:

○ Введите коэффициент масштаба (например, 1 — без изменения, 2 — увеличение в 2 раза) или выберите опцию **Reference** для масштабирования по указанной ссылке.

Примечание: Косвенное масштабирование позволяет задать исходный и желаемый размеры объектов, на основе которых будет рассчитан коэффициент изменения.

1.2.3.9. **Stretch (Растяжение объектов)**

Команда **Stretch** применяется для растяжения частей объектов при сохранении их связей с другими частями чертежа. Вызывается через пиктограмму  **Stretch** или меню **Modify\Stretch** (Изменить\Растянуть).

Запросы в командной строке:

1. Command: Select objects:

○ Выберите объекты, которые необходимо растянуть, и нажмите **Enter**.

2. Specify base point or displacement:

○ Укажите базовую точку или величину перемещения.

3. Specify second point of displacement or <use first point as displacement>:

○ Укажите вторую точку для завершения растяжения.

Примечание: Команда **Stretch** работает только с объектами, выбранными рамкой, при этом будут растянуты только те части объектов, которые попали в рамку выделения.

1.2.3.10. **Trim (Обрезать)**

Команда **Trim** предназначена для отсечения лишних частей объекта по заданной режущей кромке. В AutoCAD 2024 эта команда позволяет точно обрезать линии, дуги, окружности и другие объекты по выбранным границам.

Для вызова команды используйте пиктограмму  **Trim** или выберите её через меню **Modify\Trim** (Изменение\Обрезать).

Запросы в командной строке:

1. Command: Select objects:
 - Выберите объект или объекты, которые будут служить режущей кромкой. Можно выбрать несколько объектов. Завершите выбор нажатием **Enter**.
 2. Select object to trim or shift-select to extend or [Project/Edge/Undo]:
 - Укажите объект для обрезки. Для удлинения объекта используйте **Shift** при выборе. Доступны также опции:
 - **Project** (Проекция): используется для обрезки объектов, учитывая 3D-проекции.
 - **Edge** (Кромка): позволяет обрезать объект за пределами его видимой границы.
 - **Undo** (Отменить): позволяет отменить последнее действие.
- Команда завершится после повторного нажатия **Enter**.



Рисунок 22– Пример обрезки объектов

1.2.3.11. **Extend** (Удлинение объектов)

Команда **Extend** предназначена для удлинения объектов до ближайшей граничной кромки. С её помощью можно быстро достроить линии и другие объекты до пересечения с другими элементами чертежа (Рис. 23).

Вызвать команду можно через пиктограмму  **Extend** или из меню **Modify\Extend** (Изменение\Удлинение).

Запросы в командной строке:

1. Command: extend

- Вы увидите текущие настройки, например: Current settings: Projection=UCS, Edge=None.
- 2. Select boundary edges...
- Выберите объекты, до которых необходимо удлинить другие объекты (граничные кромки). Выбор завершите нажатием **Enter**.
- 3. Select object to extend or shift-select to trim or [Project/Edge/Undo]:
- Укажите объект, который нужно удлинить. Для обрезки объекта можно использовать **Shift** при выборе. Повторите этот шаг для каждого удлиняемого объекта.
- 4. Команда завершится после повторного нажатия **Enter**.

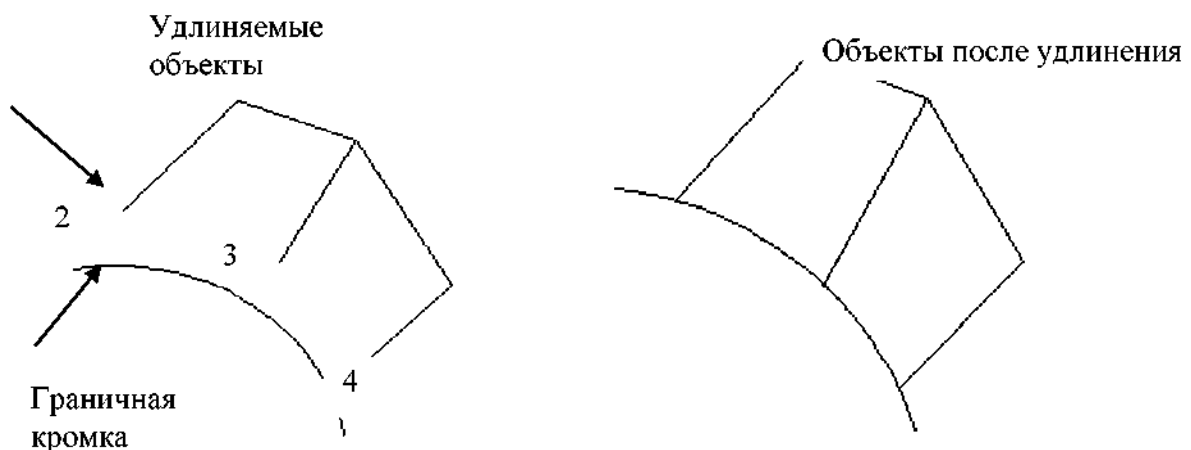


Рисунок 23 – Удлинение объектов

1.2.3.12.  Прервать в точке (рекомендуется для самостоятельного изучения)

1.2.3.13. Break (Прервать)

Команда **Break** предназначена для разрыва объектов, позволяя удалить или разъединить часть отрезков, дуг и других примитивов. В AutoCAD 2024 команда предлагает гибкие возможности для редактирования объектов на заданных точках.

Вызов команды:

Щёлкните на пиктограмме  **Break** или выберите её через меню **Modify\Break** (Изменение\Прервать).

Запросы в командной строке:

1. Select object:
 - Выберите объект, который нужно разорвать. Точка, где был выбран объект, считается точкой разрыва.
2. Specify second break point or [First point]:
 - Укажите координаты второй точки разрыва. Если первая и вторая точки не совпадают, часть объекта между ними будет удалена.

- Опция **[First point]** позволяет повторно указать первую точку для разрыва объекта.

1.2.3.14. Chamfer (Фаска)

Команда **Chamfer** используется для снятия фаски на пересекающихся линиях или отрезках, автоматически создавая скошенные углы на указанных элементах.

Вызов команды:

Щёлкните на пиктограмме  **Chamfer** или выберите через меню **Modify\Chamfer** (Изменение\Фаска).

Запросы в командной строке:

- Select first line or
[Polyline/Distance/Angle/Trim/Method/Multiple]:
 - Выберите первый отрезок или используйте опции:
 - Polyline** (Полилиния): позволяет создать фаску на полилиниях.
 - Distance** (Длина): задаёт длину фаски.
 - Angle** (Угол): позволяет задать угол фаски.
 - Trim** (Обрезка): задаёт, будет ли обрезан объект после создания фаски.
 - Method** (Метод): выбор метода построения фаски.
 - Multiple** (Несколько): позволяет применить фаски к нескольким объектам сразу.
- Specify first chamfer distance <0.0000>:
 - Укажите длину первой фаски, например, 50 мм.
- Specify second chamfer distance <50.0000>:
 - Укажите длину второй фаски, например, 40 мм.
- Select second line:
 - Выберите второй отрезок, на котором будет создана фаска.
 - Фаска с углом 45° будет применена между двумя выбранными отрезками.

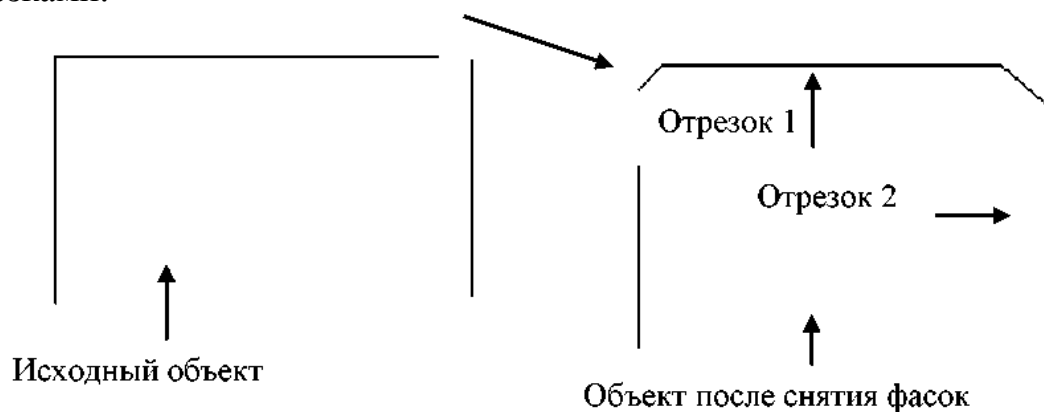


Рисунок 24 – Пример снятия фасок

1.2.3.15. Fillet (Сопряжение*)

Команда **Fillet** предназначена для создания плавного перехода между двумя объектами по дуге окружности. Это полезно при проектировании деталей, где требуется сглаживание острых углов.

Вызов команды:

Щёлкните на пиктограмме  **Fillet** или выберите через меню **Modify\Fillet** (Изменение\Сопряжение).

Примечание: В некоторых русифицированных версиях AutoCAD вместо термина *Сопряжение* могут использоваться термины *Обод* или *Желоб*.

Запросы в командной строке:

1. Select first object or
[Polyline/Radius/Trim/Multiple]:

- Выберите первый объект для сопряжения.
- Опции:
 - **Polyline** (Полилиния): выполнение сопряжения для всей полилинии.
 - **Radius** (Радиус): задаёт радиус сопряжения.
 - **Trim** (Обрезка): обрезает объекты после сопряжения.
 - **Multiple** (Несколько): позволяет применить сопряжение к нескольким объектам.

2. Specify fillet radius <0.0000>:

- Укажите радиус сопряжения. Например, 10 мм.

3. Select second object:

- Выберите второй объект для сопряжения.

Ключи команды **Fillet**:

- **P** (Polyline): позволяет выполнить сопряжение на всей полилинии.
- **T** (Trim): активирует или отключает обрезку объектов после сопряжения.
- **U** (Multiple): позволяет применить команду к нескольким парам объектов.

1.2.3.16. **Explode** (Взорвать)

Команда **Explode** используется для расчленения сложных объектов, таких как блоки, полилинии или составные элементы, на их отдельные примитивы.

Вызов команды:

Щёлкните на пиктограмме  **Explode** или выберите через меню **Modify\Explode** (Изменение\Взорвать).

Запросы в командной строке:

1. Select objects:

- Выберите объект, который нужно "взорвать" (расчленить), и нажмите клавишу **Enter**.

Команда разделяет составной объект на отдельные элементы, такие как линии, дуги или другие примитивы.

1.2.4. Вычерчивание объектов в изометрии

Изометрия в AutoCAD — это способ отображения трехмерных объектов на двумерной плоскости, при котором все три оси координат отклонены под углом 120° друг к другу. Для вычерчивания объектов в изометрии используются графические примитивы, такие как **Линия** и **Изокруг**. Также применяются режимы **ОРТО** (ORTHO on) и **объектная привязка**.

Пример 1. Построение куба с окружностями в изометрии

Задача: Построить в изометрии куб с ребром 60 мм, в каждую грань которого вписана окружность радиусом 30 мм (Рис. 25а).

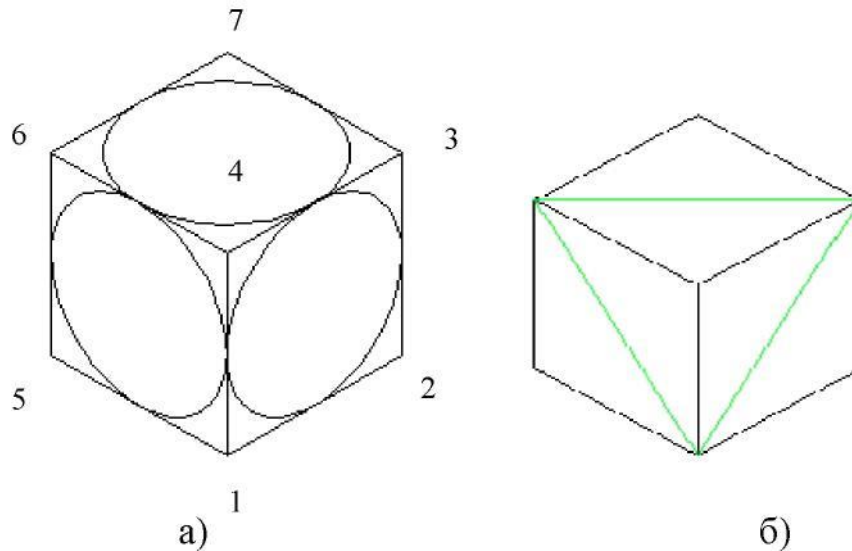


Рисунок 25 – Пример вычерчивания объекта в изометрии

Шаги построения:

1. **Включить изометрическую привязку:**
 - Перейти в меню **Средства** → **Установки эскиза** → **Привязка и сетка** → **Изометрическая привязка**.
 - Включить режимы объектной привязки.
2. **Рисование первой грани куба:**
 - Щёлкнуть на пиктограмме  **Линия** и указать первую точку, используя режим **ОРТО on**.
 - Переместить мышь вправо, ввести значение **60** (длина ребра куба) и нажать **Enter**. Это будет отрезок **12**.
 - Переместить мышь вверх, ввести **60** и нажать **Enter**. Это будет отрезок **23**.
 - Переместить мышь влево, ввести **60** и нажать **Enter**. Это отрезок **34**.
 - Ввести **C** (Close) и нажать **Enter** для замыкания четырёхугольника.
3. **Построение боковых граней куба:**
 - Нажать **F5** для переключения на левую изометрическую плоскость.
 - Прочертить отрезки **15**, **56**, и **64**.
4. **Построение верхней грани куба:**

○ Нажать **F5** для перехода в верхнюю изометрическую плоскость и нарисовать отрезки **67** и **73**.

5. Построение диагоналей:

○ С помощью команды **Линия** начертить диагонали граней куба для упрощения построения окружностей (Рис. 25б).

6. Построение окружностей:

○ Для окружностей используйте команду **Изокруг (Isocircle)**:

- Щёлкнуть на пиктограмме **Эллипс**.
- Ввести **i** с клавиатуры и нажать **Enter**.
- Указать центр эллипса (средняя точка диагонали).
- Нажать **f5** для выбора нужной изометрической плоскости.
- Ввести радиус **30** и нажать **Enter**.

Пример 2. Построение изометрии детали (Рис. 26в)

Задача: Построить изометрию детали, начиная с куба с ребром 60 мм и используя команду **Обрезать**.

1. Построение куба:

○ Начертить изометрию куба, как показано на Рис. 26а.

2. Применение команды "Обрежь":

○ Использовать команду **Обрежь**, выбрав два ребра верхней грани куба (точки 1 и 2 на Рис. 26б) в качестве режущих кромок.

○ Удалить лишние элементы, чтобы получить изометрическую проекцию детали.

3. Окончательный результат:

○ Результат после применения команды **Обрезать** показан на рис. 26в.

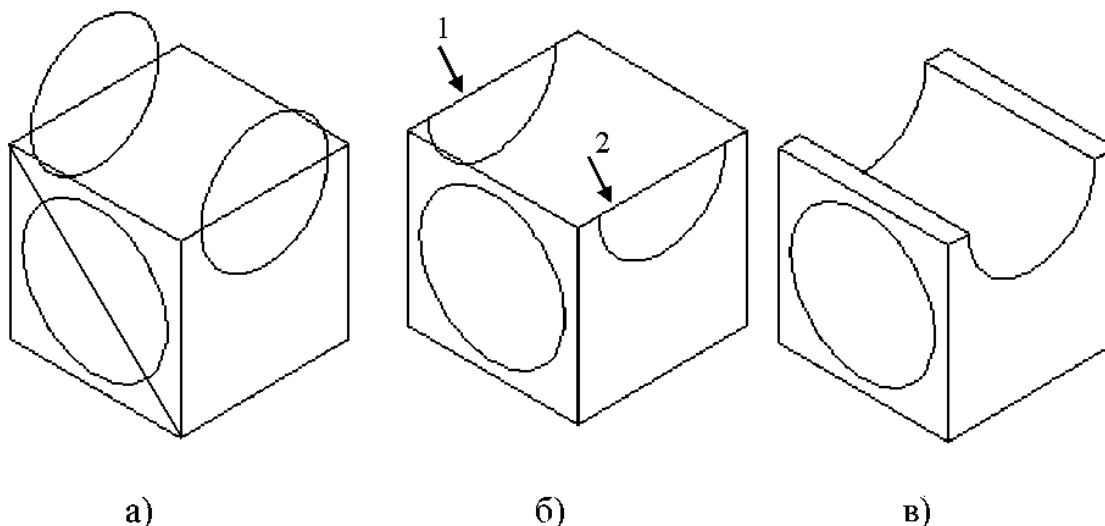


Рисунок 26. Вычерчивание изометрии детали с использованием команды «Обрежь».

Таким образом, для работы в изометрическом режиме в AutoCAD важно использовать специальные инструменты и команды, такие как **Изокруг** и **Обрежь**, что позволяет легко вычерчивать как простые, так и сложные объекты в изометрии.

1.2.5. Задание на лабораторную работу № 2

Задание:

1. Изучение режимов объектной привязки и редактирования примитивов (Разделы 2 и 3).

○ Для выполнения задания необходимо изучить команды привязки и редактирования, описанные в предыдущих разделах. Рекомендуется повторить примеры 1 и 2.

2. Загрузка шаблона формата A4.

○ Использовать подготовленный шаблон чертежа для формата A4, который можно загрузить с дискеты.

3. Выполнение изометрического чертежа.

○ Построить изометрический чертеж детали по индивидуальному заданию, используя размеры, указанные в задании.

4. Обводка чертежа.

○ Применить команду **Вес линии** для задания толщины линий:

- Перейти в меню **Формат** → **Вес линии**.
- В диалоговом окне **Установки толщины штрихов и линий** установить флажок на параметре **Толщина линии**.
- Указать нужную величину толщины линии и нажать **ОК**.

5. Заполнение основной надписи чертежа.

○ Ввести данные в основную надпись чертежа (например, название детали, номер задания, фамилия и имя студента и т.д.).

6. Сохранение чертежа на дискету.

○ Сохранить выполненный чертеж с именем **"Изометрия"** на дискету. Пример выполненного чертежа для лабораторной работы № 2 показан на **Рис. 27**.

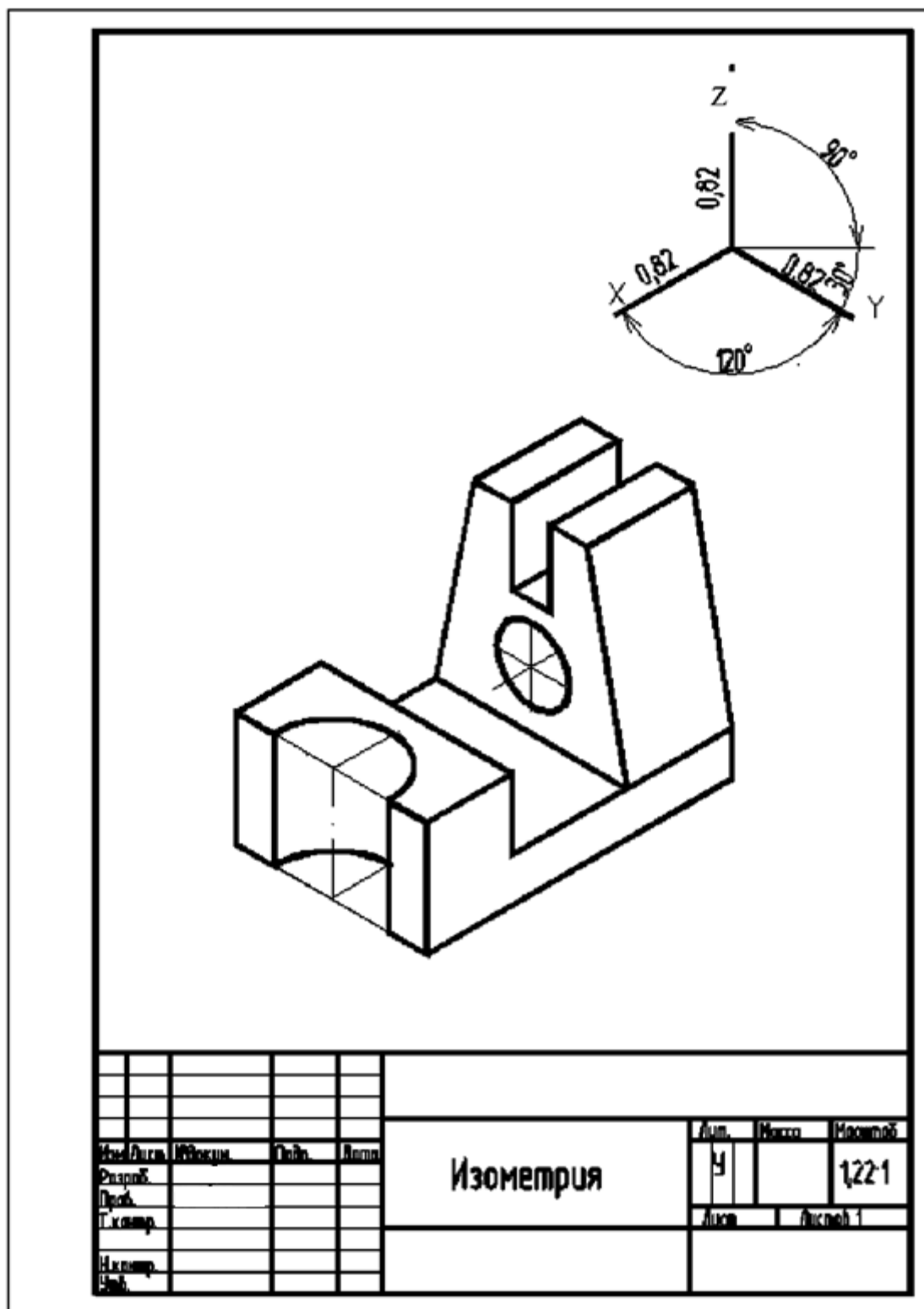


Рисунок 27 – Пример выполненной лабораторной работы № 2

1.3. Лабораторная работа № 3

Тема: Выполнение геометрических построений и автоматизированное нанесение размеров.

Цель:

Изучение команд для выполнения геометрических построений и нанесения размеров с помощью AutoCAD. Работа связана с темой инженерной графики «Сопряжения».

Практическая работа:

Выполнить чертеж прокладки с геометрическими построениями и нанесением размеров (см. **Рис. 45**).

1.3.1 Геометрические построения в AutoCAD

При черчении прокладок часто встречаются задачи по построению касательных к окружностям и сопряжений (плавных переходов по дуге окружности).

Для выполнения геометрических построений в AutoCAD используются следующие команды:

- **Отрезок** с режимом объектной привязки к касательной.
- **Окружность** с опцией **tan tan rad** (касательная, касательная, радиус).
- **Сопряжение** (желоб, обод).

1.3.1.1. Построение касательных к двум окружностям

Пример: Построение касательных линий к двум окружностям заданных радиусов (см. **Рис. 28**).

Порядок действий:

1. Щелкнуть на пиктограмме **Отрезок**.
2. Щелкнуть на пиктограмме **Привязать к касательной**.
3. Указать точку **1** на окружности (Рис. 28а).
4. Щелкнуть снова на **Привязать к касательной**.
5. Указать точку **2** на другой окружности (Рис. 28а).

Результат: Построенные касательные линии показаны на **Рис. 28б**.

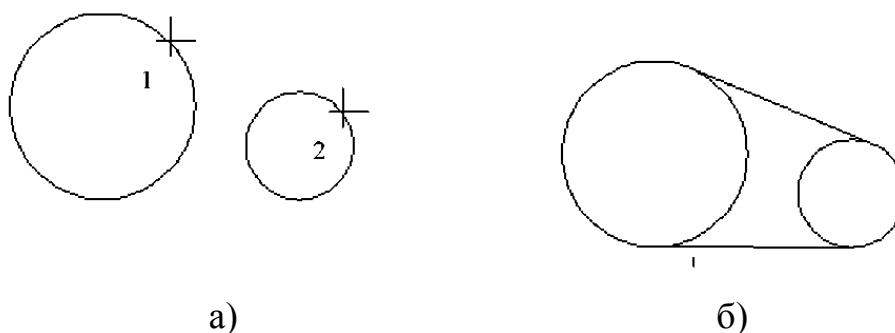


Рисунок 28 – Построение касательных к двум окружностям

Таким образом, выполнение данных лабораторных работ помогает закрепить навыки работы с геометрическими построениями, изометрией и нанесением размеров в AutoCAD, что является важной частью инженерной графики.

1.3.1.2. Сопряжение двух пересекающихся прямых (рис. 29 а).

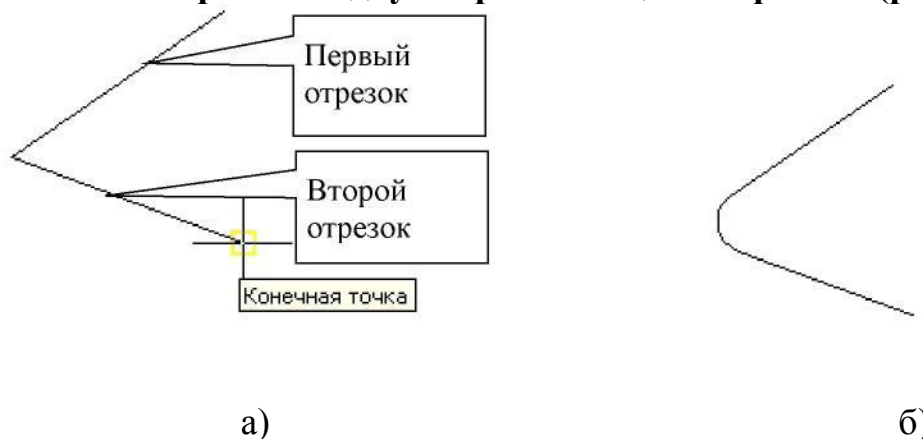


Рисунок 29 – Сопряжение двух пересекающихся прямых

Задача: Построение сопряжения (плавного перехода) между двумя пересекающимися прямыми с заданным радиусом дуги сопряжения. Результат представлен на рис. 29б.

Порядок построения:

1. Щелкнуть на пиктограмме  **Сопряжение** (может называться **Обод** или **Желоб** в русифицированных версиях AutoCAD).
2. Щелкнуть правой кнопкой мыши, чтобы открыть контекстное меню, и выбрать команду **Radius** (Радиус).
3. Ввести значение радиуса, например 30, с клавиатуры и нажать **Enter**.
4. В командной строке появится запрос:
 - **Select first object or [Polyline/Radius/Trim/mUltiple]** (Выберите первый объект или [Полилиния/Радиус/Обрезка/Несколько]). Щелкнуть на первом отрезке.
5. В командной строке появится запрос:
 - **Select second object** (Выберите второй объект). Щелкнуть мышью на втором отрезке.

