

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ИВАНОВСКАЯ ПОЖАРНО-СПАСАТЕЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ ГОСУДАРСТВЕННОЙ  
ПРОТИВОПОЖАРНОЙ СЛУЖБЫ МИНИСТЕРСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ПО ДЕЛАМ ГРАЖДАНСКОЙ ОБОРОНЫ, ЧРЕЗВЫЧАЙНЫМ СИТУАЦИЯМ  
И ЛИКВИДАЦИИ ПОСЛЕДСТВИЙ СТИХИЙНЫХ БЕДСТВИЙ»**

**В. Е. ИВАНОВ**

**И. А. ЛЕГКОВА**

**В. П. ЗАРУБИН**

# **КОМПЬЮТЕРНАЯ ГРАФИКА**

## **Практикум**



Иваново 2020

УДК 004.92  
ББК 32.97  
И 20

*Рецензенты:*

**Ульев Д. А.** начальник адъюнктуры ФГБОУ ВО Ивановской пожарно-спасательной академии ГПС МЧС России полковник внутренней службы, канд. техн. наук, доцент

**Полетаев В. А.** профессор кафедры «Технология машиностроения»  
Ивановского государственного энергетического университета  
Имени В.И. Ленина, д-р техн. наук, профессор

**Шварев Е. А.** доцент кафедры государственного надзора и экспертизы пожаров  
(в составе УНК «Государственный надзор») ФГБОУ ВО Ивановской пожарно-спасательной академии ГПС МЧС России майор внутренней службы, канд. техн. наук

*Издается по решению редакционно-издательского совета  
Ивановской пожарно-спасательной академии  
(Протокол № 4 от 17.09.2020 г.)*

**Иванов, В. Е.**

Компьютерная графика: практикум / В. Е. Иванов, И. А. Легкова, В. П. Зарубин. – Иваново: ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2020. – 87 с.

Учебное издание содержит материал, необходимый обучающимся для практического освоения основных приемов работы в графической системе AutoCAD; рекомендации по выполнению и оформлению лабораторных работ по дисциплине «Компьютерная графика»; вопросы для самопроверки.

Учебное издание предназначено для обучающихся по направлению подготовки 20.03.01 «Техносферная безопасность». Содержание учебного издания соответствует рабочей программе учебной дисциплины «Компьютерная графика».

## ОГЛАВЛЕНИЕ

<b>ВВЕДЕНИЕ</b> .....	4
Общие правила выполнения, оформления и защиты лабораторных работ .....	5
Правила охраны труда при выполнении работ в компьютерном классе.....	6
<b>Лабораторная работа № 1.</b> Формирование чертежа как конструкторского документа .....	8
<b>Лабораторная работа № 2.</b> Выполнение чертежей деталей пожарной техники .....	38
<b>Лабораторная работа № 3.</b> Выполнение чертежа плана здания .....	52
<b>Лабораторная работа № 4.</b> Создание трехмерной модели простой формы .....	68
<b>Лабораторная работа № 5.</b> Создание трехмерной модели сложной формы .....	76
Список литературы .....	86

## ВВЕДЕНИЕ

Практическая деятельность сотрудника МЧС России связана с использованием достаточно сложных технических устройств, с защитой и эксплуатацией промышленных и гражданских зданий и сооружений, разнообразного технологического оборудования. В этой связи одной из основных составляющих профессиональной инженерной деятельности становится графическая и компьютерная грамотность специалиста, его творческое мышление.

Компьютерная графика изучает методы и средства представления и визуализации информации в виде графических изображений при помощи программно-аппаратных средств. Графические изображения деталей пожарной техники могут быть представлены в виде чертежей или трехмерных моделей. Кроме этого, компьютерная графика может применяться в других направлениях, например: при разработке схем расстановки сил и средств, планов эвакуации, научных проектов, создания анимации и др.

Целями учебного издания «Компьютерная графика» являются практическое освоение основных приемов работы в среде системы автоматизированного проектирования AutoCAD 2018-2021, понимание возможностей и роли программного продукта при разработке графической документации, используемой в работе подразделений пожарной охраны.

Изучение системы автоматизированного проектирования AutoCAD направлено на приобретение навыков и умений по применению программного продукта при разработке графической части курсовых проектов и работ, выпускных квалификационных работ, научных проектов и другой графической документации разрабатываемой в подразделениях пожарной охраны.

Данное учебное издание будет полезно курсантам, слушателям и студентам всех форм обучения по направлению подготовки 20.03.01 «Техносферная безопасность» не только при изучении дисциплин «Начертательная геометрия. Инженерная графика» и «Компьютерная графика», но и при изучении специальных дисциплин, где необходимо применить навыки работы в программах автоматизированного проектирования.

## **ОБЩИЕ ПРАВИЛА ВЫПОЛНЕНИЯ, ОФОРМЛЕНИЯ И ЗАЩИТЫ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ**

Перед началом выполнения лабораторных работ обучающийся должен пройти инструктаж, изучить содержание и порядок проведения лабораторной работы. При получении задания на выполнение лабораторной работы обучающемуся необходимо уяснить ее содержание и последовательность действий.

Отчеты по лабораторным работам оформляются в программе AutoCAD и включают в себя название работы, цель работы, список основных команд, используемых в работе, с кратким описанием, графическую часть и выводы. Выводы по работе представляют собой анализ основных результатов работы.

Основной частью отчета является файл чертежа, созданный в графическом редакторе в процессе выполнения работы. Файл чертежа должен иметь в названии фамилию исполнителя и номер лабораторной работы, например, Иванов лабораторная работа 1.dwg.

После выполнения и оформления лабораторной работы обучающийся обязан отчитаться. Защита работы производится в порядке индивидуального собеседования, то есть, обучающийся должен представить на компьютере выполненную работу и ответить на контрольные вопросы преподавателя.

## **ПРАВИЛА ОХРАНЫ ТРУДА ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ РАБОТ В КОМПЬЮТЕРНОМ КЛАССЕ**

Перед началом выполнения лабораторных работ обучающиеся обязаны изучить правила охраны труда с росписью в ведомости инструктажей по охране труда. Обучающиеся, не изучившие правила охраны труда, к выполнению лабораторных работ не допускаются.

### **Общие требования охраны труда:**

- к непосредственной работе на персональном компьютере (ПК) допускаются лица, прошедшие инструктаж на рабочем месте;
- к работе на ПК допускаются лица, не имеющие медицинских противопоказаний;
- пользователи ПК обязаны соблюдать правила внутреннего трудового распорядка и правила личной гигиены;

### **Требования охраны труда перед началом работы:**

Перед началом работы пользователь обязан:

- получить задание на выполнение работы;
- осмотреть и привести в порядок рабочее место;
- проверить визуально отсутствие видимых повреждений аппарата и электрических проводов;
- обеспечить пространство для ног высотой не менее 600 мм, шириной – не менее 500 мм, глубиной на уровне колен – не менее 450 мм и для вытянутых ног – не менее 650 мм;
- расположить клавиатуру на поверхности стола на расстоянии 100-300 мм от края столешницы;
- расположить экран видеомонитора от глаз на расстоянии 600 - 700 мм, но не ближе 500 мм с учетом размеров алфавитно-цифровых знаков и символов.

Обнаруженные нарушения требований безопасности должны быть устранены собственными силами до начала работ, а при невозможности сделать это пользователь обязан сообщить о них преподавателю.

### **Требования охраны труда во время работы:**

- в течение всего занятия содержать в порядке и чистоте рабочее место;
- соблюдать расстояние от глаз до экрана в пределах 60-70 см;
- при необходимости прекращения работы на некоторое время корректно закрыть все активные