Результат будет таким, как показано на рис. 29б.

1.3.1.3. Внешнее сопряжение двух окружностей

Задача: Построение внешнего сопряжения между двумя окружностями, используя заданный радиус дуги сопряжения. Результат показан на рис. 30б.

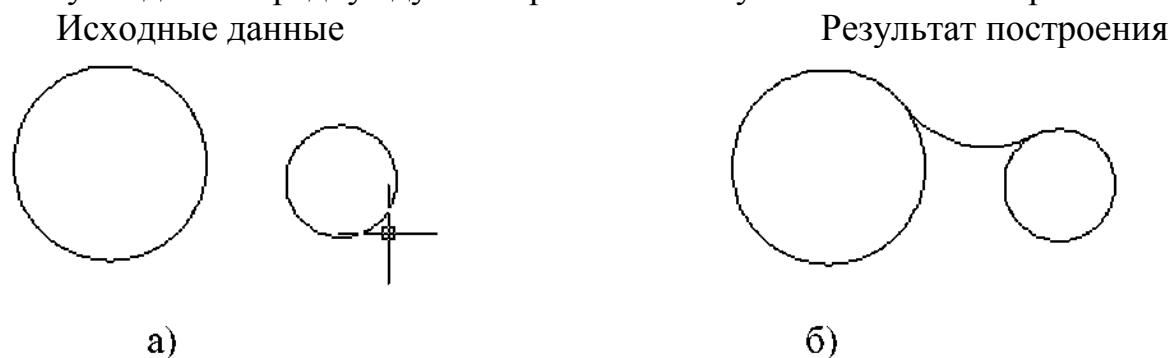


Рисунок 30 – Построение внешнего сопряжения двух окружностей

Исходные данные:

На чертеже заданы координаты центров и радиусы двух окружностей. Радиус дуги сопряжения также известен (см. рис. 30а).

Порядок построения:

1. Щелкнуть на пиктограмме **Сопряжение** (может называться **Обод** или **Желоб**).
2. Щелкнуть правой кнопкой мыши, открыть контекстное меню и выбрать команду **Radius** (Радиус).
3. Ввести значение радиуса, например 30, с клавиатуры и нажать **Enter**.
4. В командной строке появится запрос:
 - **Select first object or [Polyline/Radius/Trim/mUltiple]** (Выберите первый объект или [Полилиния/Радиус/Обрезка/Несколько]). Щелкнуть на первой окружности.
5. В командной строке появится запрос:
 - **Select second object** (Выберите второй объект). Щелкнуть мышью на второй окружности.

Результат построения показан на Рис. 30б.

1.3.1.4. Внутреннее сопряжение двух окружностей

Задача: Построение внутреннего сопряжения между двумя окружностями по заданным радиусам и координатам центров окружностей, с использованием радиуса дуги сопряжения.

Исходные данные: Две окружности заданы по их радиусам и координатам центров. Необходимо построить дугу сопряжения (см. **Рис. 31а**).

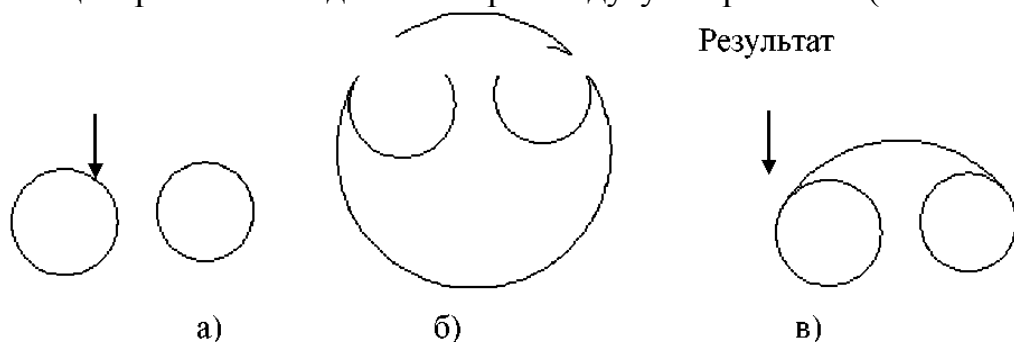


Рисунок 31 – Внутреннее сопряжение окружностей

Порядок построений:

1. Щелкнуть на пиктограмме **Окружность**.
2. Щелкнуть правой кнопкой мыши, чтобы открыть контекстное меню, и выбрать опцию **Ttr** (tan, tan, radius — касательная, касательная, радиус).
3. В командной строке появится запрос:
 - **Specify point on object for first tangent of circle** (Укажите точку на объекте для первой касательной окружности). Щелкнуть левой кнопкой мыши на первой окружности.
4. В командной строке появится запрос:

○ **Specify point on object for second tangent of circle** (Укажите точку на объекте для второй касательной окружности). Щелкнуть левой кнопкой мыши на второй окружности.

5. В командной строке появится запрос:

○ **Specify radius of circle <57.6040>** (Укажите радиус окружности). Ввести значение радиуса дуги сопряжения с клавиатуры и нажать **Enter**.

6. Результат построения будет таким, как показано на **Рис. 31б**.

7. Для удаления лишней части окружности, находящейся ниже точек сопряжения, использовать команду  **Обрежь**, выбрав в качестве режущих кромок исходные окружности.

Окончательный результат показан на **Рис. 31в**.

1.3.2. Нанесение размеров

Размеры отображают геометрические величины объектов, расстояния между ними и углы, а также координаты отдельных точек. В AutoCAD существует 11 типов размеров, которые можно разделить на три основные категории: **линейные**, **радиальные** и **угловые**.

Для простановки размеров можно использовать меню **Dimension** (Измерение) или воспользоваться пиктограммами на одноименной панели инструментов (см. **Рис. 32**).



Рисунок 32 – Панель Размер

Элементы размеров:

- **Размерная линия** — линия со стрелками, параллельная соответствующему измерению.
- **Размерные стрелки**.
- **Выносные линии** — соединяют объект с размерной линией.
- **Размерный текст** — содержит величину размера и дополнительную информацию.
- **Выноски** — используются, если размерный текст не может быть размещен рядом с объектом.

1.3.2.1 Настройка размерного стиля

Размерный стиль — это именованная совокупность значений переменных, определяющих вид и оформление размеров на чертеже.

Для работы с размерными стилями используется команда **DIMSTYLE** (Стиль размера), открывающая диалоговое окно **Dimension Style Manager** (Настройка стилей размеров) (см. **Рис. 33**).

Порядок настройки размерного стиля:

1. Щелкнуть на кнопке **Изменить**.

2. В открывшемся диалоговом окне **Modify Dimension Style** (Настройка стилей размеров): ISO-25 (см. Рис. 34) перейти на вкладку **Линии и стрелки** для редактирования параметров.

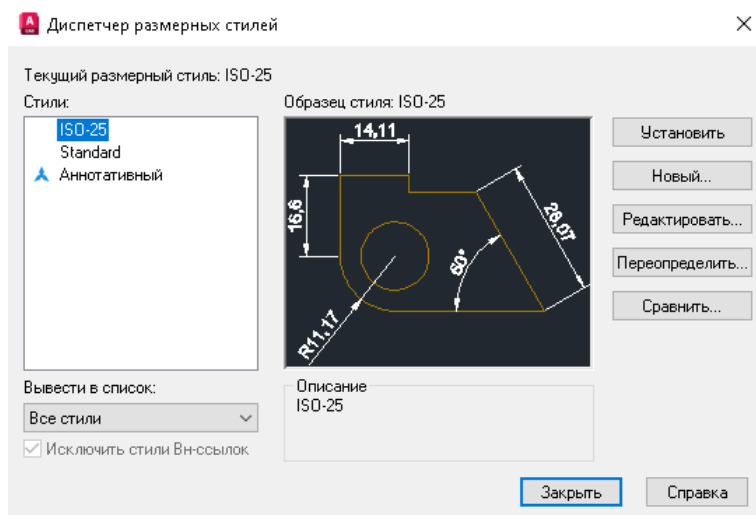


Рисунок 33 – Диалоговое окно Диспетчер размерных стилей

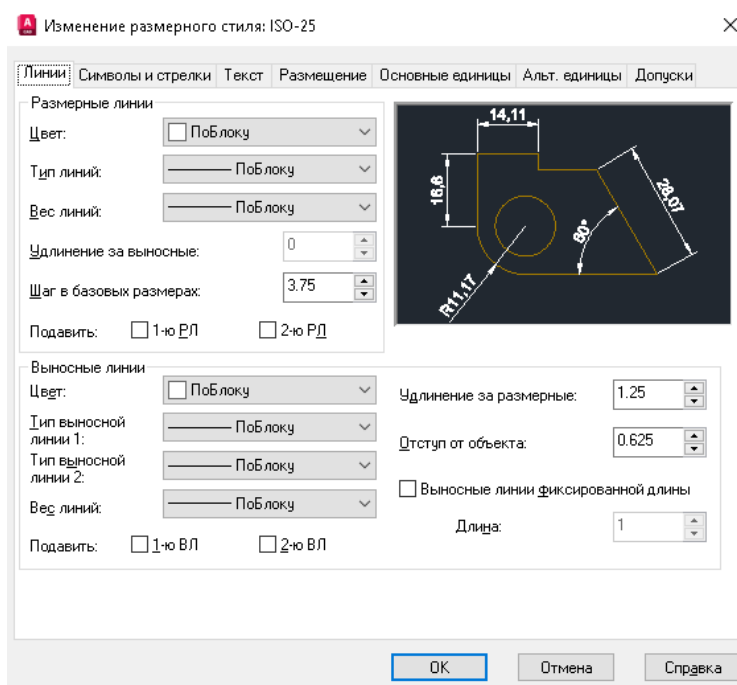


Рисунок 34 – Диалоговое окно Изменение размерного стиля

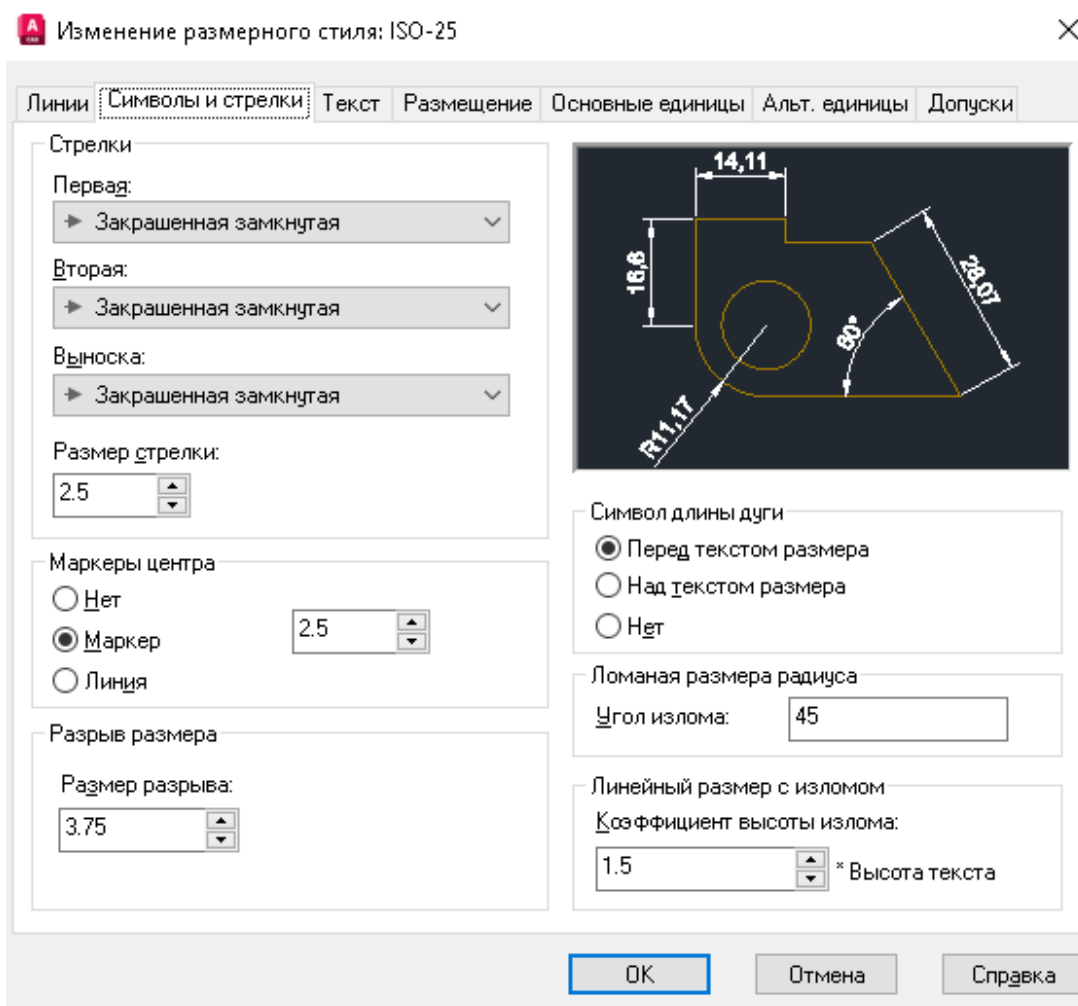


Рисунок 35 – Диалоговое окно Символы и стрелки

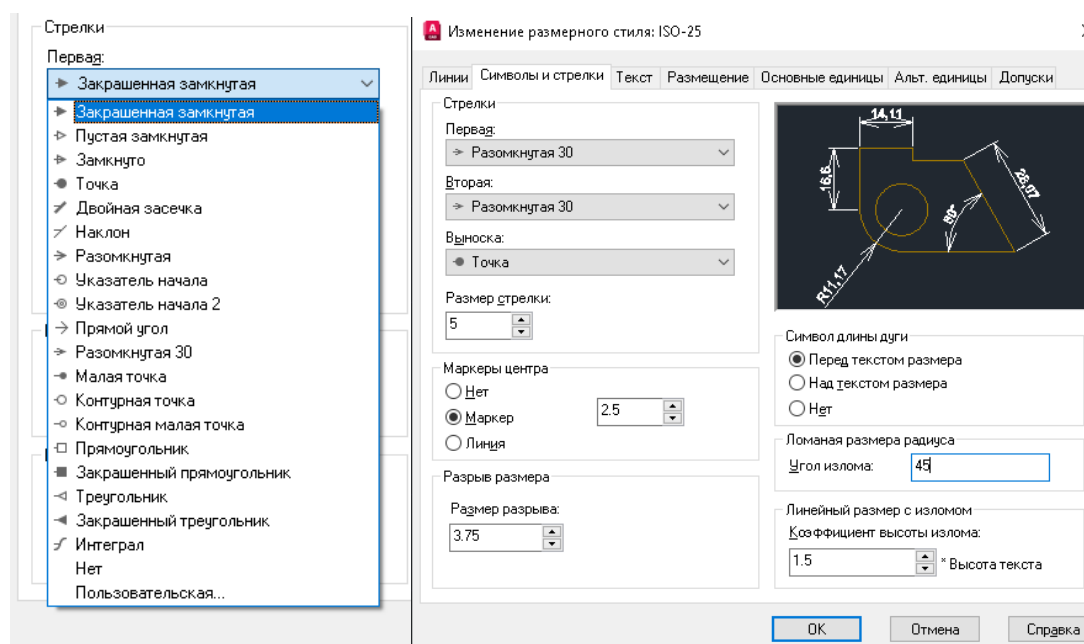


Рисунок 35 – Выбор типа и длин стрелок

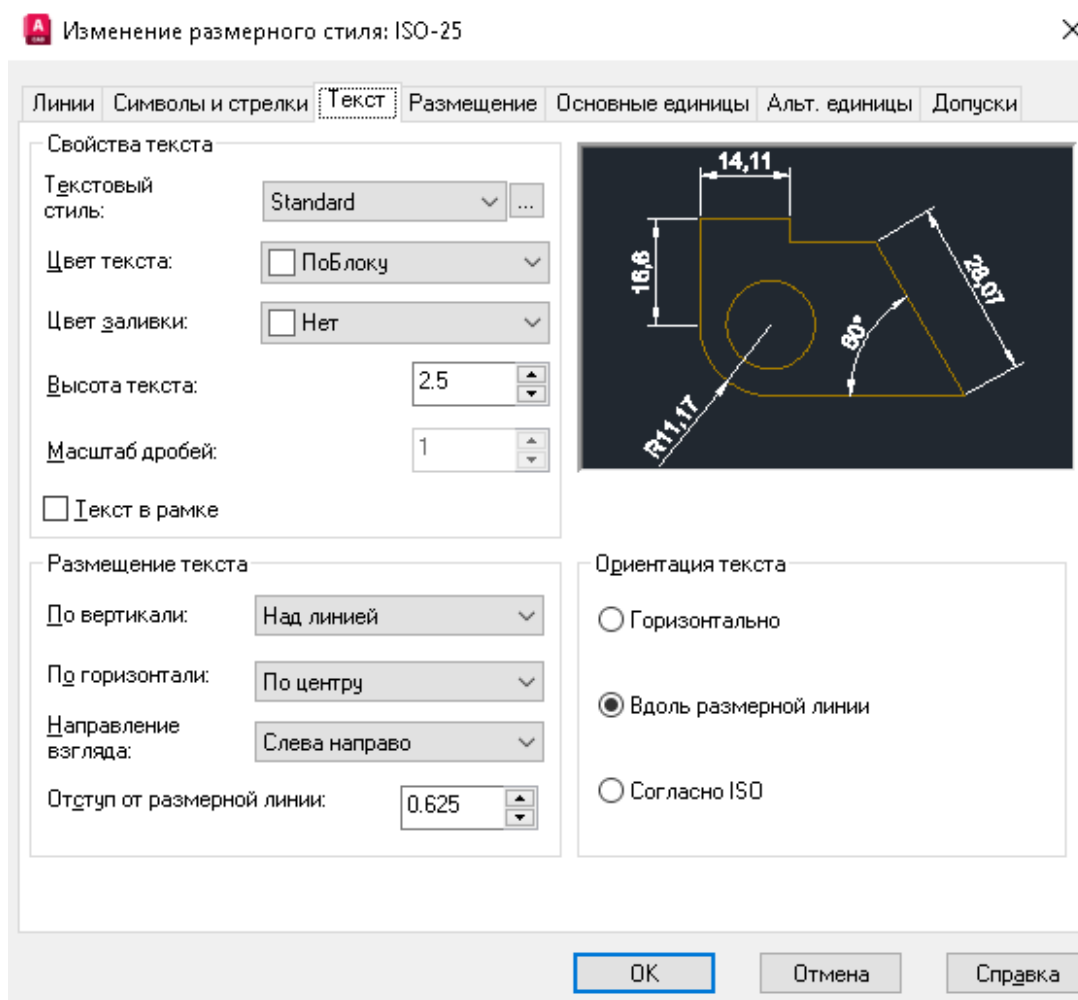


Рисунок 37 – Диалоговое окно Текст

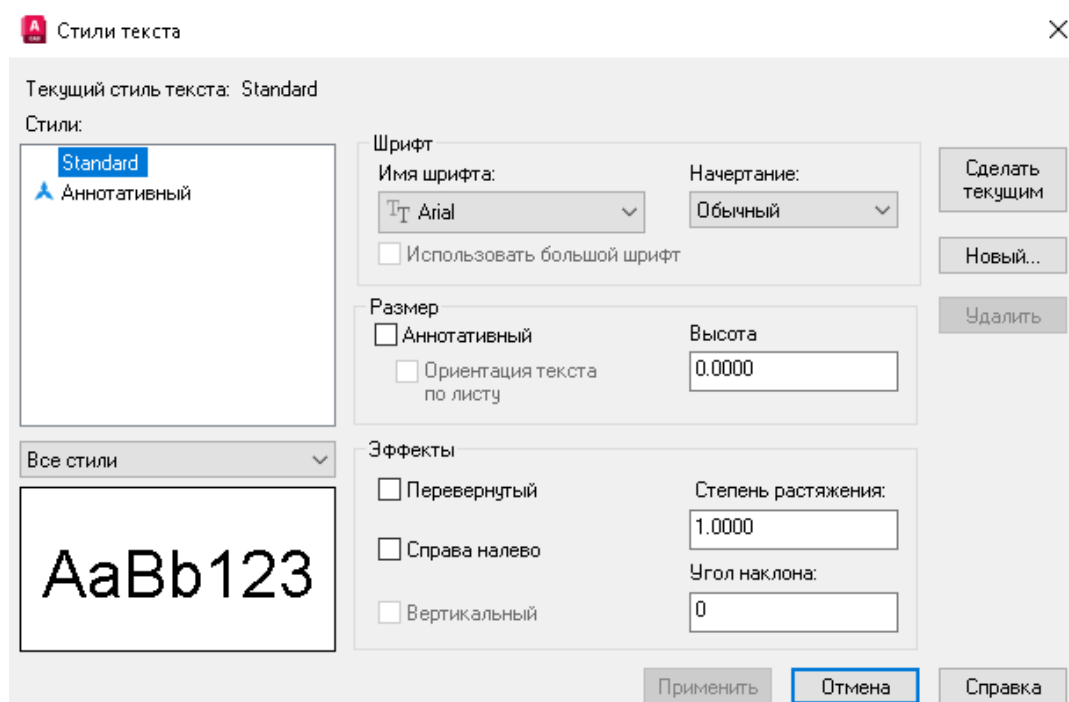


Рисунок 38 – Определение стиля текста

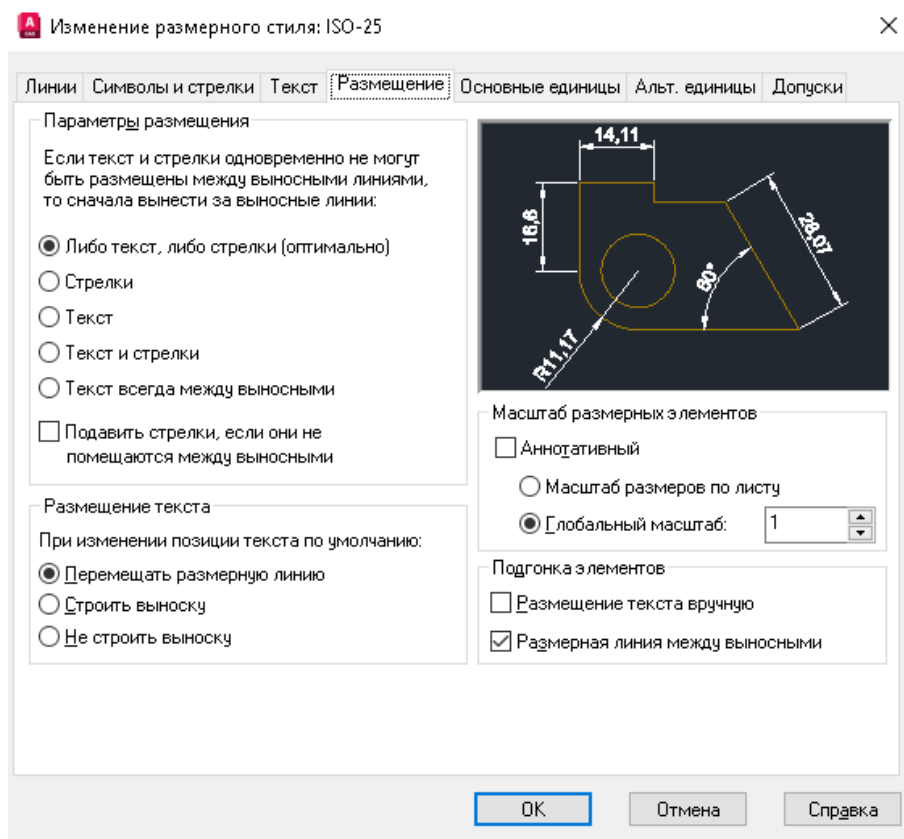


Рисунок 39 – Диалоговое окно Размещение

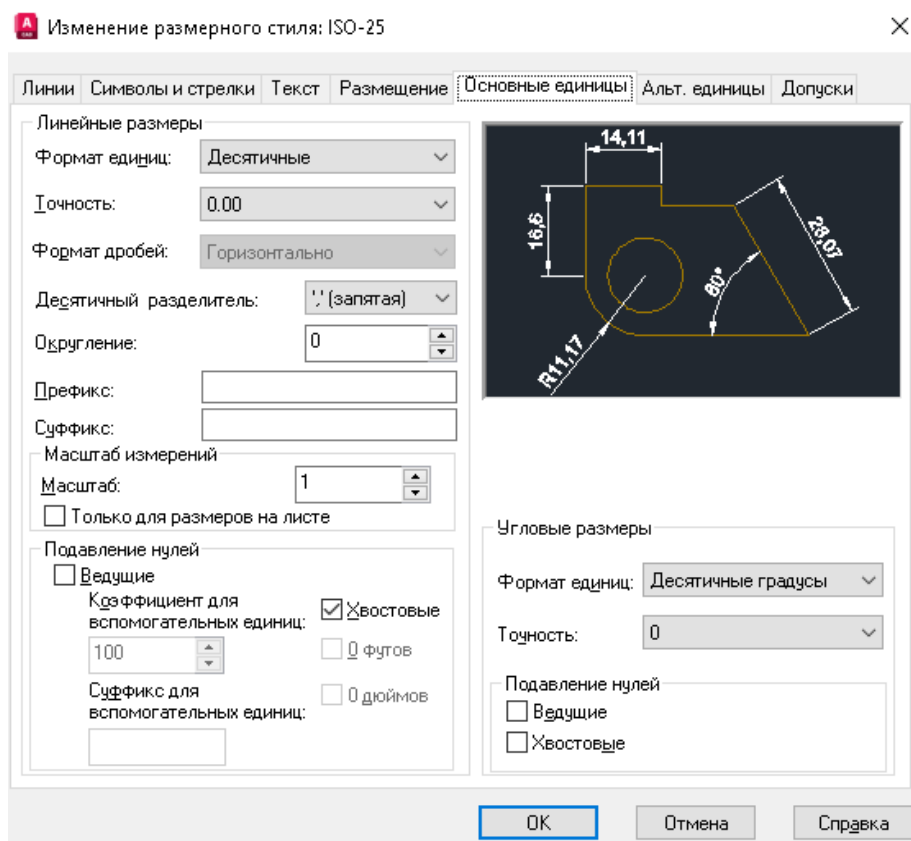


Рисунок 40 - Выбор основные единицы

3. Щелкнуть на вкладке "**Основные единицы**":

Откроется диалоговое окно для настройки основных единиц.

4. **Выбрать точность:**

В диалоговом окне раскрыть список "**Точность**" и выбрать значение точности **0**, что означает отсутствие дробных значений.

5. **Задать масштабирование:**

В этом же окне можно задать масштабирование. Например, если масштаб изображения **2:1**, то масштабирование следует установить на значение **0.5**. Это позволит отобразить чертеж в нужном масштабе.

6. **Завершение настройки:**

Нажать кнопку **ОК**, чтобы сохранить изменения, и затем щелкнуть на кнопке "**Is**", чтобы закрыть диалоговое окно и применить настройки.

1.3.2.2 Нанесение размеров в AutoCAD

а) Команда DIMLINEAR (Линейный размер)

Команда **Линейный размер** позволяет проставлять горизонтальные, вертикальные и повернутые размеры (Рис.41).

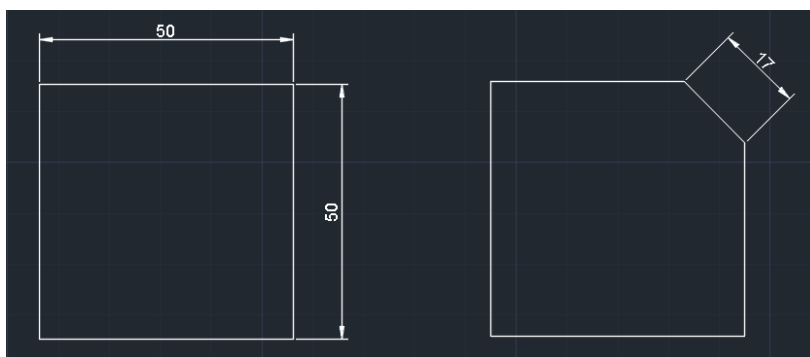


Рисунок 41 – Варианты нанесения линейных размеров

Вызов команды осуществляется через:

- Щелчок на пиктограмме  линейного размера.
- Из падающего меню: **Dimension** > **Linear** (Измерение > Линейное).

б) **Простановка горизонтального и вертикального размеров**

Запросы команды:

1. **Specify first extension line origin or <select object>:**

Введите первую точку выносной линии (например, точка 1). Щелкните на первой точке измеряемого отрезка.

2. **Specify second extension line origin:**

Введите вторую точку выносной линии (например, точка 2). Щелкните на второй точке измеряемого отрезка.

3. **[Mtext/Text/Angle/Horizontal/Vertical/Rotated]:**

- Для горизонтального размера сместите курсор вверх, введите значение 10 и нажмите Enter.

о Аналогично проставьте вертикальный размер, смещая размер вправо или влево.

в) Повернутый размер

Для проставления повернутого размера необходимо выполнить следующие действия:

1. Specify first extension line origin or <select object>:

Укажите первую точку измеряемого отрезка (например, точка 1).

2. Specify second extension line origin:

Укажите вторую точку (например, точка 2).

3. [Mtext/Text/Angle/Horizontal/Vertical/Rotated]:

Введите с клавиатуры **R** и нажмите клавишу **Enter**.

4. Specify angle of dimension line <0>:

Укажите угол поворота размерной линии, щелкнув на точке 2.

5. Specify second point:

Щелкните на точке 3, задавая угол поворота.

6. Specify dimension line location or

[Mtext/Text/Angle/Horizontal/Vertical/Rotated]:

Укажите местоположение размерной линии, щелкнув на точке 4.

г) Команда  **DIMALIGNED** (Параллельный или выравненный размер)

Команда **DIMALIGNED** применяется для создания размеров, параллельных измеряемой линии объекта.

Вызов команды:

- Щелчок на пиктограмме выравненного размера.
- Из падающего меню: **Dimension** > **Dimaligned** (Измерение >

Выравненный).

Запросы команды Dimaligned:

1. Specify first extension line origin or <select object>:

Указать первую точку измеряемого отрезка.

2. Specify second extension line origin:

Указать вторую точку измеряемого отрезка.

3. Specify dimension line location or [Mtext/Text/Angle]:

Указать местоположение размерной линии (см. рис. 42 а).

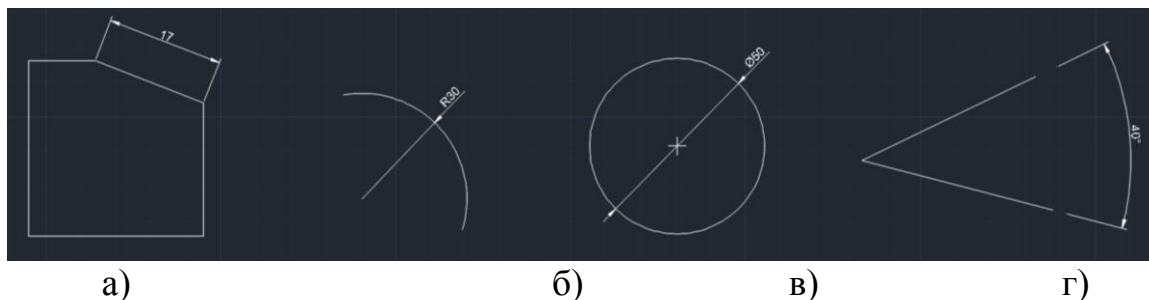


Рисунок 42 – Нанесение размеров

д) Команда DIMRADIUS (Размер радиуса)

Команда **DIMRADIUS** используется для простановки размера дуги или окружности.

Вызов команды:

- Щелчок на пиктограмме радиусного размера.
- Из падающего меню: **Dimension** > **Dimradius** (Измерение > Размер радиуса).

Запросы команды Dimradius:

1. Select arc or circle:

Щелкнуть левой клавишей мыши на измеряемой дуге или окружности.

2. Specify dimension line location or [Mtext/Text/Angle]:

Указать местоположение размерной линии (см. рис. 42 б).

е) Команда DIMDIAMETER (Размер диаметра)

Команда **DIMDIAMETER** используется для простановки размеров окружностей по диаметру.

Вызов команды:

- Щелчок на пиктограмме  диаметра.
- Из падающего меню: **Dimension** > **Dimdiameter** (Измерение > Размер диаметра).

Запросы команды Dimdiameter:

1. Select arc or circle:

Щелкнуть левой клавишей мыши на измеряемой окружности.

2. Specify dimension line location or [Mtext/Text/Angle]:

Указать местоположение размерной линии (см. рис. 42 в).

ж) Команда DIMANGULAR (Угловой размер)

Команда **DIMANGULAR** применяется для проставления угловых размеров.

Вызов команды:

- Щелчок на пиктограмме  углового размера.
- Из падающего меню: **Dimension** > **Dimangular** (Измерение > Угловой размер).

Запросы в командной строке:

1. Select arc, circle, line, or <specify vertex>:

Указать точку 1.

2. Select second line:

Указать точку 2.

3. Specify dimension arc line location or [Mtext/Text/Angle]:

Указать местоположение размерной линии (см. рис. 42 г).

з) Простановка размера диаметра как линейного размера

Эта команда позволяет проставить размер диаметра окружности как линейный размер.

Запросы команды:

1. Specify first extension line origin or <select object>:

Щелкнуть на первой точке измеряемого отрезка, например, в точке 1.

2. Specify second extension line origin:

Щелкнуть на второй точке измеряемого отрезка, например, в точке 2.

3. [Mtext/Text/Angle/Horizontal/Vertical/Rotated]:

Ввести **T** и нажать Enter.

4. Enter dimension text <17>:

Ввести с клавиатуры **%%c17** и нажать Enter (см. рис. 43 а).

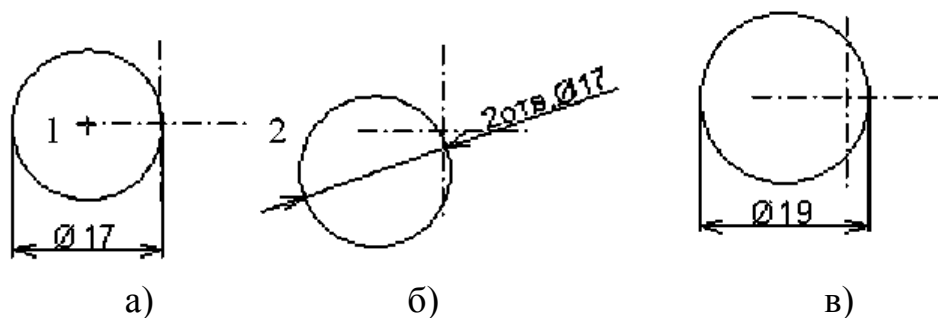


Рисунок 43 – Нанесение размеров диаметров

и) Простановка размеров отверстий одинакового диаметра

Процесс нанесения размеров для отверстий одинакового диаметра.

Запросы команды:

1. Specify first extension line origin or <select object>:

Щелкнуть на первой точке измеряемого отрезка, например, в точке 1.

2. Specify second extension line origin:

Щелкнуть на второй точке измеряемого отрезка, например, в точке 2.

3. [Mtext/Text/Angle/Horizontal/Vertical/Rotated]:

Ввести **T** и нажать Enter.

4. Enter dimension text <17>:

Ввести с клавиатуры текст: **2отв. %%c17** и нажать Enter (см. рис. 43 б).

Примечание:

Если указать количество отверстий в тексте, то будет получен результат, отображающий число отверстий под размерной линией (X — прописная буква в английском регистре).

1.3.3. Задание на лабораторную работу № 3

Шаги выполнения чертежа:

1. Изучение геометрических построений и нанесения размеров в AutoCAD.

2. Загрузка файла первой лабораторной работы с дискеты.

3. **Включение режимов объектной привязки** для точности построений.
4. **Выполнение чертежа по заданным размерам** в масштабе 1:1 согласно индивидуальному заданию (см. пример выполнения лабораторной работы №3).
5. **Настройка стиля размеров** и нанесение необходимых размеров.
6. **Заполнение основной надписи** чертежа.
7. **Сохранение чертежа на внешний накопитель.**

Пример выполнения лабораторной работы №3:

Рекомендуемая последовательность построений:

1. Построить **окружность радиуса R30** (текущий слой: 0).
2. Установить **текущим Слой 1**, выбрать команду **Линия** и указать центр построенной окружности. Включить режим **ОРТО**, переместить мышь вниз, набрать на клавиатуре **110** и нажать Enter.
3. Установить **текущим Слой 0**.
4. Построить окружности **R20** и **R10**. Результаты показаны на рис. 44а.
5. Выполнить внутренние сопряжения дугами **R200**. Командой

Обрежь удалить лишние дуги (рис. 44б).

6. Использовать команду **Обрежь** для удаления дуг исходных окружностей внутри контура (рис. 44в).

7. Установить **текущим Слой 1** и построить вспомогательные отрезки (рис. 44г).

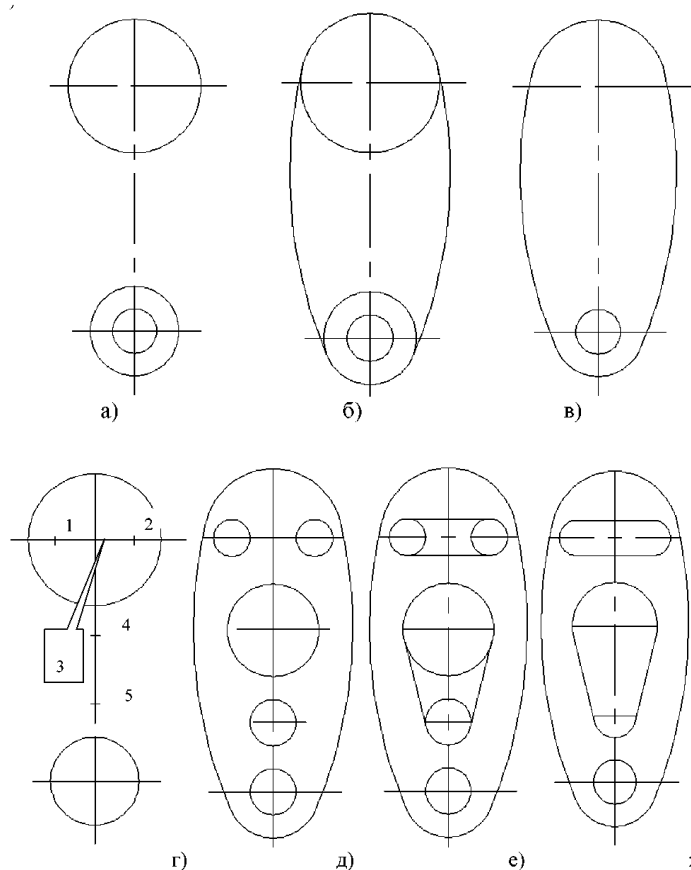


Рисунок 44 - Последовательность вычерчивания контура детали.

8. Установить текущий слой 0, построить окружности с центрами в точках 1, 2, 4, 5 (рис. 44д).
9. Выполнить сопряжения (рис. 44е).
10. Командой **Обрежь** удалить ненужные дуги окружностей (рис. 44ж).
11. Проставить размеры. Для толщины детали использовать выноску.
12. Выполнить **обводку контура** детали для завершения работы.

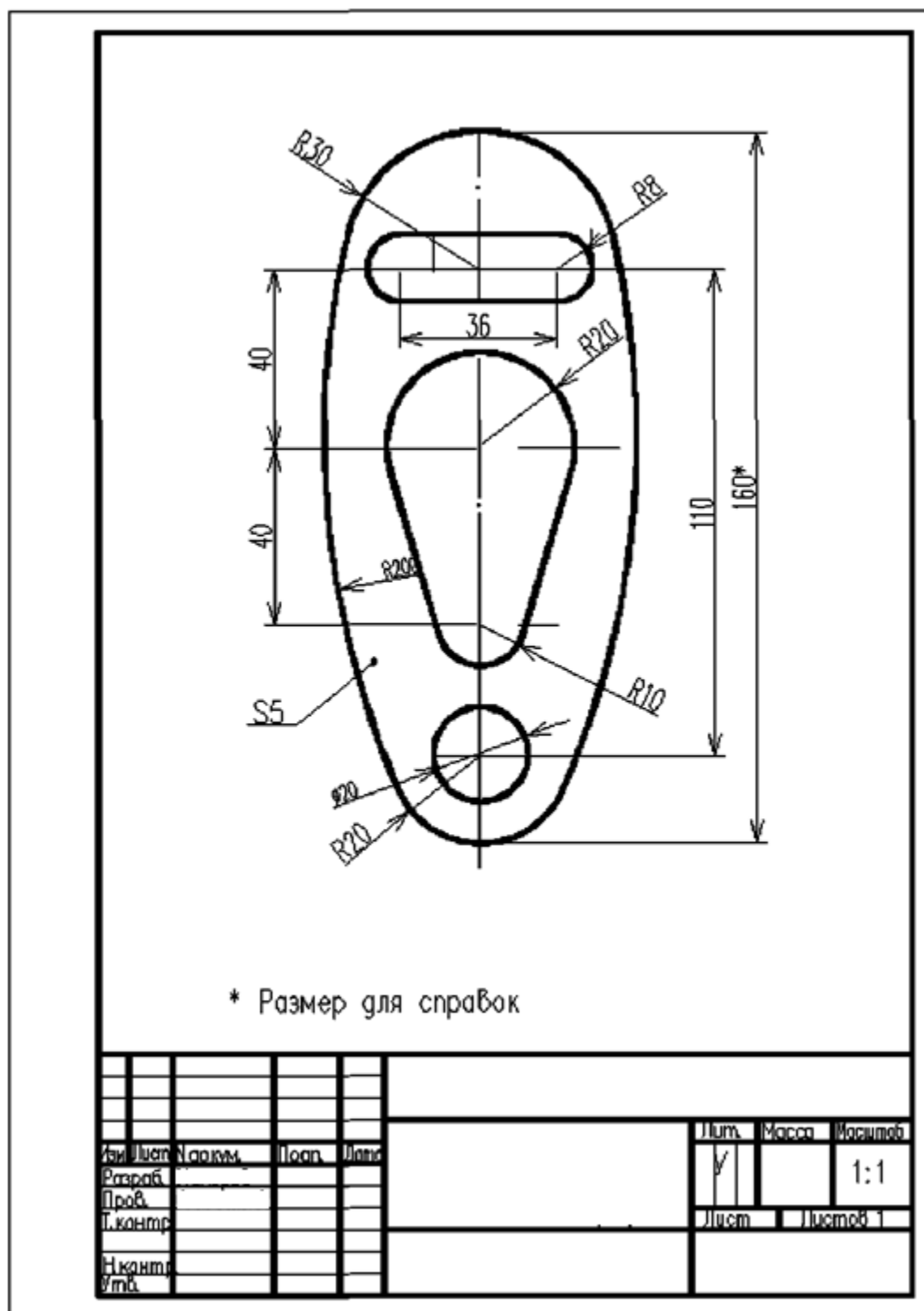


Рисунок 45– Пример выполненной лабораторной работы №3.

1.4. Лабораторная работа № 4

Тема: «Построение изображений — видов, разрезов»

Цель работы: Изучение методов построения взаимосвязанных изображений предметов с использованием вспомогательных прямых, штриховки и пользовательских систем координат. Изучение методов формирования надписей с помощью мультитекста.

1.4.1. Использование пользовательских систем координат при получении изображений предметов

Система координат (СК) — это основная референсная система, которая помогает определять положение объектов на чертеже. Она включает:

- **Точку начала координат** (обычно это $(0,0,0)$).
- **Оси абсцисс (X) и ординат (Y)** для плоскости, а также ось **Z** для трехмерного пространства.

AutoCAD позволяет пользователю изменять положение и ориентацию системы координат. Это помогает точнее построить чертежи с учетом удобного расположения осей для конкретной задачи.

Основные моменты работы с системой координат:

- **Начало отсчета:** всегда находится в точке $(0,0,0)$.
- **Положительное направление осей:** определяется стрелками на пиктограмме системы координат. Пиктограмма системы координат расположена в левом нижнем углу окна программы (см. рис. 46а).

Ось X отвечает за горизонтальные перемещения объектов, **ось Y** — за вертикальные, а **ось Z** — за их высоту или глубину в трехмерном пространстве.

Используя пользовательские системы координат, можно легко управлять положением объектов, изменять их ориентацию и перемещать по разным направлениям, что делает создание чертежей более гибким и удобным.

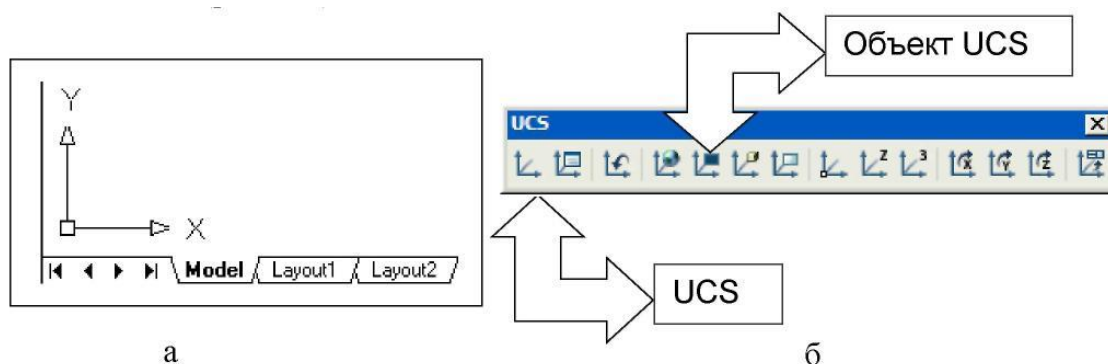


Рисунок 46– Системы координат

Ось **Z** в AutoCAD направлена перпендикулярно к экрану монитора и ориентирована от плоскости экрана к пользователю. В программе AutoCAD 2024 существует две системы координат:

1. **Мировая система координат (МСК)** — фиксированная система, в которой определяется положение всех объектов чертежа.

2. **Пользовательская система координат (ПСК)** — система, которую пользователь может перемещать и настраивать для удобства выполнения конкретных чертежей.

Преимущества и использование ПСК

Пользовательская система координат помогает упростить выполнение чертежей, таких как виды и разрезы, особенно в заданиях вроде «Разрезы простые» (см. рис. 46). Она позволяет гибко изменять ориентацию и положение осей в чертеже, что делает процесс построения точным и эффективным.

Особенности ПСК:

- **ПСК** — это система с настраиваемым началом координат и ориентацией, которую можно использовать для упрощения построений.

- В одном чертеже можно задать несколько ПСК и переключаться между ними в зависимости от потребностей чертежа.

Команда для работы с ПСК

Для создания и управления ПСК используется команда **UCS (ПСК)**. Команду можно вызвать несколькими способами:

- Через инструментальную панель: кнопка  **UCS (ПСК)** (см. рис. 46 б).

- В меню: **Tools (Средства) → New UCS (Новый UCS)**.

- Ввод команды в командную строку: **UCS**.

После ввода команды появляется запрос:

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

По умолчанию система предложит использовать МСК, но можно выбрать другие параметры:

- **N (New)** — для создания новой ПСК. Эта опция инициирует запрос дополнительных параметров для определения новой ПСК.

- **S (Save)** — для сохранения текущей ПСК. После этого появится запрос:

Enter name to save current UCS or [?]:

- Здесь необходимо ввести имя для сохранения ПСК. Ввод символа «?», позволит просмотреть список уже существующих ПСК.

- **R (Restore)** — для переключения между существующими ПСК. Ввод команды вызывает запрос:

Enter name of UCS to restore or:

- Можно ввести имя ПСК для перехода или снова использовать символ «?» для просмотра доступных систем.

Использование ПСК значительно улучшает процесс создания чертежей, упрощая построение сложных видов и разрезов.

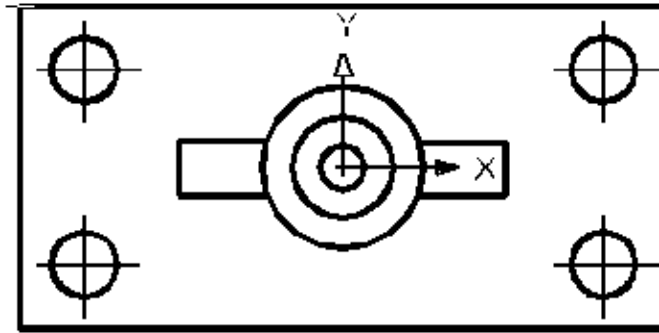


Рисунок 47 – Положение пользовательской системы координат вида сверху

На рисунке 47 показан пример задания пользовательской системы координат (ПСК) при формировании вида сверху предмета (рис. 53). Этот процесс состоит из нескольких шагов:

Шаги для задания ПСК:

1. Ввести команду **ПСК**.
2. Задать опцию **N** (New), чтобы создать новую ПСК.
3. Графическим курсором указать начало координат, определив точку начала.
4. Указать две точки на положительной части системы координат для задания ориентации осей.

ПСК также можно привязать к объекту, например, к окружности. Для этого используется команда **Object UCS (объект UCS)**. Чтобы применить эту команду:

- После ввода команды **UCS**, введите **N**, затем выберите опцию **Object**.
- Укажите точку на объекте (например, центр окружности) графическим курсором. ПСК будет привязана к объекту, а центр ПСК совместится с центром окружности (см. рис. 47).

Построение взаимосвязанных изображений предметов

При выполнении задания «Разрезы простые» нужно использовать несколько связанных изображений, таких как виды и разрезы. Эти изображения должны быть проекционно связаны, что помогает создать точные чертежи.

Проекционная связь в AutoCAD 2024 обеспечивается использованием вспомогательных прямых или линий конструкции. Эти прямые бесконечны в обе стороны и не ограничены длиной, как отрезки или лучи. Для их построения:

Шаги для построения вспомогательных прямых:

1. Ввести команду **XLINE (ПРЯМАЯ)**:
 - Она может быть вызвана через инструментальную панель (кнопка ) **Construction Line** (Линия конструкции)).
 - Также доступна через выпадающее меню: **Draw (Рисование) → Construction Line**.
2. Система выдаст запрос:

CSS

Копировать код

Specify a point or [Hor/Ver/Ang/Bisect/Offset]:

(Укажите точку или выберите одну из опций:

Горизонтальная/Вертикальная/Угол/Биссектриса/Смещение).

3. Укажите положение прямой, задав графическим курсором две точки, через которые она должна пройти. Система запросит:

arduino

Копировать код

Specify through point:

4. Чтобы завершить работу команды, нажмите **Enter** или правую кнопку мыши.

Опции команды XLINE:

- **Hor (Горизонтальная)** — рисует горизонтальную линию.
- **Ver (Вертикальная)** — создает вертикальную линию.
- **Ang (Угол)** — рисует прямую под определенным углом.
- **Bisect (Биссектриса)** — создает биссектрису угла, для этого нужно указать вершину и стороны.
- **Offset (Смещение)** — позволяет построить линию, параллельную другому объекту (отрезку, лучу или прямой).

Эти опции можно выбрать через командную строку или контекстное меню (рис. 48). Пример построения трех взаимосвязанных изображений с использованием вспомогательных прямых представлен на рисунке 49.

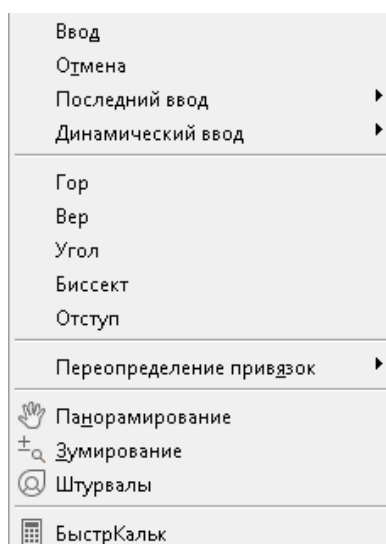


Рисунок 48– Контекстное меню

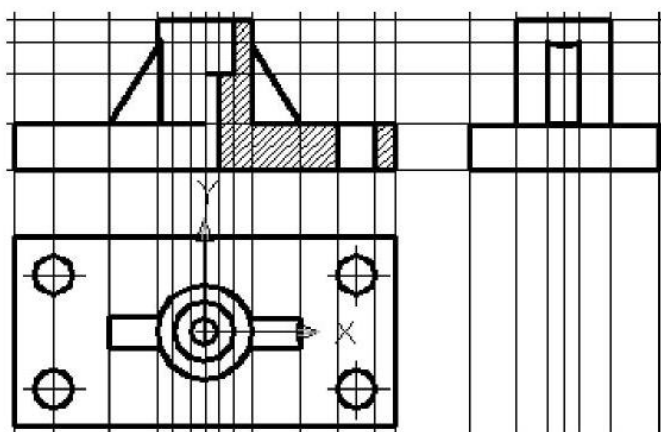


Рисунок 49 – Использование вспомогательных прямых

1.4.3. Получение штриховок при выполнении разрезов предметов

Для штрихования замкнутых областей в AutoCAD используется команда **ВНАТЧН (ВНАТЧН)**, которая позволяет заполнять области, ограниченные замкнутыми линиями.

Вызов команды

- Команду можно активировать щелчком на кнопке  **ВНАТЧН** в инструментальной панели **Draw (Рисование)**.
- Либо через выпадающее меню: **Draw (Рисование) → ВНАТЧН (ШТРИХ)**.

Как работает команда

Команда **ВНАТЧН (КШТРИХ)** предоставляет возможность штриховать область несколькими способами:

- **Указание точек** внутри замкнутого контура.
- **Выбор объектов**, которые образуют замкнутую область.

Команда автоматически определяет контур и игнорирует примитивы, которые не входят в него.

Диалоговое окно

После активации команды открывается диалоговое окно **Boundary Hatch and Fill (Граничный штрих и заливка)**. В этом окне находятся три основные вкладки:

1. **ВНАТЧН (ШТРИХ)** — для настройки параметров штриховки.
2. **Advanced (Продвинутый)** — для более детальных настроек.
3. **Gradient (Градиент)** — для создания градиентной заливки.

Параметры штриховки

- **Левая часть окна** содержит настройки для штриховки, где можно выбрать тип штриха, его угол, масштаб и другие параметры.
- **Правая часть окна** отображает область, которая будет заполнена штриховкой, позволяя пользователю увидеть, как будет выглядеть результат.

Применение

Использование штриховки при создании разрезов предметов помогает визуально отделить различные части чертежа и сделать его более информативным. Штриховка может варьироваться в зависимости от типа материала, что позволяет лучше передать свойства объекта.

Эти функции являются важными инструментами для архитекторов, инженеров и дизайнеров, работающих с чертежами и проектами в AutoCAD.

Для создания штриховки в AutoCAD, следуйте этим шагам:

1. Выбор типа штриховки

- На вкладке **ВНАТЧН (ШТРИХ)** в поле **Тип (Type)** выберите группу образцов штриховки из раскрывающегося списка. Доступны следующие группы:
 - **Predefined (Предопределенные)**
 - **User defined (Определенные пользователем)**

- **Custom (Пользовательские)**

AutoCAD 2024 предлагает большой выбор стандартных штриховок. Выбор можно осуществить:

- По имени в раскрывающемся списке,
- Визуально, нажав на область **Образец**, что откроет окно **Hatch Pattern Palette (Палитра образцов штриховки)** с четырьмя вкладками.

2. Выбор образца штриховки

- Укажите мышью нужный образец и нажмите кнопку **ОК**. Выбранный образец отобразится в поле **Swatch (Образец)** на вкладке **HATCH (ШТРИХ)**.

3. Настройка параметров штриховки

- Установите угол штриховки в поле **Angle (Угол)**.
- Задайте масштаб штриховки с помощью поля **Scale (Масштаб)**, относительно эталонного изображения.

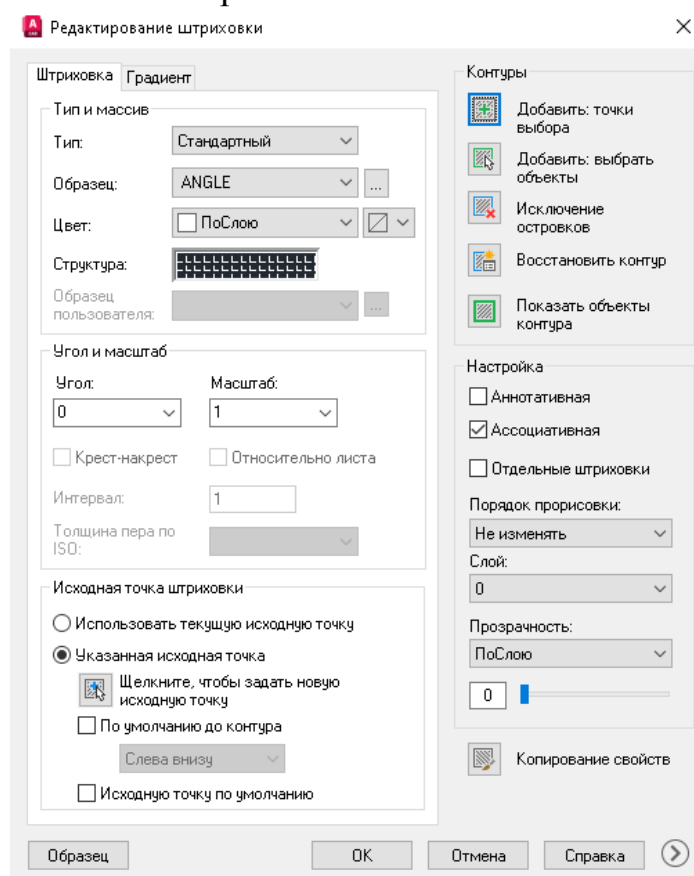


Рисунок 50 – Диалоговое окно Редактирование штриховки

4. Выбор замкнутого контура

- Для выбора замкнутого контура, который нужно заштриховать, используйте:

- Пиктограмму  **Указать точки** или
- Пиктограмму  **Выбрать** **Выбрать объекты.**

При указании точки выделяются примитивы, образующие замкнутый контур. Чтобы подтвердить выбор, нажмите клавишу **Enter**. Диалоговое окно **Boundary Hatch and Fill (Граничный штрих и заливка)** снова появится.

5. Применение штриховки

- Нажмите на пиктограмму **OK**. На указанном замкнутом контуре появится изображение штриховки.

Устранение проблем со штриховкой

Иногда штриховка может:

- Не полностью заполнять замкнутый контур,
- Или выходить за его пределы (см. Рис. 51а).

В таких случаях рекомендуется обвести замкнутый контур с помощью команды **Polyline (Полилиния)**, а затем заштриховать полученную область (см. Рис. 51б).

Эти шаги помогут вам создать качественные и аккуратные штриховки в ваших чертежах.

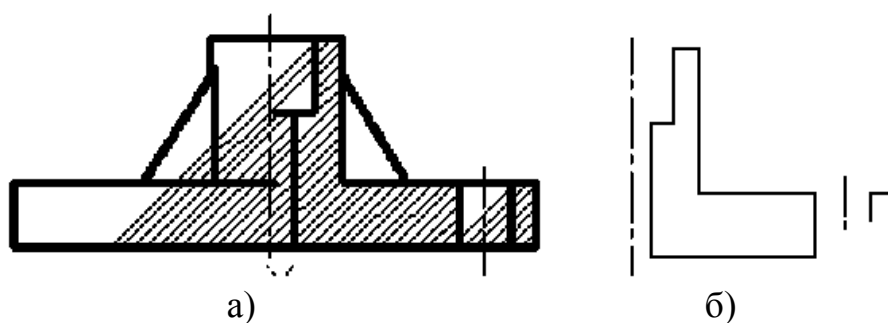


Рисунок 51– Выполнение замкнутых контуров

Формирование замкнутого контура и создание многострочного текста в AutoCAD

1. Замыкание полилиний

При создании замкнутого контура с использованием команды **Polyline (Полилиния)** целесообразно завершать команду с помощью опции **Close (Замкни)**. Это гарантирует, что последний отрезок соединит начальную и конечную точки, образуя замкнутый контур.

Такой замкнутый контур можно наложить на изображение разреза предмета, что помогает в оформлении чертежа и делает его более информативным.

2. Получение многострочных текстов

Для добавления многострочного текста в чертеж используйте команду **MTEXT (МТЕКСТ)**.

Ввод команды:

- Нажмите кнопку  **Multiline Text (Мультистрочный текст)** на инструментальной панели **Draw (Рисование)**.
- Или введите команду **MTEXT** в командной строке.

Шаги для создания многострочного текста:

1. **Запустите команду:**
 - Введите МТЕХТ и нажмите **Enter**.
 - В появившемся окне введите первый угол области, где будет размещён текст, и затем укажите противоположный угол.
2. **Откроется диалоговое окно Text Formatting (Форматирование текста)** (рис. 52).

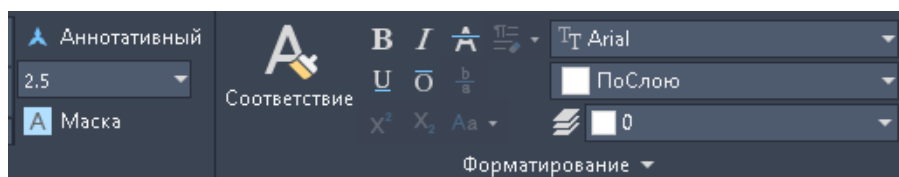


Рисунок 52 – Форматирование текста

Здесь можно настроить параметры текста:

- **Style (Стиль):** Выберите стиль текста для многострочного текста.
- **Height (Высота текста):** Установите высоту символов текста или измените её для выделенного фрагмента.
- **Bold (Полужирный):** Включите или выключите полужирный шрифт для нового или выделенного текста.
- **Italic (Курсив):** Включите или отключите курсив для нового и выделенного текста.
- **Underline (Подчеркнутый):** Включите или отключите подчеркивание для нового или выделенного текста.
- **Color (Цвет текста):** Задайте цвет нового текста или измените цвет выделенного фрагмента.

3. Ввод текста:

- Наберите нужный текст в окне.
- После завершения ввода нажмите на пиктограмму **ОК**.

1.4.5. Последовательность выполнения лабораторной работы «Разрезы простые»

Цель: Выполнение задания по построению разрезов с использованием исходных данных и инструментов AutoCAD.

Шаги выполнения работы:

1. Получение изображения рамки и основной надписи чертежа формата А3:

- Используйте файл шаблона для создания рамки и надписи.

2. Наметить центры ПСК (пользовательской системы координат):

- Определите и укажите центры ПСК для отдельных изображений предмета. Рекомендуется начать с вида сверху.

3. Установить ПСК, связанную с видом сверху:

- Используйте команду UCS для установки пользовательской системы координат, связанной с изображением сверху (см. рис. 47).

4. Построить вид сверху по исходным данным:

○ Используя предоставленные данные, выполните построение вида сверху (см. рис. 47).

5. Построить вспомогательные линии:

○ Используйте команду XLINE для построения вспомогательных линий, отражающих проекционную связь между видом сверху и главным видом (см. рис. 49).

6. Выполнить изображения главного вида и вида слева:

○ Постройте главный вид и вид слева, опираясь на вспомогательные линии, отражающие проекционную взаимосвязь (см. рис. 4.4).

○ Для вида слева используйте вспомогательные линии с одинаковым удалением от оси симметрии, используя опцию **Offset** в команде XLINE.

○ По завершении построений удалите вспомогательные линии.

7. Выполнить изображение штриховки на месте разреза:

○ Создайте местный разрез и выполните штриховку (см. рис. 53).

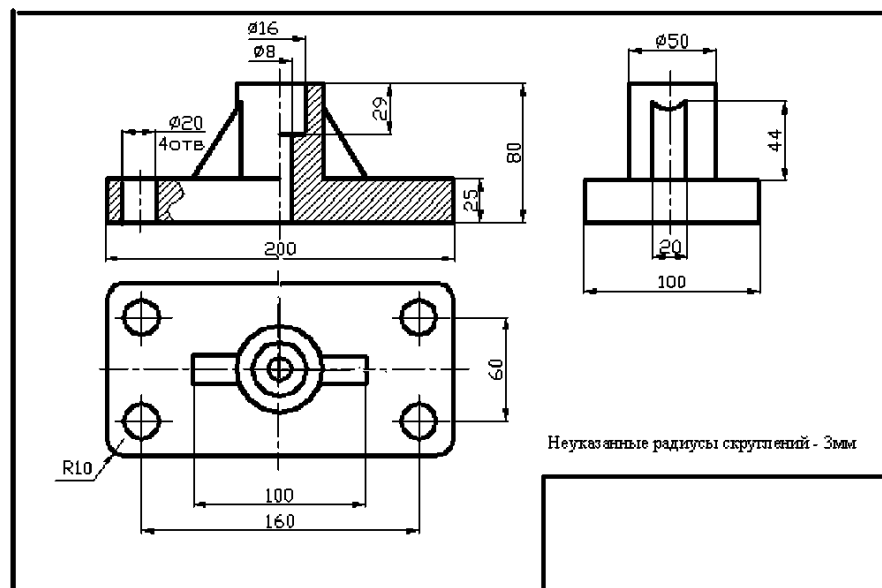


Рисунок 53 – Пример выполнения задания

8. Задать стиль текста:

○ Для формирования надписи на чертеже задайте стиль текста, используя файл шрифта **Nimes New Roman**.

○ Установите высоту шрифта на **5 мм** и угол наклона на **15 градусов**.

9. Сформировать изображение текста:

○ Создайте текст «Неуказанные радиусы скруглений 3 мм».

10. Проставить размеры на чертеже:

• Добавьте все необходимые размеры на чертеже для завершения работы.

1.5. Лабораторная работа № 5

Тема: «Моделирование твердотельного объекта»

Цели работы:

- Изучение команд редактирования и модификации твердотельных объектов.
- Закрепление навыков в применении типовых твердотельных примитивов и создании тел методом выдавливания.

1.5.1. Редактирование и модификация твердотельных объектов

Для выполнения данной работы и редактирования твердотельных объектов в AutoCAD используются различные команды, которые доступны через панель инструментов **Solids Editing** (Редактирование тел) (см. рис. 54). Ниже приведено описание функций кнопок на этой панели:



Рисунок 54 – Панель инструментов Solids (Тела)

Основные команды редактирования твердотельных объектов:

1. **Union (Объединение)**
 - **Назначение:** объединение нескольких объектов в одно целое тело.
2. **Subtract (Вычитание)**
 - **Назначение:** удаление одной области или тела из другого, создавая составное тело.
3. **Intersect (Пересечение)**
 - **Назначение:** создание нового тела из пересечения двух или более тел с удалением непересекающихся участков.
4. **Extrude Faces (Выдавить грани)**
 - **Назначение:** выдавливание выбранных граней тела на определённую глубину или вдоль траектории.
5. **Move Faces (Переместить грани)**
 - **Назначение:** перемещение выбранных граней тела на заданное расстояние.
6. **Offset Faces (Сместить грани)**
 - **Назначение:** равномерное смещение выбранных граней тела на заданное расстояние.
7. **Delete Faces (Удалить грани)**
 - **Назначение:** удаление выбранных граней вместе с их сопряжениями и фасками.
8. **Rotate Faces (Повернуть грани)**
 - **Назначение:** поворот выбранных граней тела вокруг указанной оси.
9. **Taper Faces (Свести грани на конус)**
 - **Назначение:** сведение граней тела под заданным углом на конус.
10. **Copy Faces (Копировать грани)**
 - **Назначение:** создание копий граней тела в виде областей.

11. Color Faces (Изменить цвет грани)

- **Назначение:** изменение цвета отдельных граней.

12. Copy Edges (Копировать ребра)

- **Назначение:** создание копий 3D-ребер тела в виде отрезков, дуг, сплайнов и других элементов.

13. Color Edges (Изменить цвет ребер)

- **Назначение:** изменение цвета отдельных ребер тела.

14. Imprint (Клеймить)

- **Назначение:** создание клейма или отпечатка на поверхности грани.

15. Clean (Упростить)

- **Назначение:** удаление лишних ребер и вершин для упрощения твердотельного объекта.

16. Separate (Разделить)

- **Назначение:** разделение нескольких замкнутых объемов на отдельные объекты.

17. Shell (Оболочка)

- **Назначение:** создание полой оболочки с заданной толщиной.

18. Check (Проверить)

- **Назначение:** проверка твердотельного объекта на соответствие стандартам ACIS.

◦

1.5.1.1. Объединение объектов



Команда UNION (ОБЪЕДИНЕНИЕ)

Назначение:

Команда **UNION** позволяет создать новый твердотельный объект путем объединения нескольких объектов в один. Это может быть полезно для формирования сложных моделей, состоящих из простых примитивов, таких как цилиндры, клинья и т.д.

Вызов команды:

- **Command:** UNION
- **Выпадающее меню:**

Modify (Модификация) → Solids Editing (Редактирование тел)
→ Union (Объединение)

Шаги выполнения команды:

1. Запуск команды UNION.

2. Система запросит:

- **Select objects:**

Укажите объекты, которые необходимо объединить в один (например, цилиндр и клин, как показано на рис. 55а).

3. Подтверждение выбора объектов.

- Нажмите клавишу **ENTER** для объединения указанных объектов и завершения работы с командой.

4. Результат объединения:

Объекты будут объединены в один твердотельный объект (см. рис. 55б).

5.

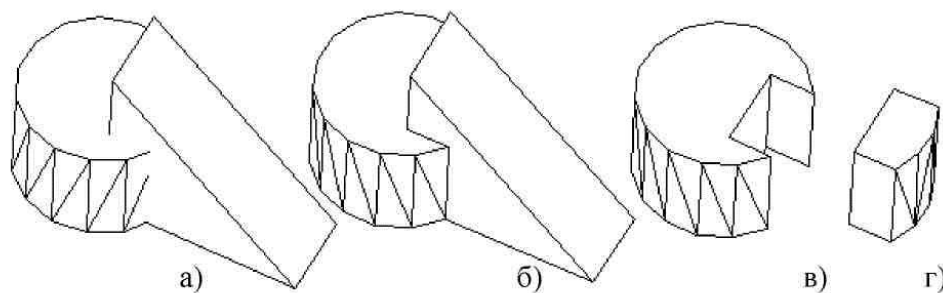


Рисунок 55 – Использование логических операций при моделировании тел.

1.5.1.2. Создание твердотельных объектов вычитанием



Команда SUBTRACT (ВЫЧИТАНИЕ)

Назначение:

Команда **SUBTRACT** позволяет создать новый твердотельный объект или область путем вычитания одного или нескольких объектов из исходного объекта. Это полезно для создания отверстий, выемок или других сложных форм в модели.

Вызов команды:

- **Command:** SUBTRACT
- **Выпадающее меню:**

Modify (Модификация) → Solids Editing (Редактирование тел) → Subtract (Вычитание)

Шаги выполнения команды:

1. Запуск команды SUBTRACT.

2. Система запросит:

- **Select solids and regions to subtract from...**

Укажите объекты, из которых вы хотите вычесть другие (например, цилиндр на рис. 55).

3. Выбор исходных объектов.

- Укажите объекты, из которых необходимо исключить другие объекты, и нажмите **ENTER** для подтверждения.

4. Следующий запрос:

- **Select solids and regions to subtract...**

Укажите объекты, которые необходимо "вычесть" (например, клин на рис. 55).

5. Подтверждение выбора.

- Нажмите **ENTER** для завершения указания объектов для вычитания.

Результат:

После выполнения команды исходный объект будет модифицирован, а вычитаемые объекты будут удалены. На рис. 55в показан результат: цилиндр с вырезом в форме клина.

Замечания:

1. Удаление объектов:

После выполнения команды вычитаемые объекты удаляются.

2. Нет пересечения:

Если исходный объект и вычитаемый объект не пересекаются, то вычитаемый объект просто удалится из сцены, не изменяя исходный объект.

1.5.1.3. Создание общей части твердотельных объектов

Команда **INTERSECT (ПЕРЕСЕЧЕНИЕ)**

Назначение:

Команда **INTERSECT** позволяет создать новый твердотельный объект, представляющий собой общую часть всех указанных объектов. Этот метод используется для создания сложных пересекающихся форм, выделяя лишь те участки, которые являются общими для всех выбранных объектов.

Вызов команды:

- **Command:** INTERSECT
- **Выпадающее меню:**

Modify (Модификация) → Solids Editing (Редактирование тел) → Intersect (Пересечение)

Шаги выполнения команды:

1. **Запуск команды INTERSECT.**
2. Система запросит:
 - **Select objects...**

Укажите объекты, из пересечения которых необходимо создать новый объект (например, цилиндр и клин на рис. 55).

3. **Выбор объектов:**

- Укажите объекты, пересечение которых будет образовывать новый объект, и нажмите **ENTER** для подтверждения.

4. **Формирование итогового объекта:**

- Система создаст новый твердотельный объект из общей части ранее указанных объектов. Результат пересечения показан на рис. 55г.

Замечания:

1. **Удаление исходных объектов:**

Все исходные объекты, из которых создается новый, удаляются после выполнения команды.

2. **Нет пересечения:**

Если исходные объекты не пересекаются, то они будут удалены, а новый объект не будет создан.

1.5.2. Редактирование твердотельных объектов

Команды редактирования твердотельных объектов позволяют изменять их структуру и свойства. Эти команды находятся на панели инструментов **Solids Editing (Редактор тел)** и могут быть вызваны через команду **SOLIDEDIT**. Команда предоставляет доступ к различным опциям редактирования граней, рёбер и тел.

Вызов команды:

- **Command:** SOLIDEDIT

- **Выпадающее меню:**

Modify (Модификация) → Solids Editing (Редактор тел)

При вызове команды система выдаёт запрос:

vbnet

Копировать код

Enter a solids editing option

[Face/Edge/Body/Undo/eXit] <eXit>:

Введите опцию редактирования тел

[Грань/Ребро/Тело/Отменить/Выход] <eXit>:

- **F**: редактирование граней.
- **E**: редактирование рёбер.
- **B**: редактирование общих свойств тела.
- **U**: отмена последней операции.
- **X**: выход из команды.

Редактирование граней (Face)

1. Запрос системы:

mathematica

Копировать код

Enter a face editing option

[Extrude/Move/Rotate/Offset/Taper/Delete/Copy/coLor/Undo/eXit] <eXit>:

Введите опцию редактирования граней

[Выдавить/Переместить/Поворот/...] <eXit>:

2. Опции редактирования граней:

- **E**: выдавливание грани.
- **M**: перемещение грани.
- **R**: поворот грани.
- **O**: смещение грани (Offset).
- **T**: скашивание грани (Taper).
- **D**: удаление грани.
- **C**: копирование грани.
- **L**: изменение цвета грани.

Пример использования команды Extrude:

1. Система запрашивает:

mathematica

Копировать код

Select faces or [Undo/Remove/All]:

Укажите грань или [Отменить/Исключить/Все]:

2. Укажите грань для выдавливания (на рис. 56а указана грань меньшего призматического отверстия).

3. После этого система выполнит операцию, аналогичную команде **EXTRUDE**. Результат показан на рис. 56б.

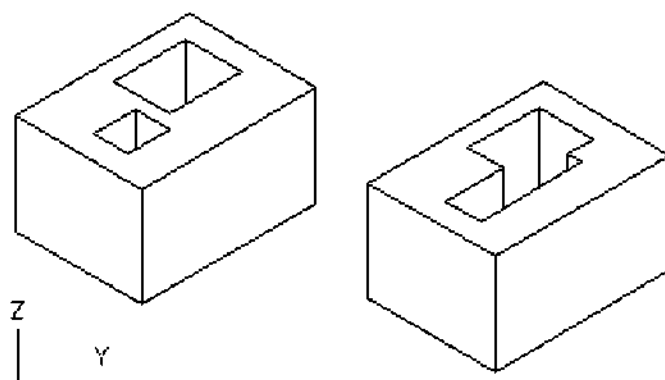


Рисунок 56 – Редактирование грани выдавливанием

Редактирование рёбер (Edge)

1. Запрос системы:

vbnet

Копировать код

Enter an edge editing option [Copy/coLor/Undo/eXit]

<eXit>:

Введите опцию редактирования рёбер

[Копировать/Цвет/Отменить/Выход] <eXit>:

2. Опции редактирования рёбер:

- **C**: копирование рёбер.
- **L**: изменение цвета рёбер.

Редактирование тела (Body)

1. Запрос системы:

bash

Копировать код

Enter a body editing option [Imprint/seParate solids/Shell/cLean/Check/Undo/eXit] <eXit>:

Введите опцию редактирования тела

[Вписать/Разделить/Оболочка/Очистить/...] <eXit>:

2. Опции редактирования тела:

- **I**: построение линий пересечения тела с другими объектами.
- **P**: разделение объекта на отдельные тела.
- **S**: создание оболочки из указанного объекта.
- **C**: перевод твердотельного объекта в формат **ACIS** для расширенных возможностей по вычислению сложных форм.

Примечания:

1. Все команды редактирования можно вызвать через выпадающее меню:

Modify (Модификация) → Solids Editing (Редактор тел) или через панель инструментов **Solids Editing**.

2. Если система не может выполнить заданную операцию, то она выведет сообщение об ошибке в командной строке, а операция будет проигнорирована.

1.5.3. Общие средства редактирования трехмерных объектов

В процессе редактирования трехмерных объектов в САД-системах применяются как универсальные, так и специальные команды. Рассмотрим наиболее общие средства редактирования 3D-объектов:

1. Универсальные команды:

- **PROPERTIES (СВОЙСТВА)**: Позволяет просматривать и изменять свойства объекта (цвет, слой, материал и т.д.).
- **COPY (КОПИРОВАНИЕ)**: Создает копию объекта на заданном расстоянии.
- **ERASE (СТЕРЕТЬ)**: Удаляет выбранный объект.
- **EXPLODE (РАСЧЛЕНИТЬ)**: Разбивает составной объект (например, блоки) на отдельные элементы.
- **MOVE (ПЕРЕНЕСТИ)**: Перемещает объект в другое положение.
- **REDO (ВЕРНУТЬ)** и **UNDO (ОТМЕНА)**: Позволяют отменить и повторить действия.
- **SCALE (МАСШТАБ)**: Изменяет размер объекта относительно базовой точки.

2. Особенности применения других команд:

- **ARRAY (МАССИВ)**: Создает массив копий 3D-объекта, но все элементы массива располагаются в одной плоскости, параллельной плоскости XY текущей системы координат. Это ограничивает возможность создания объемных массивов с элементами, расположенными по оси Z.
- **MIRROR (ЗЕРКАЛО)**: Создает зеркальное отражение 3D-объекта относительно плоскости, проходящей через ось симметрии и перпендикулярной к плоскости XY текущей системы координат.
- **ROTATE (ПОВЕРНУТЬ)**: Поворачивает объект относительно оси, которая проходит через заданную точку и перпендикулярна плоскости XY текущей системы координат.
- **STRETCH (РАСТЯНУТЬ)**: Изменяет положение узловых точек поверхностей, но не применим к твердым телам, так как его действие сводится только к перемещению объекта, без изменения его формы.

Эти команды применяются аналогично процессам в плоском черчении, но при работе с 3D-объектами важно учитывать оси и плоскости, что может повлиять на результат выполнения команд.

3.1) Поворот объектов относительно произвольно направленной оси

Команда ROTATE3D позволяет выполнять поворот 3D-объектов относительно произвольно направленной оси. Она используется для точного изменения ориентации объектов в пространстве. Рассмотрим подробный процесс работы с командой.

Вызов команды:

- **Command:** ROTATE3D
- **Выпадающее меню:** Modify → 3D Operation → Rotate 3D

Шаги выполнения команды:

1. Select objects (Укажите объекты):

○ После вызова команды система запрашивает выбор объектов для поворота. Необходимо указать объекты, которые нужно повернуть.

○ Возможные действия:

- Указать объект(ы) для поворота.
- Нажать клавишу **ENTER** для завершения выбора объектов.

2. Specify first point on axis or define axis by

[Object/Last/View/Xaxis/Yaxis/Zaxis/2points] (Задайте первую точку оси или выберите способ задания оси):

○ Система запрашивает задание первой точки оси вращения.

○ Возможные варианты:

- Указать первую точку оси вручную.
- Определить ось вращения другими способами:
- **Object (O):** Использовать объект (линия, окружность, дуга) для задания оси вращения.
- **Last (Последняя):** Использовать последнюю ось, по которой выполнялось вращение.
- **View (Вид):** Ось вращения будет перпендикулярна текущему виду на экран.
- **Xaxis (Ось X):** Задать ось вращения параллельно оси X.
- **Yaxis (Ось Y):** Задать ось вращения параллельно оси Y.
- **Zaxis (Ось Z):** Задать ось вращения параллельно оси Z.
- **2points (2 точки):** Задать ось вращения через две указанные точки.

3. Specify second point on axis (Задайте вторую точку оси):

○ Необходимо указать вторую точку, чтобы задать направление оси вращения.

○ Возможные действия:

- Указать вторую точку оси вращения вручную.
- Нажать клавишу **ENTER** для завершения задания оси.

4. Specify rotation angle or [Reference] (Задайте угол поворота или [Относительно]):

○ Далее система запрашивает угол поворота объекта относительно заданной оси.

○ Возможные действия:

- Ввести числовое значение угла.
- Использовать опцию **Reference (R)** для задания относительного угла поворота.

После выполнения всех шагов система поворачивает указанные объекты на заданный угол относительно оси и завершает выполнение команды.

Примечание:

- Если для задания оси вращения в ответ на запрос системы указывается отрезок или прямолинейный сегмент плоской полилинии, то ось вращения будет совпадать с этой линией.

- Если же указаны окружность, дуга или радиальный сегмент плоской полилинии, ось вращения будет перпендикулярна плоскости объекта и проходить через его центр.

Дополнительные опции команды ROTATE3D:

1. **L (Последняя)** — используется для поворота объектов относительно последней указанной оси вращения.

2. **V (Вид)** — задает ось вращения, перпендикулярную плоскости экрана. Система запрашивает точку на оси направления вида:

- **Specify a point on the view direction axis <0,0,0>** (Задайте точку на оси направления вида <значение по умолчанию>):

- Можно указать точку любым способом.
- Нажмите **ENTER**, чтобы использовать координаты по умолчанию.

3. **X (Ось X)** — задает ось вращения, параллельную оси X текущей системы координат:

- **Specify a point on the X axis <0,0,0>** (Задайте точку на оси X <значение по умолчанию>):

- Можно указать точку или нажать **ENTER** для задания точки по умолчанию.

4. **Y (Ось Y)** — задает ось вращения, параллельную оси Y текущей системы координат:

- **Specify a point on the Y axis <0,0,0>** (Задайте точку на оси Y <значение по умолчанию>):

- Можно указать точку или нажать **ENTER** для задания точки по умолчанию.

5. **Z (Ось Z)** — задает ось вращения, параллельную оси Z текущей системы координат:

- **Specify a point on the Z axis <0,0,0>** (Задайте точку на оси Z <значение по умолчанию>):

- Можно указать точку или нажать **ENTER** для использования значения по умолчанию.

Последний запрос системы:

- **Specify rotation angle or [Reference]** (Задайте угол поворота или [Относительно]):

- Введите числовое значение угла поворота объекта относительно оси вращения.

- Можно также задать угол поворота, указав две произвольные точки на экране.

Дополнительная опция:

- **R (Reference)** — задает относительный угол поворота, если необходимо вращать объект по отношению к другому объекту или по существующей геометрии.

После задания всех параметров система выполнит поворот объекта и завершит работу команды.

1.5.3.2. Выравнивание объектов относительно друг друга

Команда ALIGN (ВЫРАВНИВАНИЕ)

Назначение:

Команда ALIGN позволяет задать положение и ориентацию одного объекта путем выравнивания его относительно другого. Выравнивание выполняется путем сопоставления пар точек на корректируемом объекте с точками эталонного объекта.

Вызов команды:

- **Command:** ALIGN
- **Выпадающее меню:** Modify (Модификация) → 3D Operation (3D операции) → Align (Выравнивание)

Принцип действия:

Пользователь задает две или три пары точек:

1. Первая точка каждой пары — на корректируемом объекте.
2. Вторая точка — на эталонном объекте.

Система:

1. Совмещает первую пару точек.
2. Поворачивает корректируемый объект для совпадения линий между первой и второй парами точек.
3. (Опционально) Поворачивает объект по третьей паре точек для точного выравнивания.

Также можно изменить масштаб корректируемого объекта, чтобы длины линий, соединяющих пары точек, совпадали.

Пример:

- В качестве корректируемого объекта выбрана призма.
- В процессе выравнивания система выполняет шаги, приведенные на рис. 59.

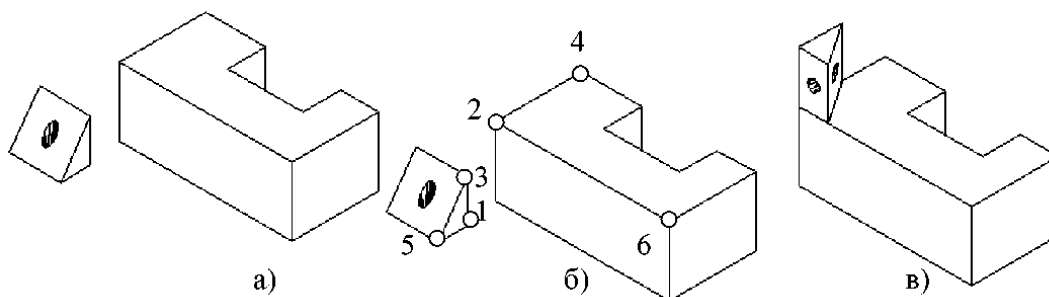


Рисунок 59 – Пример выравнивания объектов.

Последовательность команд:

1. **Select objects** (Укажите объекты):
 - Указать объект для выравнивания (например, призму).

- Нажать **ENTER** для завершения выбора объектов.
- 2. **Specify first source point** (Задайте первую исходную точку):
 - Указать точку 1 на редактируемом объекте.
- 3. **Specify first destination point** (Задайте первую назначенную точку):
 - Указать точку 2 на эталонном объекте.
- 4. **Specify second source point** (Задайте вторую исходную точку):
 - Указать точку 3 на редактируемом объекте.
- 5. **Specify second destination point** (Задайте вторую назначенную точку):
 - Указать точку 4 на эталонном объекте.
- 6. **Specify third source point or <continue>** (Задайте третью исходную точку или <продолжить>):
 - Указать точку 5, если необходимо дополнительное выравнивание, либо нажать **ENTER** для завершения на двух парах точек.
- 7. **Specify third destination point** (Задайте третью назначенную точку):
 - Указать точку 6 на эталонном объекте.

Дополнительные параметры:

• **Scale objects based on alignment points? [Yes/No] <N>:**

(Масштабировать объект до совпадения точек? [Да/Нет] <параметр по умолчанию>):

- **Y**: Объект будет масштабирован для совпадения точек.
- **N**: Объект не будет масштабироваться (по умолчанию).

Система применяет выравнивание и завершает команду, как показано на рис. 59в.

Примечание:

Изменение размеров редактируемого объекта возможно только при выравнивании по двум парам точек.

1.5.3.3. Редактирование граней

Команда **CHAMFER** (ФАСКА)

Назначение: Команда CHAMFER позволяет создавать фаску (скошенную часть кромки) на грани твердотельного объекта.

Вызов команды:

• **Command:** CHAMFER

• **Выпадающее меню:** Modify (Модификация) → Chamfer (Фаска)

Порядок действий:

1. **(TRIM mode):** При вызове команды система отображает текущие параметры фаски и первый запрос:

```
(TRIM mode) Current chamfer Dist1 = 10.0000, Dist2 = 10.0000
```

```
Select first line or  
[Polyline/distance/Angle/Trim/Method]:
```

(режим *TRIM*) Текущие размеры фаски: Разм1 = 10.0000, Разм2 = 10.0000. Укажите первую линию или [Полилиния/расстояние/угол/Trim/Метод].

2. Выбор ребра:

○ Указать общее ребро граней, между которыми будет создана фаска (например, переднее ребро призмы).

3. Base surface selection... (Выбор базовой поверхности):

○ После указания ребра система запрашивает выбор базовой поверхности:

Enter surface selection option [Next/OK (current)]
<OK>:

(Введите опцию выбора поверхности [Следующая/Да (текущая)]
<параметр по умолчанию>).

Возможные действия на каждом этапе:

• **Select first line:** Указать нужное ребро, на котором создается фаска.

• **Surface selection option:**

○ **Next:** Переход к следующей поверхности.

○ **OK (current):** Подтвердить текущую поверхность.

Команда FILLET (СОПРЯЖЕНИЕ)

Назначение: Команда FILLET позволяет создавать плавный переход (радиусное сопряжение) между двумя гранями твердотельного объекта.

Вызов команды:

• **Command:** FILLET

• **Выпадающее меню:** Modify (Модификация) → Fillet (Сопряжение)

Основные параметры:

Команда запрашивает:

• **Выбор двух смежных граней:** Система применяет заданный радиус и выполняет сопряжение грани, создавая закругленную кромку между ними.

Примечание по выполнению команды CHAMFER

При выполнении команды CHAMFER система создает фаски только на тех ребрах, которые ограничивают одну (базовую) грань твердотельного объекта.

Возможные действия:

• **ENTER** — принять параметры по умолчанию.

Иные варианты ответа:

• **O** — задать текущую грань объекта (подсвеченную на экране) в качестве базовой.

• **N** — выбрать соседнюю грань объекта в качестве текущей.

Запросы системы при выполнении команды

1. Specify base surface chamfer distance (Задайте размер фаски на базовой поверхности):

○ Ввести значение линейного размера фаски для базовой грани;

○ Указать размер, выбрав две произвольные точки на экране;

- Нажать **ENTER** для принятия значения по умолчанию.
 - 2. **Specify other surface chamfer distance** (Задайте размер фаски на другой поверхности):
 - Ввести размер фаски по второй грани;
 - Указать размер фаски на экране, выбрав две произвольные точки;
 - Нажать **ENTER** для принятия значения по умолчанию.
 - 3. **Select an edge or [Loop]** (Укажите ребро или [Петля]):
 - Последовательно указать ребра, по которым необходимо создать фаски;
 - Нажать **ENTER** для завершения создания фасок на указанных ребрах.
- Дополнительные варианты ответа:**
- **L** — создать фаски по всем ребрам базовой грани. В этом случае система предложит указать:
 - **Select an edge loop or [Edge]** (Укажите ребро контура или [Ребро]) — указать одно из ребер базовой грани.
 - **E** — вернуться к выбору отдельных ребер.
- Нажатие **ENTER** завершает создание фасок по всем заданным ребрам.
- Примечание:** Опции, предложенные системой в первом запросе команды CHAMFER, не применяются при создании фасок между гранями твердотельных объектов.
- Результат создания фаски можно увидеть на примере, показанном на рисунке 60а.

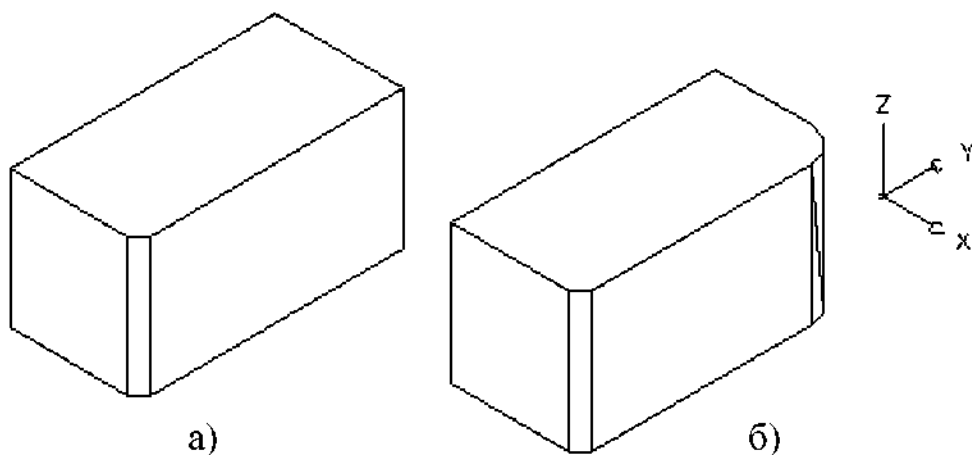


Рисунок 60 – Создание фаски и сопряжения

Команда **FILLET**

Назначение: Команда позволяет скруглять внутренние и внешние углы твердотельных объектов.

Вызов команды:

• **Command:** FILLET

• **Меню:** Modify (Модификация) > Fillet (Сопряги)

Запросы системы при выполнении команды

1. **Current settings: Mode = TRIM, Radius = 10.0000**

Система выдает сообщение о текущих настройках и первый запрос:

Select first object or [Polyline/Radius/Trim]

Возможные ответы:

- Указать ребро, на котором необходимо создать скругление.

2. **Enter fillet radius** (Введите радиус скругления):

- Ввести числовое значение радиуса скругления;
- Указать радиус, выбрав две произвольные точки на экране;
- Нажать **ENTER** для принятия значения по умолчанию.

3. **Select an edge or [Chain/Radius]** (Задайте ребро или [Цепь/Радиус]):

- Указать последовательно ребра, на которых необходимо создать скругления;

- Нажать **ENTER** для завершения выбора и создания скруглений.

Дополнительные варианты ответа:

- **C** — создание скруглений на цепочке ребер. В этом случае система выдает запрос:

Select an edge chain or [Edge/Radius]

Возможный ответ:

- Указать одно из ребер, продолжающих ранее выбранное.

- **E** — возврат к выбору отдельных ребер.

- **R** — задание нового радиуса скругления. Система снова запросит:

- **Enter fillet radius** (Введите радиус скругления):

- Ввести радиус, выбрать на экране точки, либо нажать **ENTER** для принятия значения по умолчанию.

Результат команды **FILLET** можно увидеть на примере, показанном на рисунке 60б.

4.5.4. Задание на лабораторную работу "Моделирование твердотельного объекта"

Примерный порядок выполнения

1. Создание плоского контура детали.

На первом этапе с помощью команды **REGION** (ОБЛАСТЬ) создается плоский контур, который определяет форму детали в одной из плоскостей.

- Пример плоского контура представлен на рисунке 62а.

2. Построение заготовки твердотельной модели.

После создания контура с использованием команды **EXTRUDE** (ВЫДАВИТЬ) выполняется преобразование контура в трехмерную заготовку детали.

- Результат выполнения команды **EXTRUDE** показан на рисунке 62б.

3. Дальнейшее конструирование детали

Для завершения конструкции объекта производится добавление различных элементов — таких, как полости и отверстия, — которые задаются в теле детали.

- Примеры этих конструктивных элементов приведены на рисунках 62в и 62г.

Итоговая модель

Полученная твердотельная модель отображается на рисунке 61.

Эта модель может использоваться для создания чертежей, включая виды, разрезы, и сечения, что позволяет более полно представить и описать конструкцию детали.

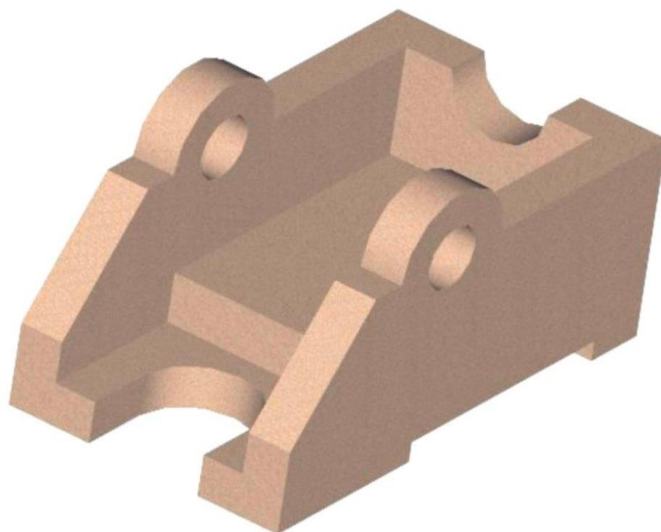


Рисунок 61 – Твердотельная модель

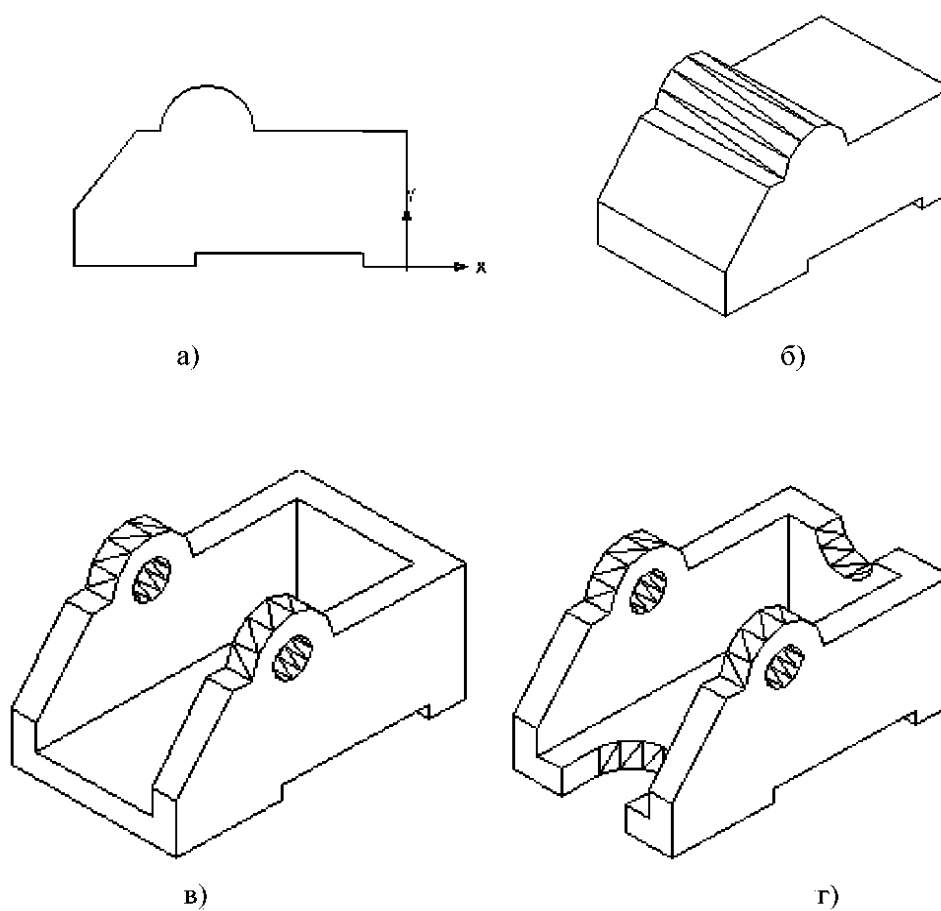


Рисунок 62 – Последовательность создания твердотельной модели

Сохранить твердотельную модель в виде отдельного файла как отчет по лабораторной работе №5.

2. ВАРИАНТЫ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ ЗАДАНИЙ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

2.1. Лабораторная работа №1

Тема: Линии и знаки

Цель работы:

1. Изучить интерфейс рабочего стола графической системы и настройки графического редактора.
2. Изучить методы создания изображений примитивов в графической системе.
3. Создать изображения примитивов с использованием различных типов линий.
4. Применить слои для формирования изображений.

Содержание работы:

- **Создание рамки и основной надписи** чертежа.
- Заполнение основной надписи.
- Формирование изображений с использованием **основных графических примитивов и текстовых элементов**.

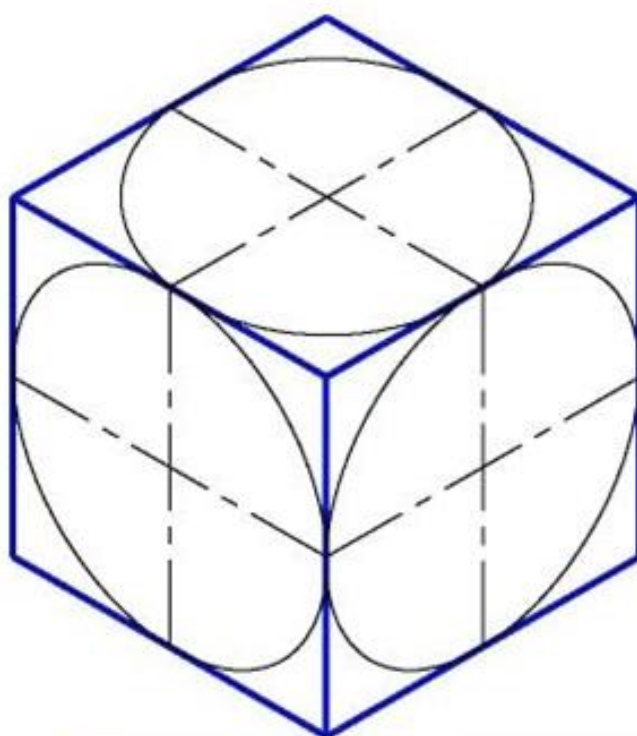
Ход выполнения работы:

1. Ознакомьтесь с интерфейсом графического редактора, изучите расположение основных инструментов и меню.
2. Используя примитивы, создайте рамку чертежа, добавьте основную надпись.
3. Примените слои для организации элементов изображения: задайте разные типы линий и стили для каждого слоя.
4. Завершите чертеж, применяя текстовые элементы и примитивы для создания финального изображения.

Ожидаемые результаты:

В результате выполнения работы будет создано изображение чертежа с рамкой и основной надписью, выполненное с использованием примитивов и различных типов линий, организованное по слоям.

-  - основная линия
-  - сплошная тонкая линия
-  - штриховая линия
-  - осевая линия



	Линии и знаки	

2.2. Лабораторная работа № 2

Тема: Построение изометрической проекции

Цель работы:

1. Изучить методы построения изометрических изображений в графической системе.
2. Освоить методы создания изображений по заданным размерам с использованием полярной трассировки.
3. Применить объектную привязку для точного построения изображений.
4. Изучить способ построения овалов в изометрической проекции.

Содержание работы:

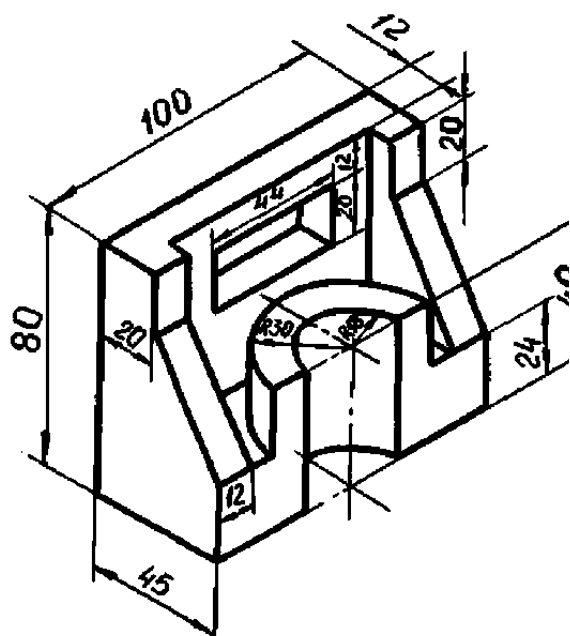
- Создание **изометрической проекции детали** по заданным размерам в масштабе 1:1.
- Построение элементов детали с использованием полярной трассировки и объектной привязки для точности.
- Использование специальных инструментов для отображения овалов в изометрии, обеспечивая их корректное отображение в трехмерной перспективе.

Ход выполнения работы:

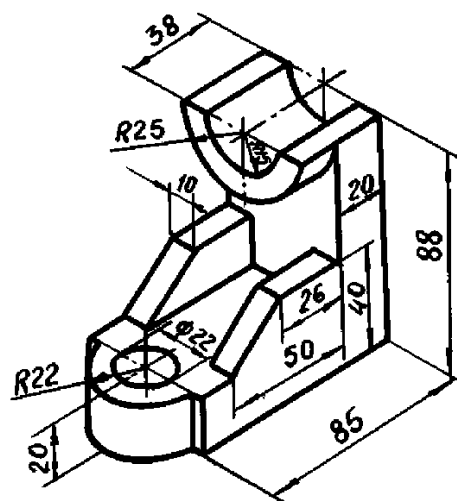
1. Настройте параметры рабочего пространства для выполнения изометрического построения.
2. Начните построение, используя заданные размеры, и применяйте полярную трассировку для точности размещения элементов.
3. Используйте объектную привязку для соблюдения точных точек соединения и углов.
4. Добавьте овалы, преобразовав их в изометрические проекции для точного представления.

Ожидаемые результаты:

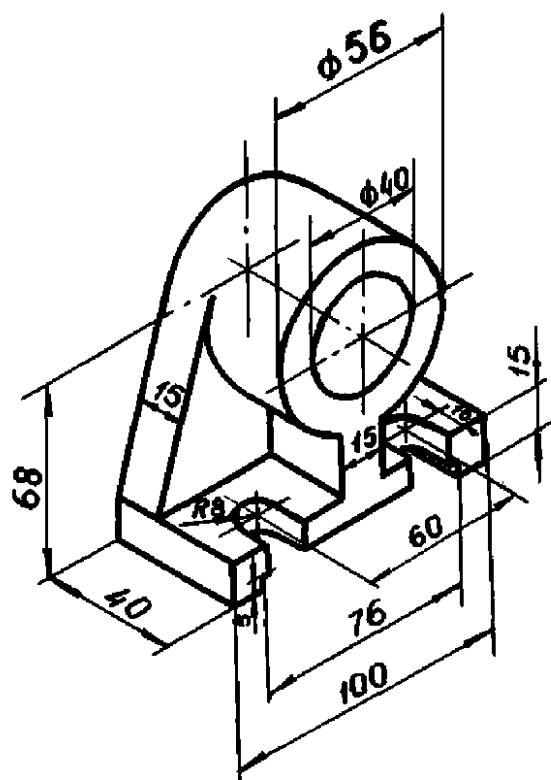
По завершении работы будет создано изометрическое изображение детали, построенное по заданным размерам в масштабе 1:1, с учетом полярной трассировки и объектной привязки для обеспечения точности.



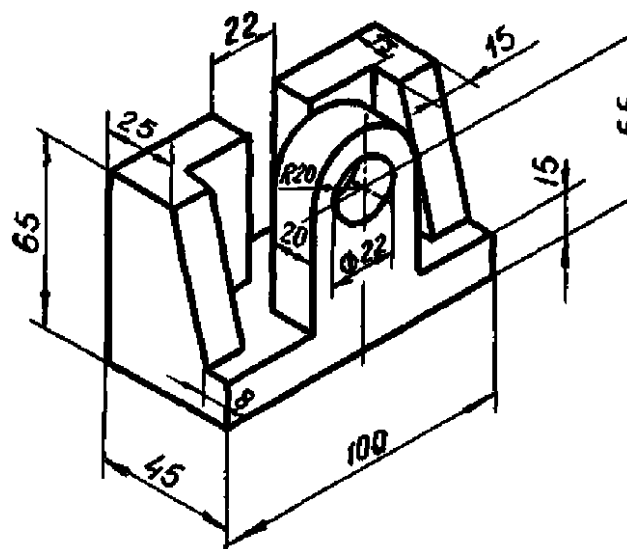
Вариант 1



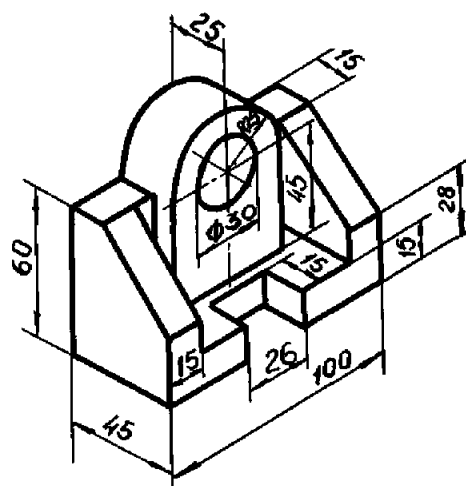
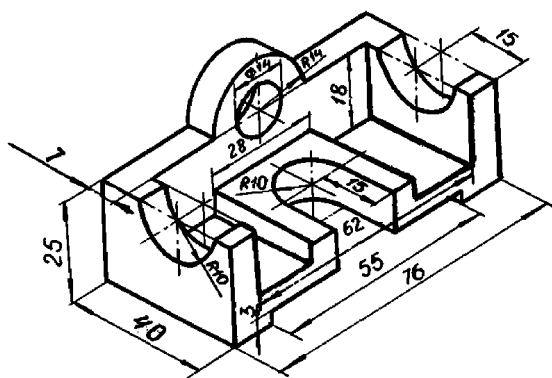
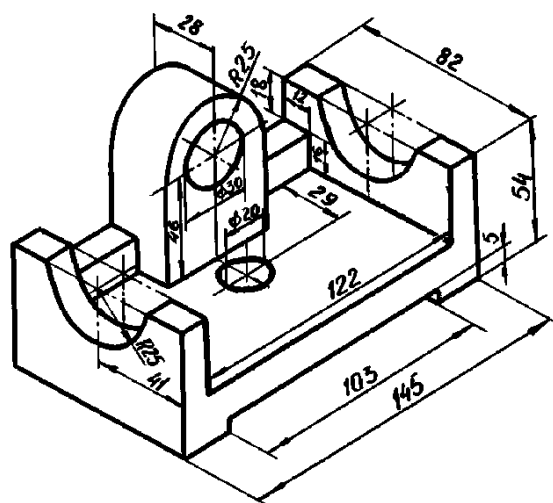
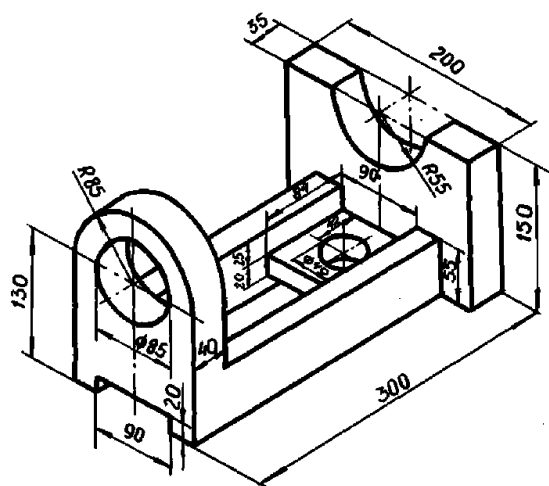
Вариант 2

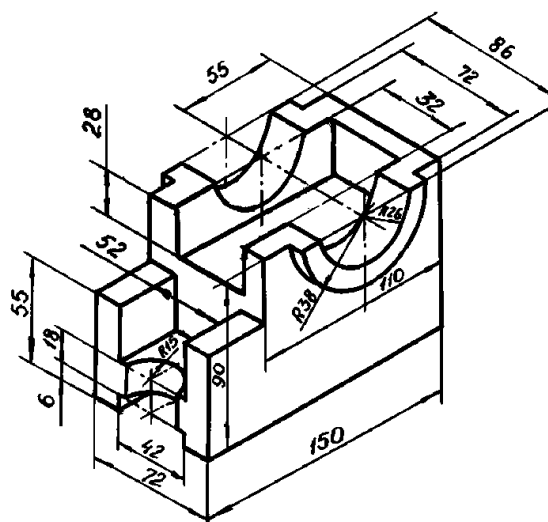


Вариант 3

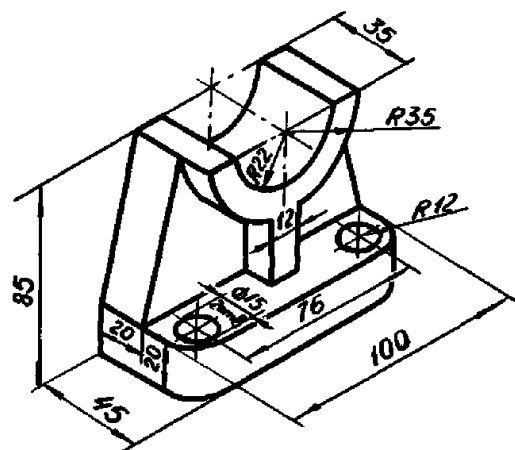


Вариант 4

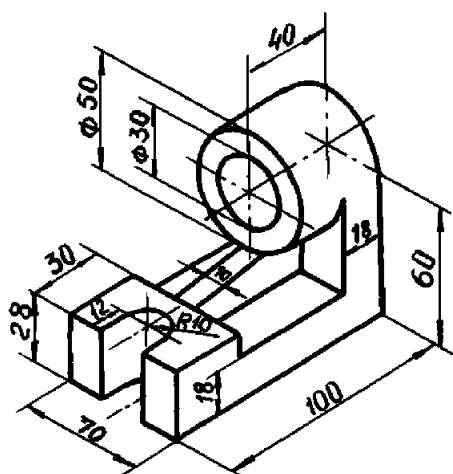




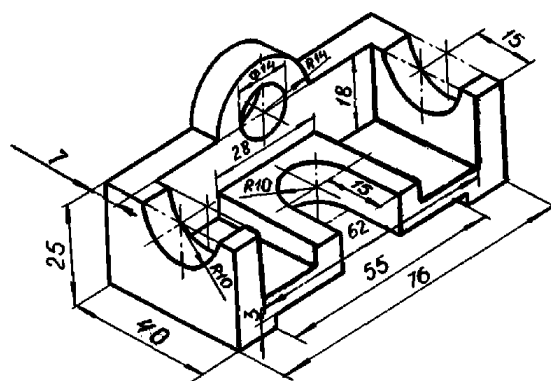
Вариант 9



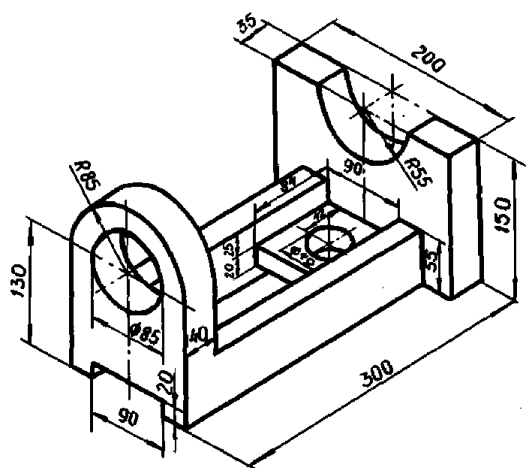
Вариант 10



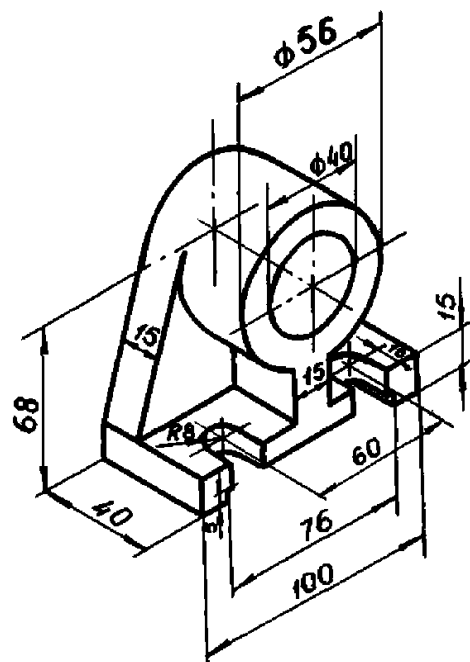
Вариант 11



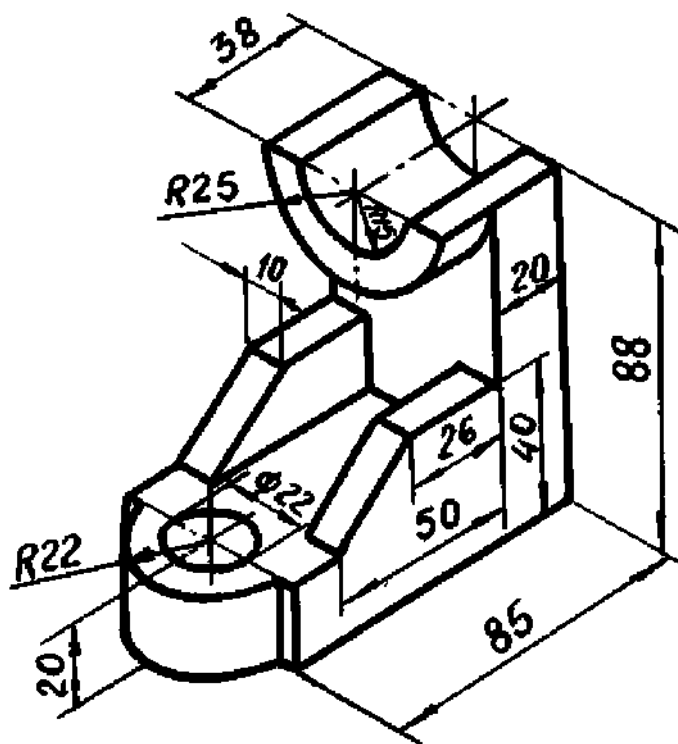
Вариант 12



Вариант 13



Вариант 14



Вариант 15

2.3. Лабораторная работа № 3

Тема: Построение сопряжений

Цель работы:

1. Изучить методы создания касательных и сопряжений в графической системе.
2. Освоить правила создания и применения размерных стилей, а также нанесения размеров на чертежи.
3. Научиться использовать вспомогательные линии для построения.

Содержание работы:

- Построение **плоского контура** с касательными и сопряжениями в масштабе 1:1.
- Нанесение размеров с использованием созданных размерных стилей.
- Заполнение основной надписи чертежа.

Ход выполнения работы:

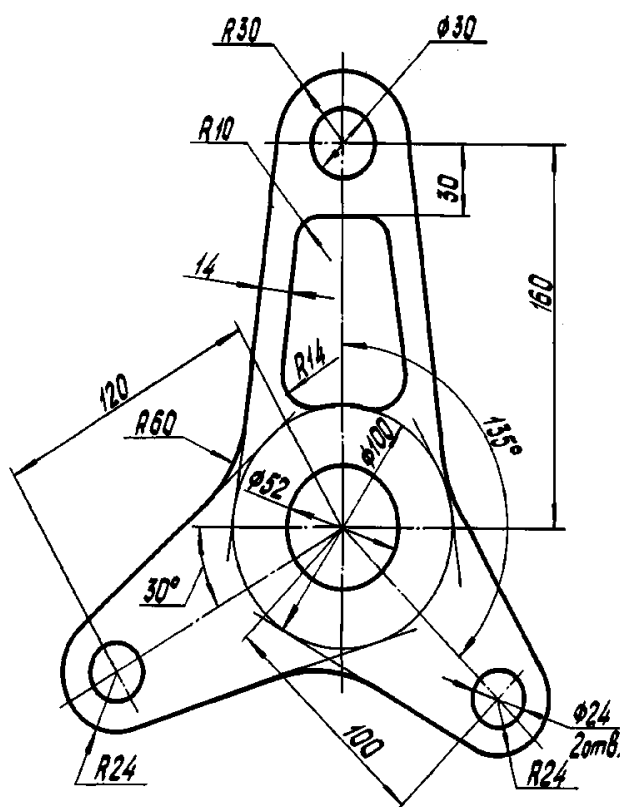
1. Постройте плоский контур детали, начав с основных линий и добавив сопряжения с применением функций построения дуг и окружностей, касающихся нужных элементов.
2. Используйте вспомогательные линии для точного соединения касательных элементов.
3. Настройте размерный стиль, включающий типы стрелок, цвет и величину текста, и примените его при нанесении размеров на чертеже.
4. Заполните основную надпись, включив необходимые данные: наименование, масштаб, материал, дату и т.д.

Ожидаемые результаты:

В результате работы будет создано изображение плоского контура с правильно построенными касательными и сопряжениями, проставленными размерами и заполненной основной надписью, что соответствует заданным требованиям.

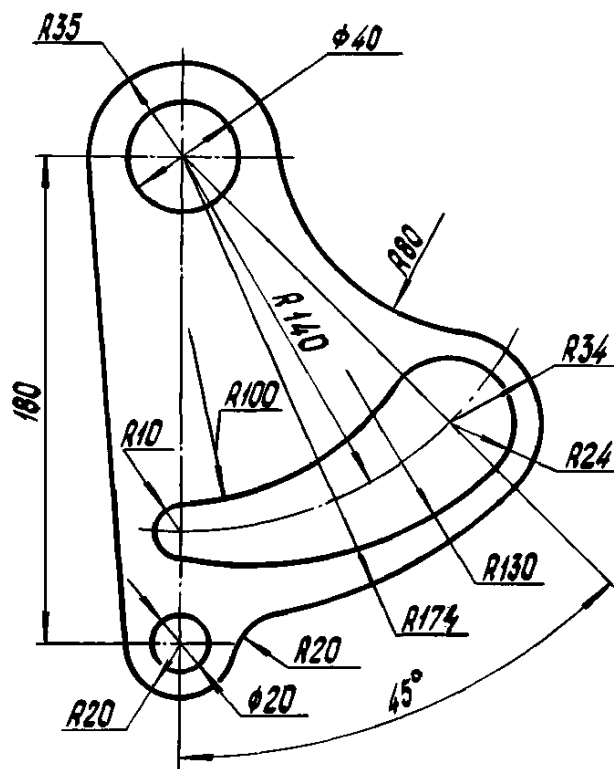
[illegible]

81

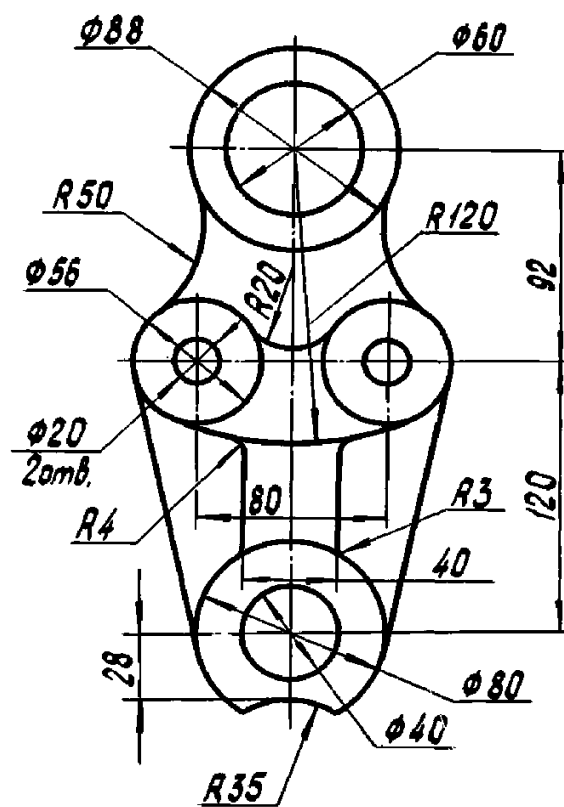


90

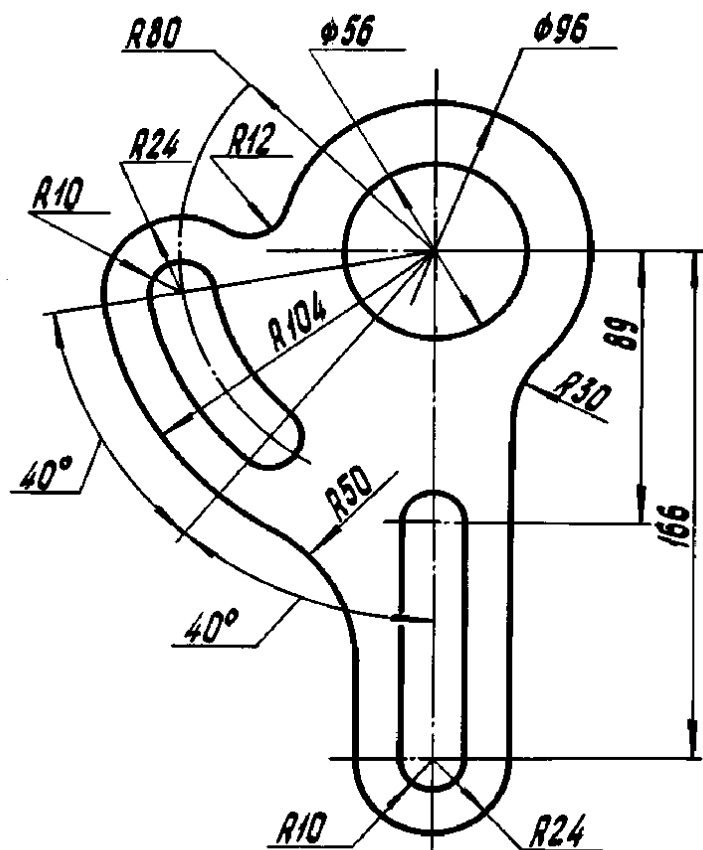
Вариант 3



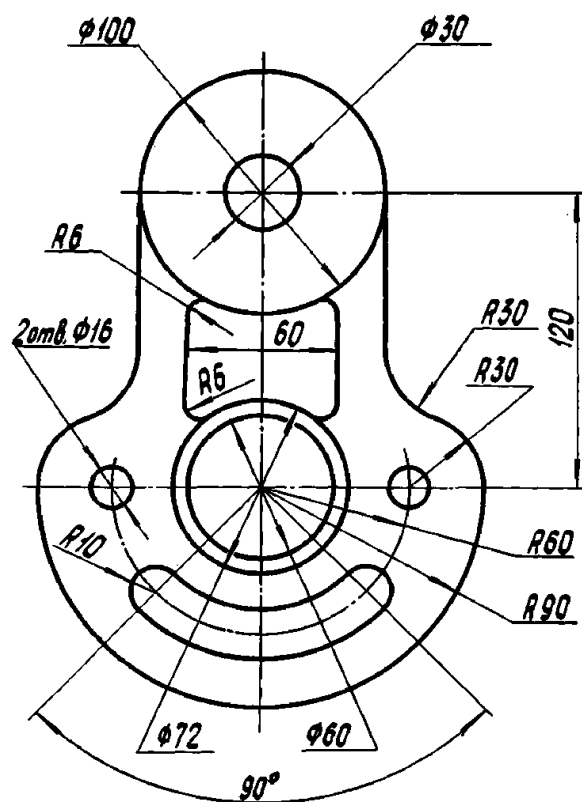
Вариант 4



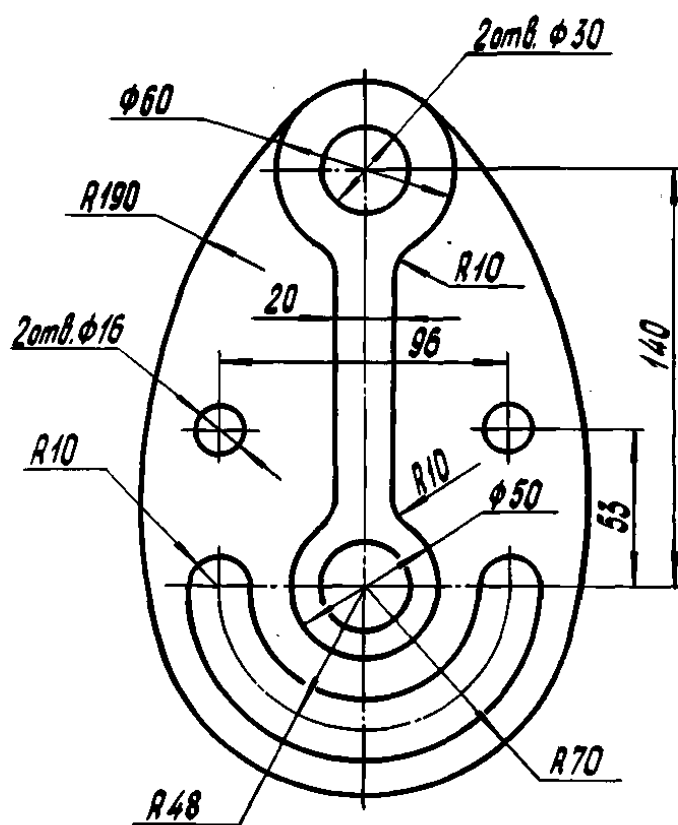
Вариант 5



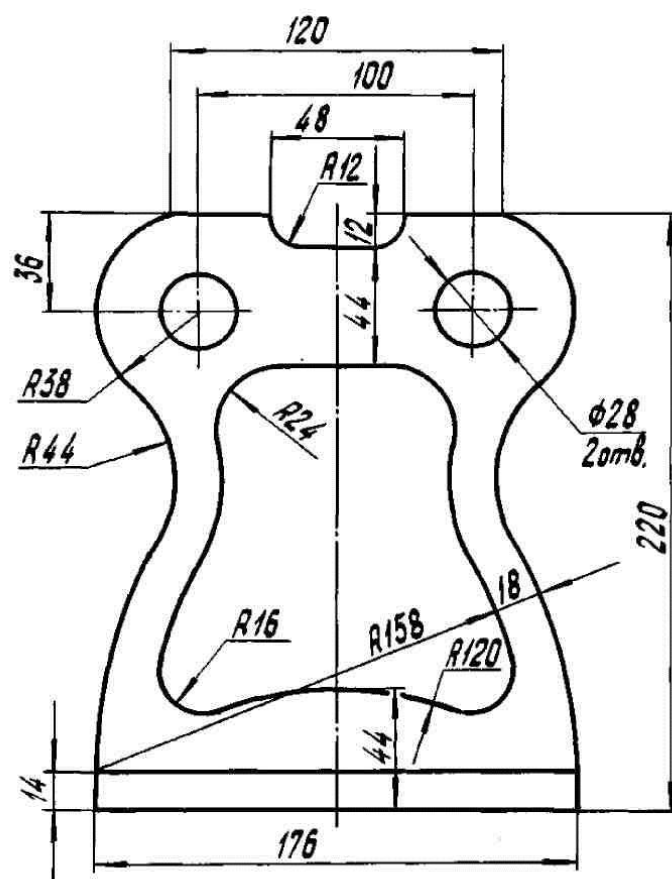
Вариант 6



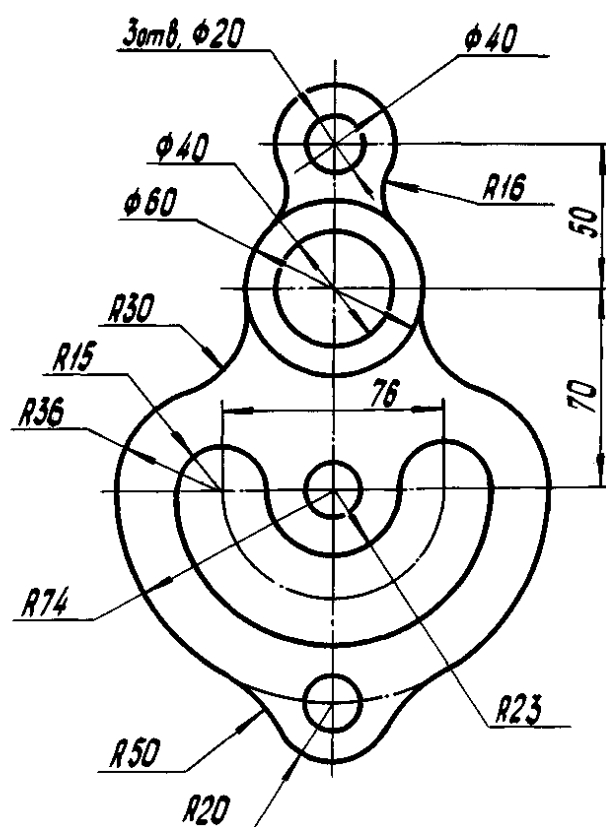
Вариант 7



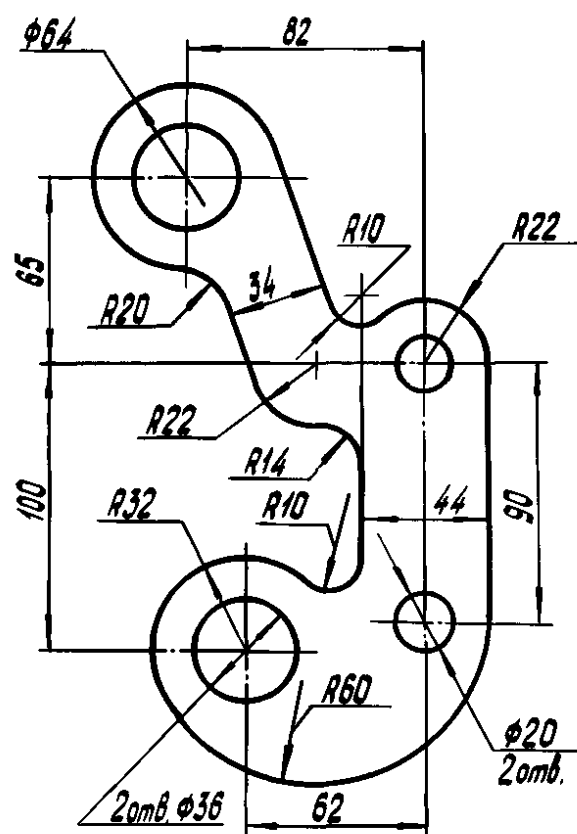
Вариант 8



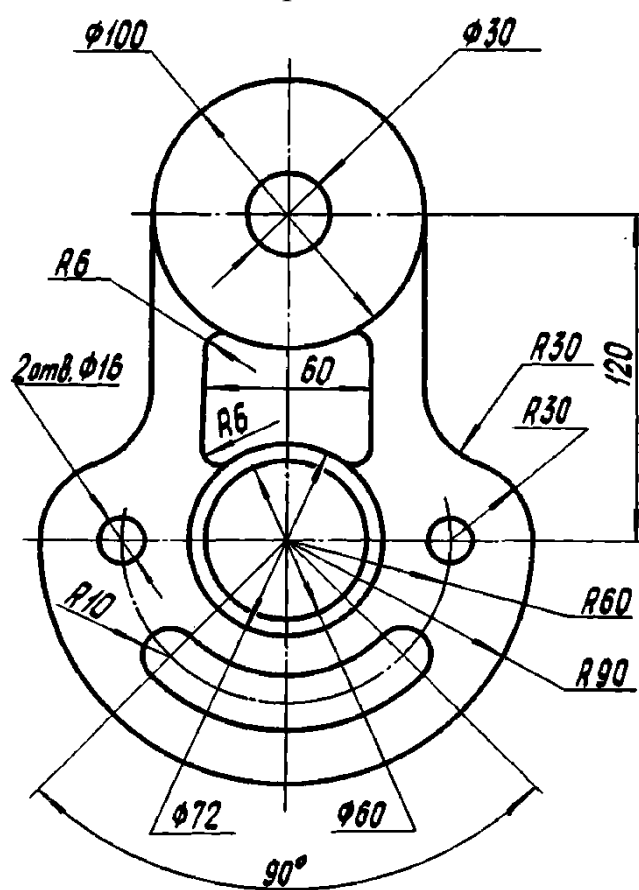
Вариант 9



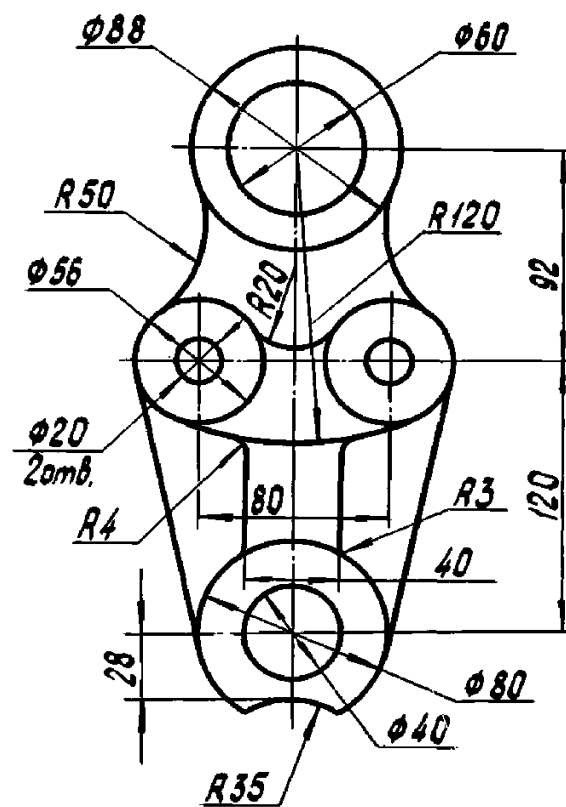
Вариант 10



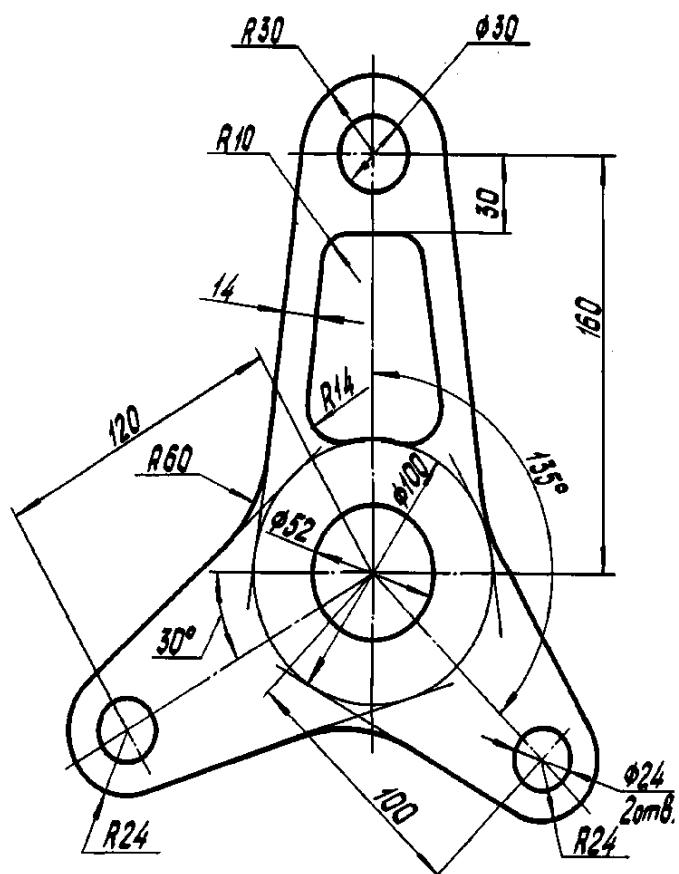
Вариант 11



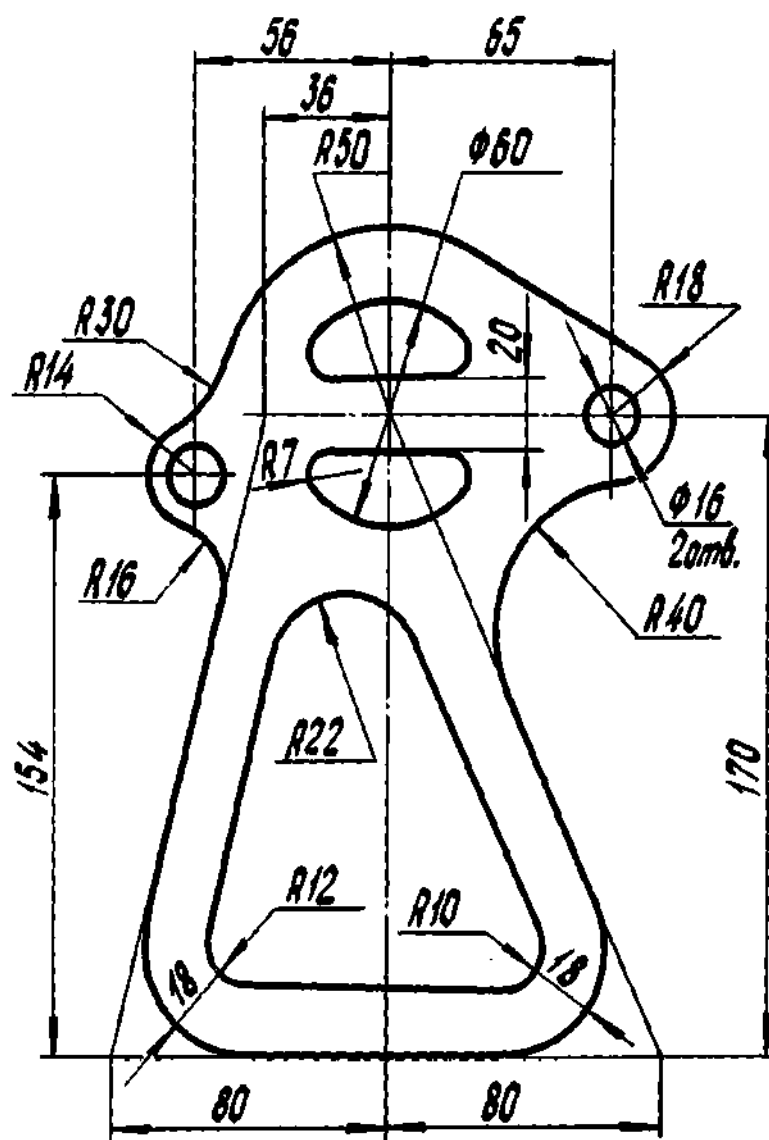
Вариант 12



Вариант 13



Вариант 14



Вариант 15

2.4. Лабораторная работа № 4

Тема: Разрезы простые

Цель работы:

1. Изучить методы создания и настройки штриховки при выполнении разрезов.
2. Научиться строить взаимосвязанные изображения предмета, включая виды и разрезы.
3. Освоить использование поименных видов для изображения детали.

Содержание работы:

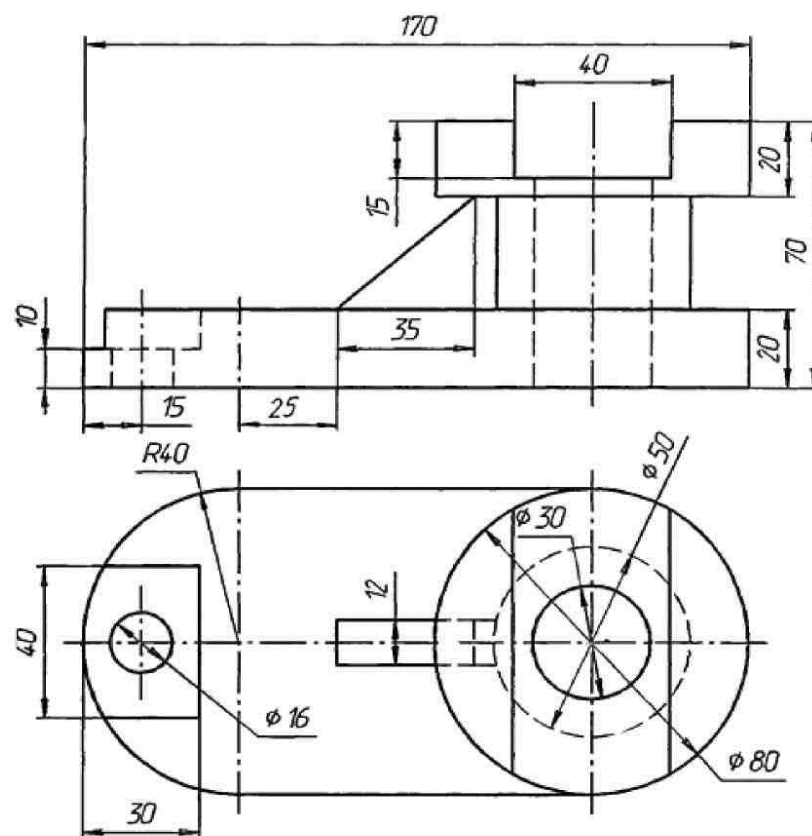
1. Начертите два основных вида детали в масштабе 1:1.
2. Постройте вид слева по двум заданным видам детали.
3. Замените главный вид разрезом или объедините половину вида с половиной разреза.
4. Примените штриховку к разрезу с шагом 3 мм и углом наклона 45°.
5. Нанесите размеры, следуя стандартам черчения.
6. Заполните основную надпись на чертеже.

Ход выполнения работы:

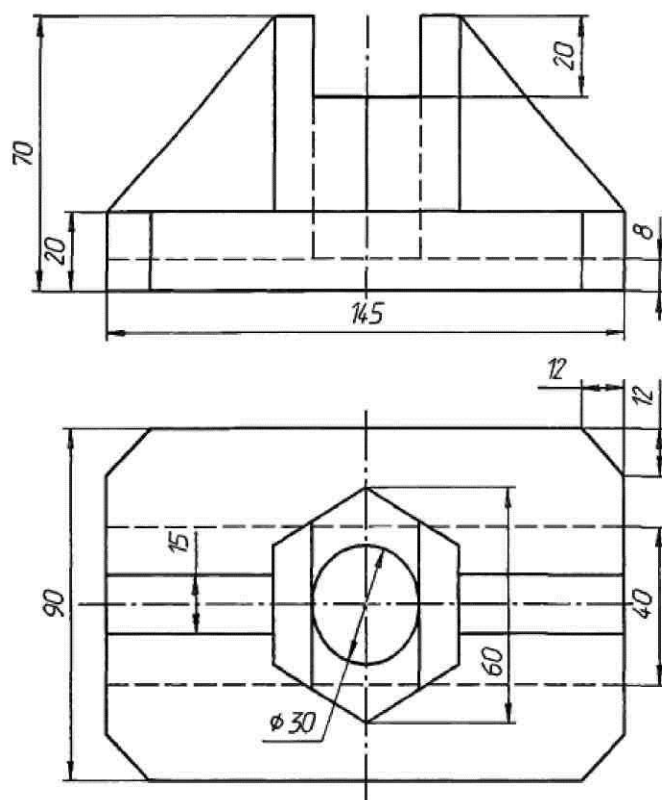
1. Создайте два основных вида детали в масштабе 1:1, используя команды для точного позиционирования и построения видимых и невидимых контуров.
2. На основе двух видов постройте третий вид — вид слева.
3. На главном виде выполните разрез, при необходимости соединяя половину вида с половиной разреза.
4. Примените штриховку к разрезу, установив шаг линий 3 мм и угол наклона 45°, чтобы обозначить материал детали.
5. Проставьте размеры согласно правилам оформления чертежей.
6. Введите данные в основную надпись чертежа, включая наименование детали, масштаб, материал, дату и т.д.

Ожидаемые результаты:

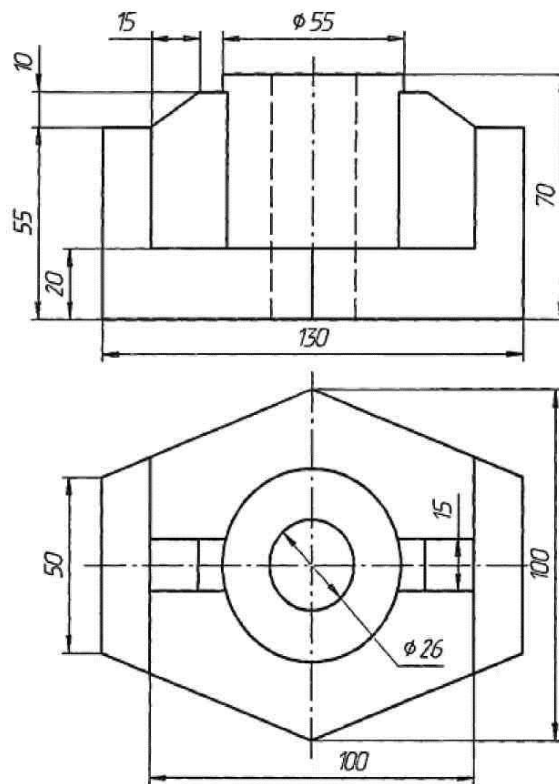
По завершении работы должен быть создан чертеж с двумя основными видами и видом слева, с корректно выполненным разрезом, штриховкой, нанесенными размерами и заполненной основной надписью, соответствующей требованиям черчения.



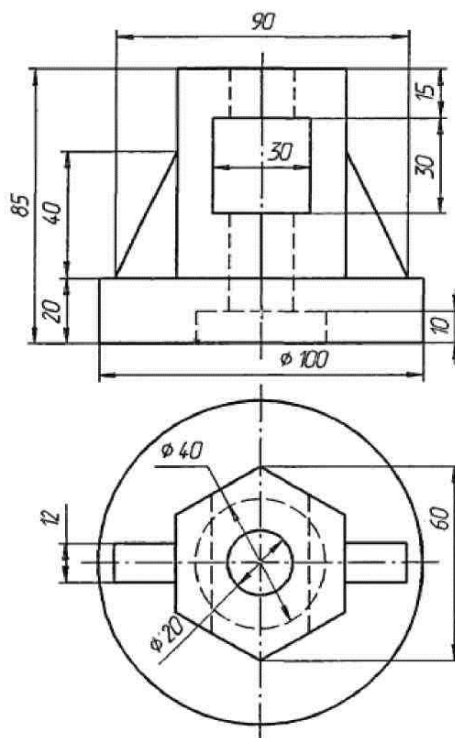
Вариант 1



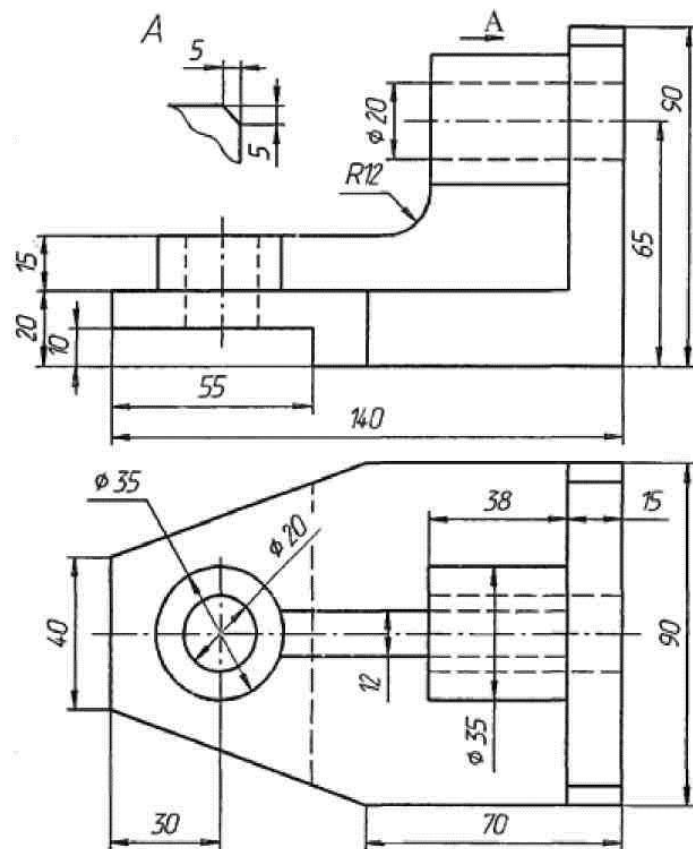
Вариант 2



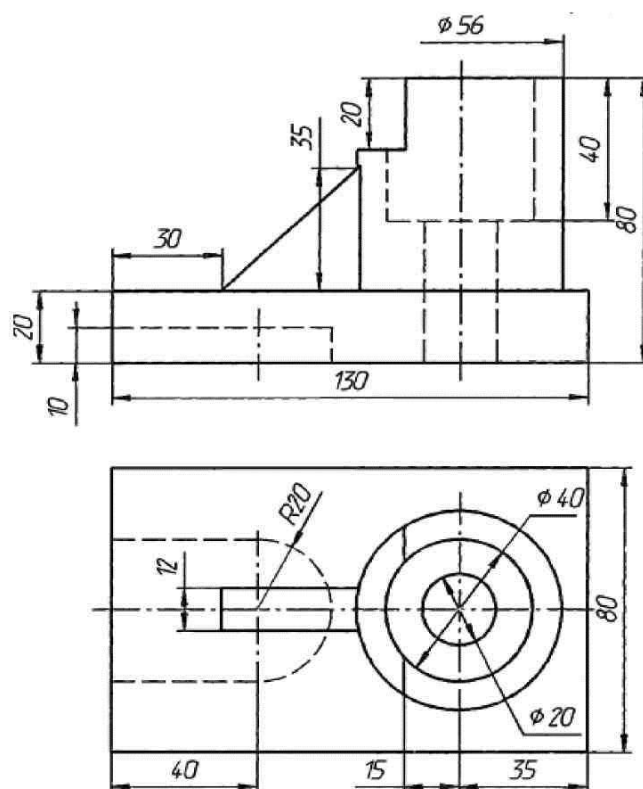
Вариант 3



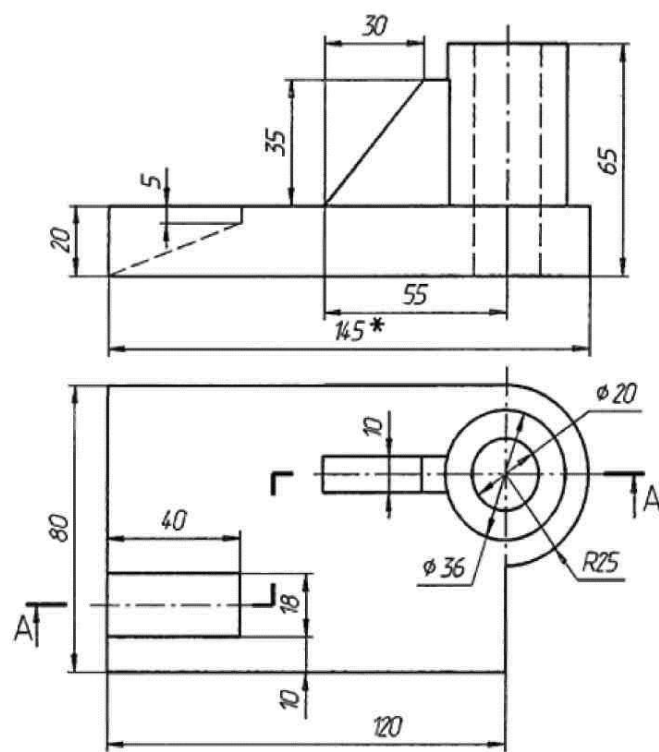
Вариант 4



Вариант 5

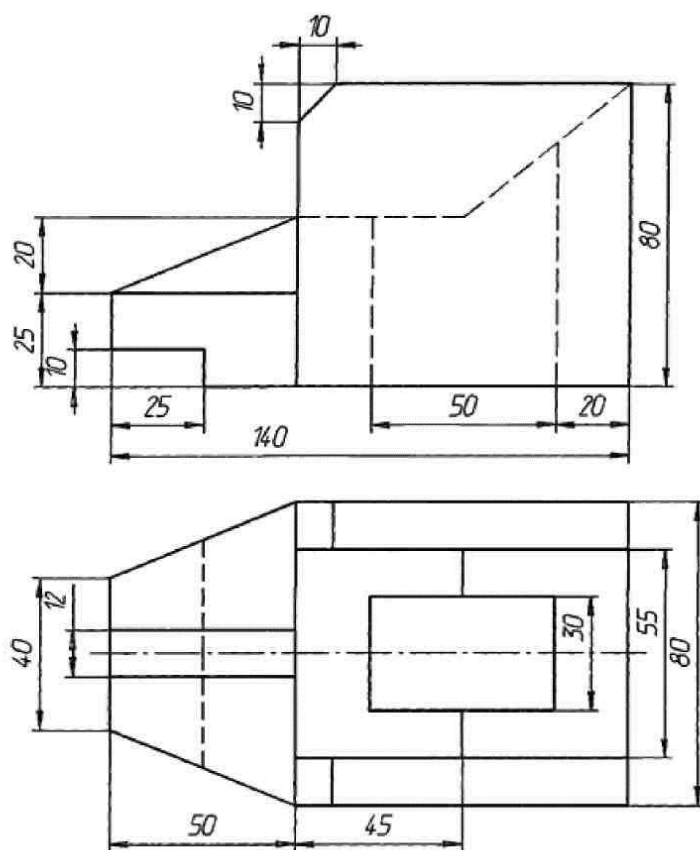


Вариант 6

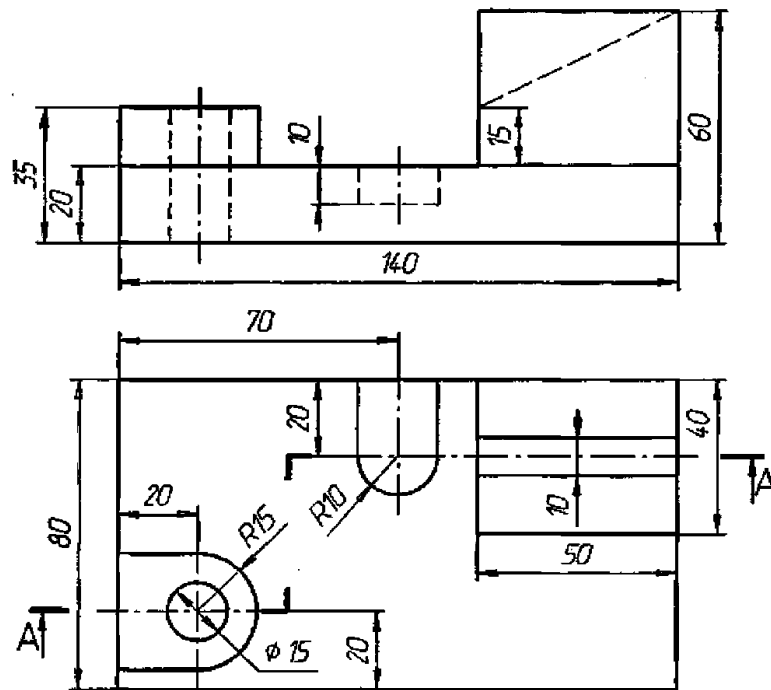


* Размер для справок

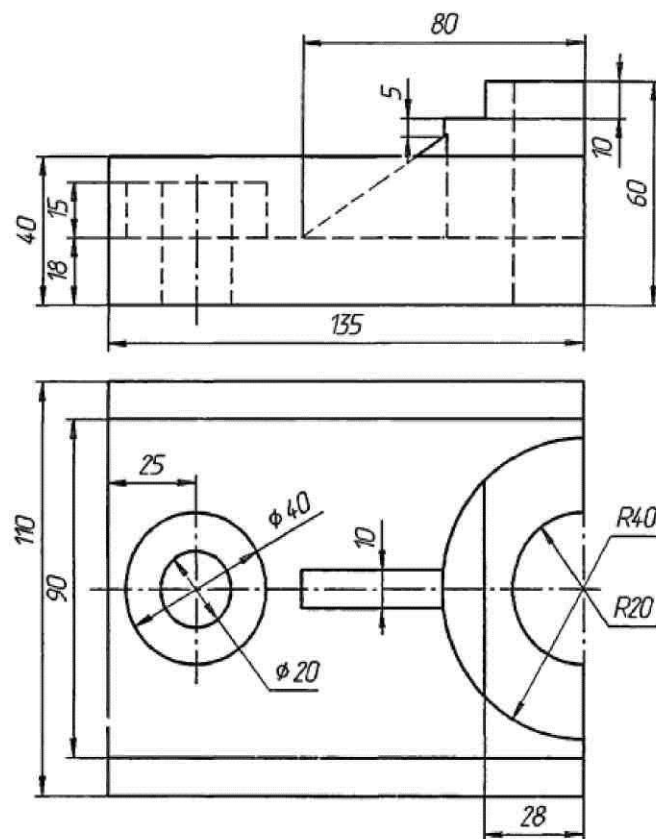
Вариант 7



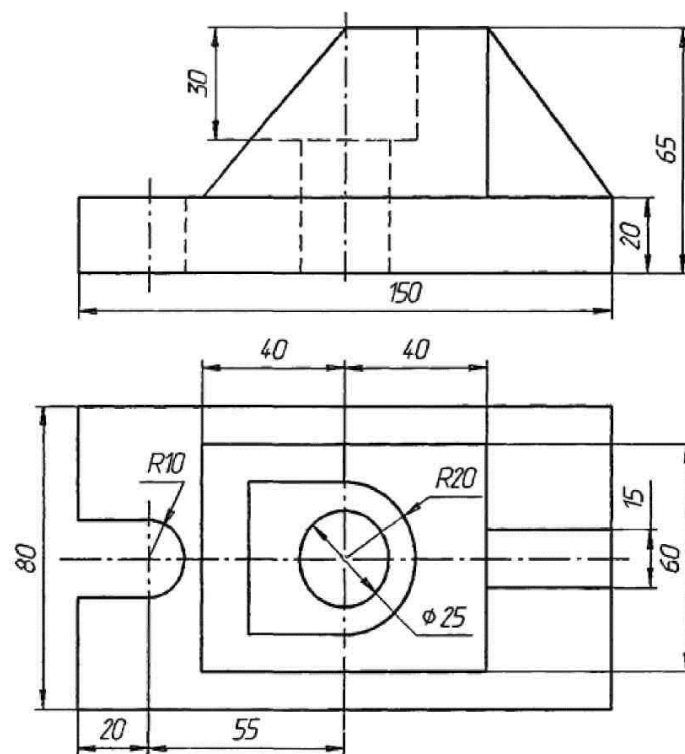
Вариант 8



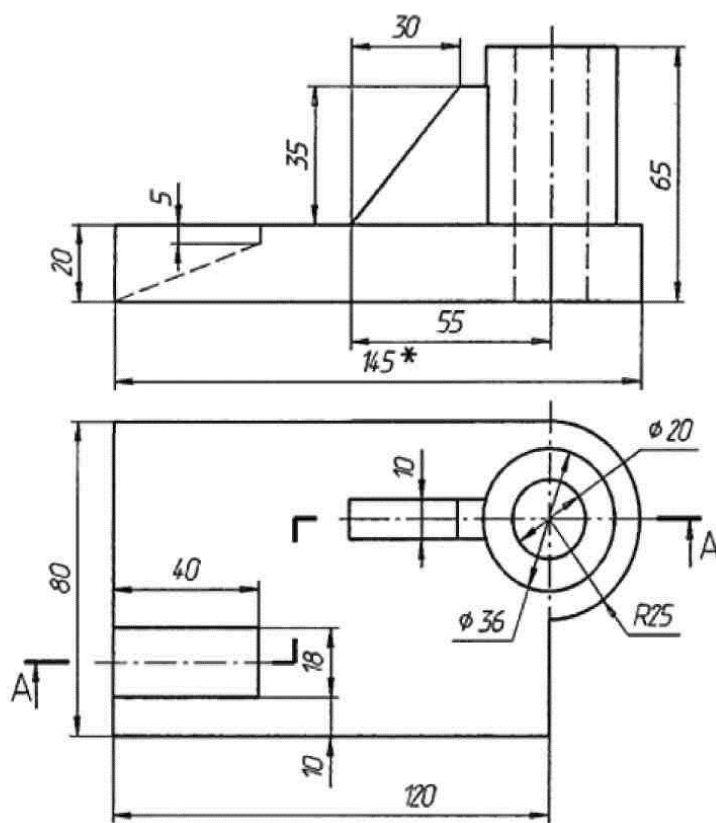
Вариант 9



Вариант 10

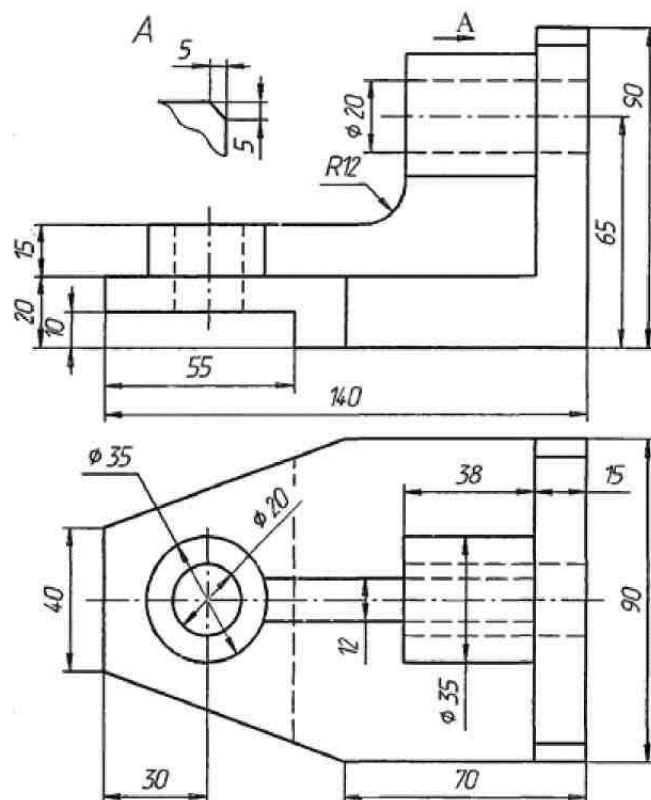


Вариант 11

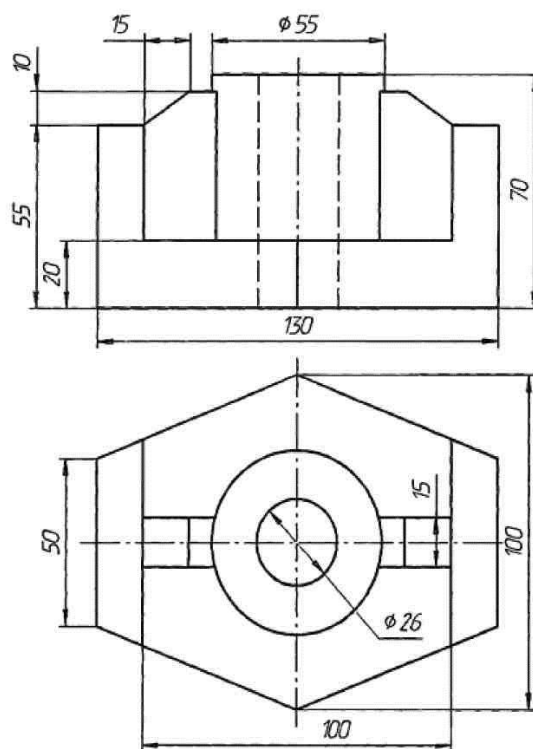


* Размер для справок

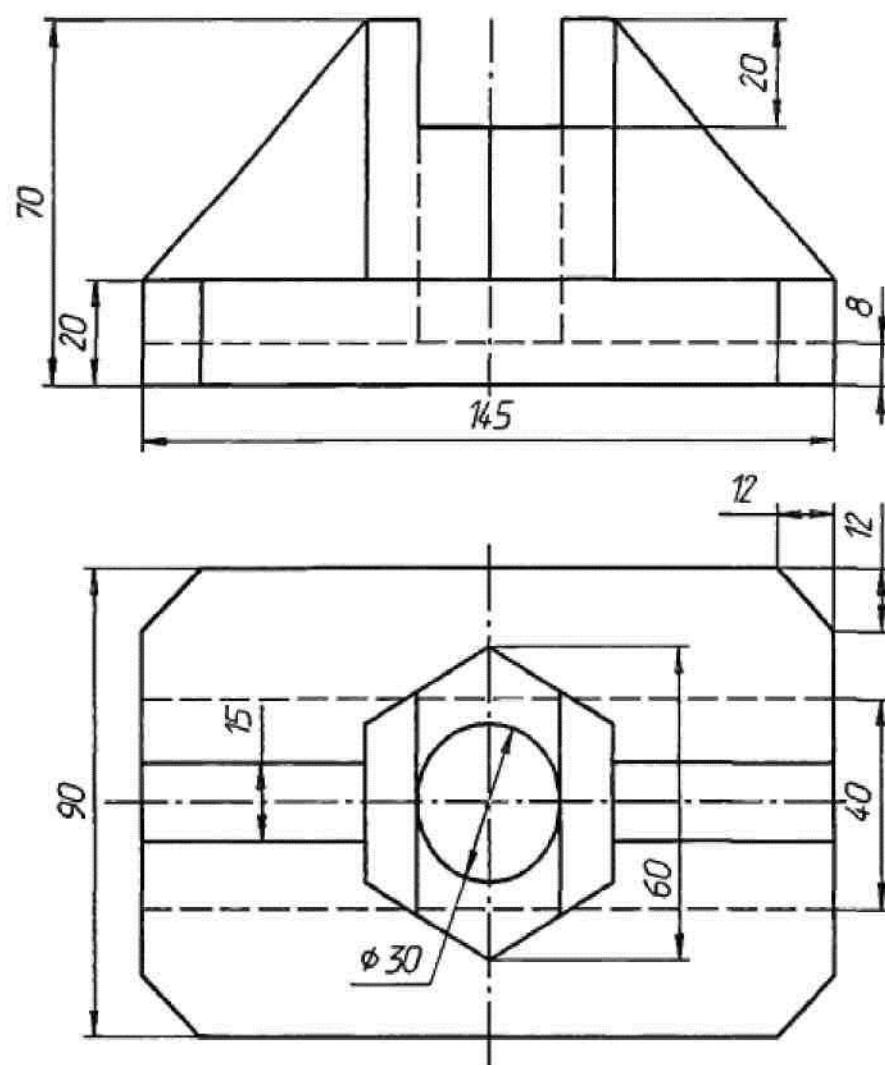
Вариант 12



Вариант 13



Вариант 14



Вариант 15

2.5. Лабораторная работа № 5

Тема: Создание 3D-модели детали

Цель работы:

1. Освоить основные команды построения трехмерных моделей.
2. Научиться использовать простейшие команды редактирования трехмерных объектов.

Содержание работы:

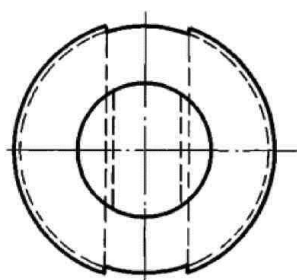
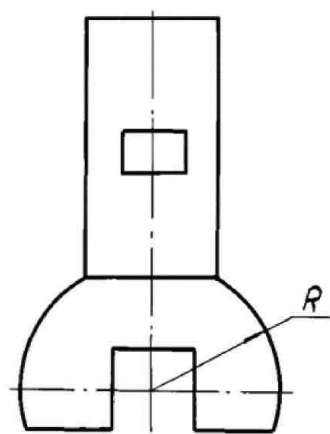
1. Создайте трехмерную модель предмета, используя простейшие геометрические примитивы (кубы, цилиндры, сферы и др.).
2. Используйте команды построения 3D-примитивов для составления модели.
3. Примените команды редактирования (например, перемещение, поворот, копирование) для корректировки модели и достижения необходимой формы.
4. Завершите 3D-модель, проверив её соответствие исходным требованиям и геометрическим характеристикам.

Ход выполнения работы:

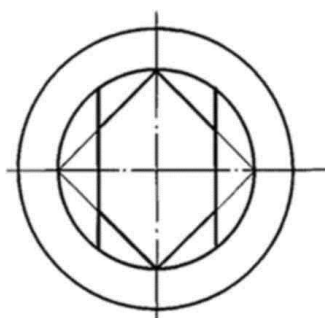
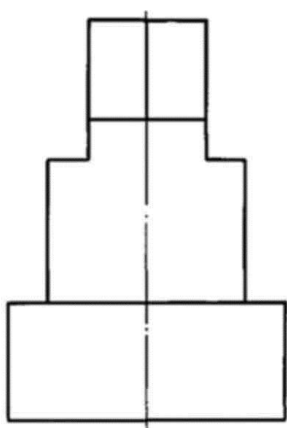
1. Выберите подходящие трехмерные примитивы для основы модели.
2. Постройте примитивы в пространстве, задавая точные параметры размеров и местоположения.
3. При помощи команд редактирования выполните необходимые действия: объединение или вычитание элементов, копирование, смещение и вращение.
4. Проверьте корректность соединений между примитивами и подкорректируйте модель при необходимости.

Ожидаемые результаты:

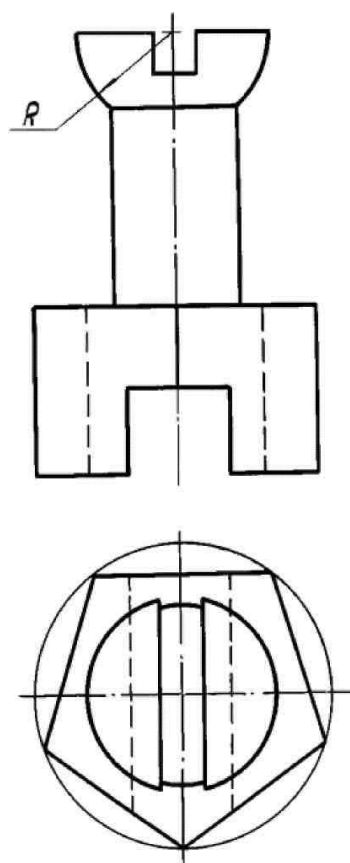
В результате работы должна быть создана трехмерная модель детали, состоящая из базовых геометрических примитивов, которые соединены и отредактированы для получения требуемой формы и соответствия техническим требованиям.



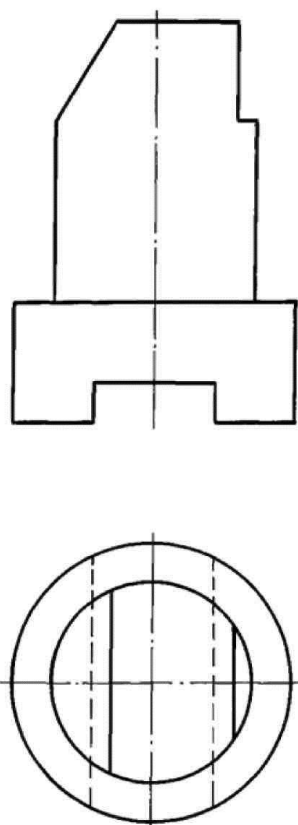
Вариант 1



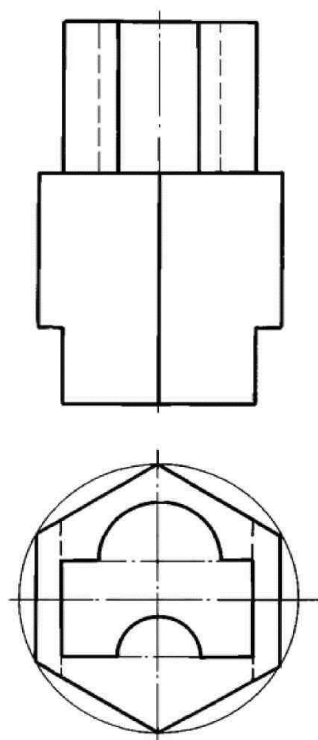
Вариант 2



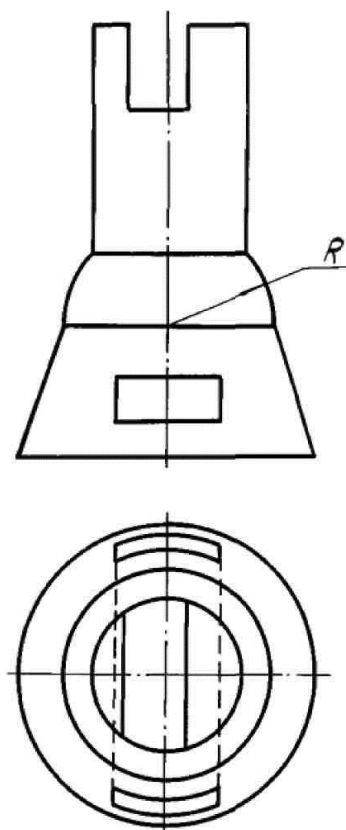
Вариант 3



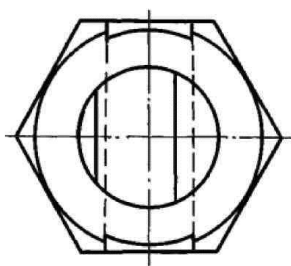
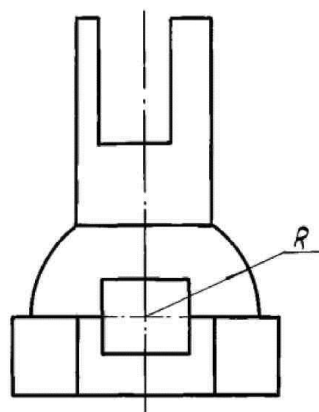
Вариант 4



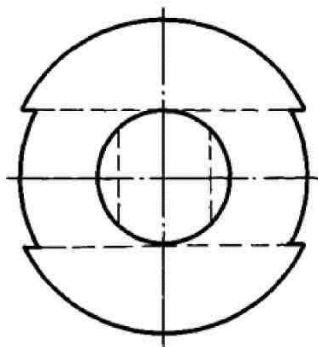
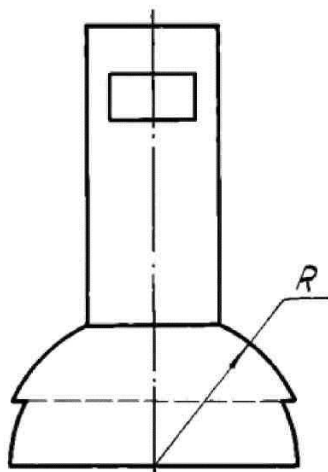
Вариант 5



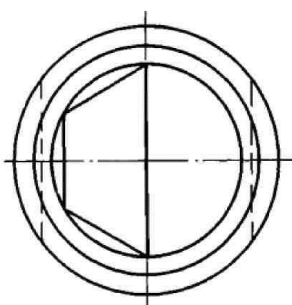
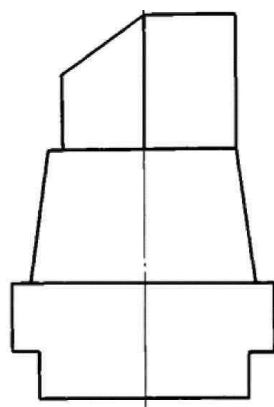
Вариант 6



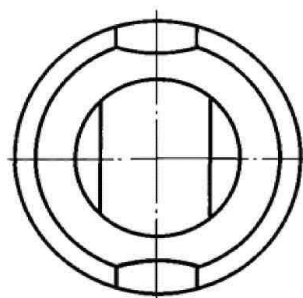
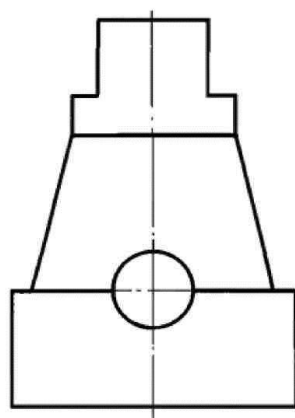
Вариант 7



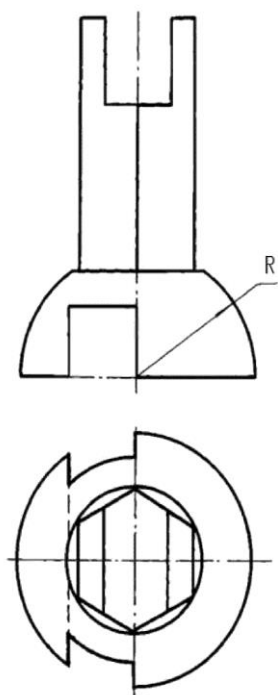
Вариант 8



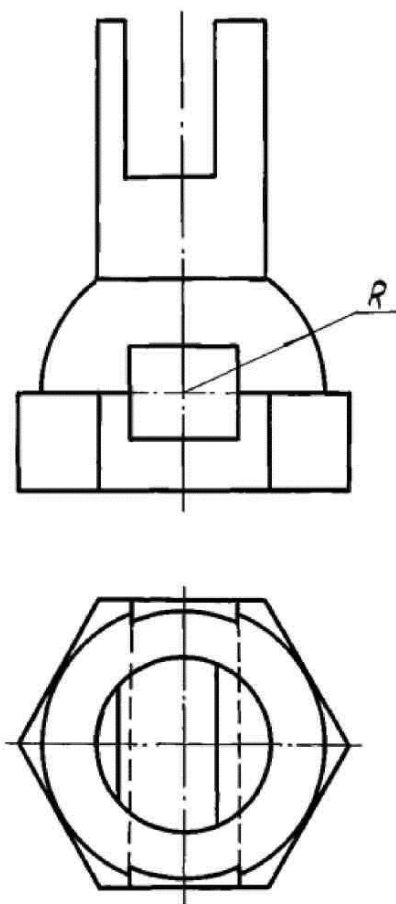
Вариант 9



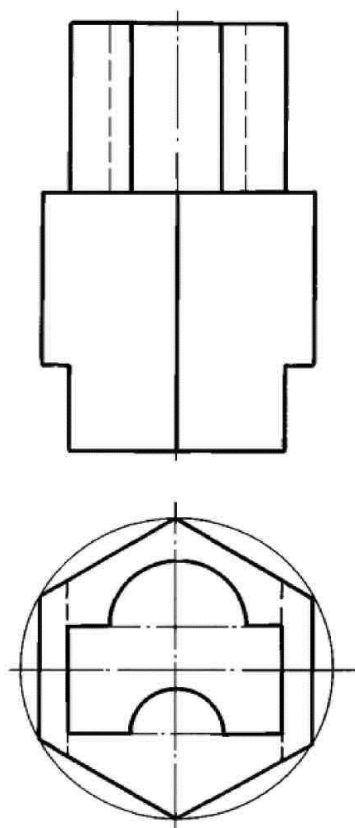
Вариант 10



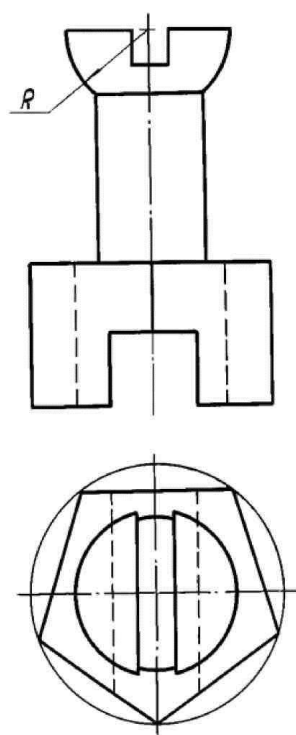
Вариант 11



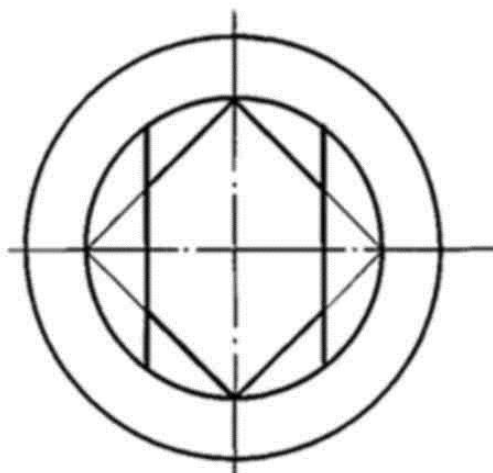
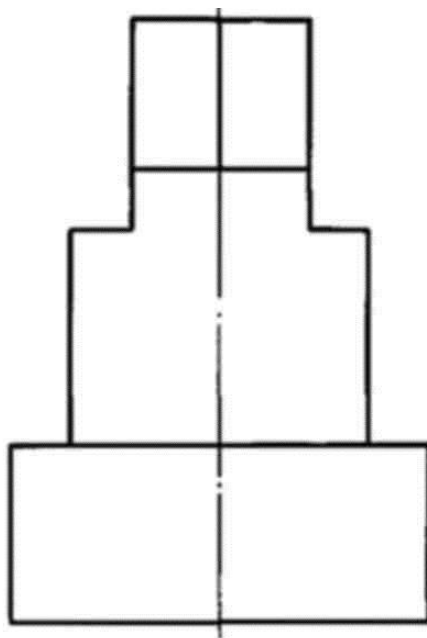
Вариант 12



Вариант 13



Вариант 14



Вариант 15

Список рекомендуемой литературы

1. Shih, R. AutoCAD 2025 Tutorial: 2D Fundamentals. — Klamath Falls, Oregon: SDC Publications, 2024. — 490 с.
2. Leach, J. A., Lockhart, S. AutoCAD 2025 Instructor: A Student Guide for In-Depth Coverage of AutoCAD's Commands and Features. — United States of America: SDC Publications, 2024. — 1217 с.
3. ГОСТ 2.305-2008. ЕСКД. Изображения — виды, разрезы, сечения. — Введ. 2009-07-01. — М.: Стандартинформ, 2008. — 16 с.
4. ГОСТ 2.307-2011. ЕСКД. Нанесение размеров и предельных отклонений. — Введ. 2012-01-01. — М.: Стандартинформ, 2011. — 8 с.
5. Компьютерная графика : учебно-методическое пособие к выполнению компьютерного практикума / А. Ю. Борисова, М. В. Царева, И. М. Гусакова, О. В. Крылова. — Москва : МИСИ-МГСУ, ЭБС АСВ, 2020. — 76 с.
6. Жуков, Ю. Н. Инженерная компьютерная графика : учебник / Ю. Н. Жуков. — Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2010. — 178 с.

БИСИЛОВ Назим Урусланович
МАЛСУГЕНОВ Рашид Альбертович
БАЙРАМУКОВ Роман Сергеевич

КОМПЬЮТЕРНАЯ ГРАФИКА

Учебное пособие для обучающихся по направлению подготовки 15.03.02
Технологические машины и оборудование профиль подготовки «Машины и
аппараты пищевых производств» всех форм обучения

Корректор Чагова О. Х.
Редактор Чагова О. Х.

Сдано в набор 18.08.2025 г.
Формат 60х84/16
Бумага офсетная.
Печать офсетная.
Усл. печ. л. 6,27
Заказ № 5176
Тираж 100 экз.

Оригинал-макет подготовлен
в Библиотечно-издательском центре СКГА
369000, г. Черкесск, ул. Ставропольская, 36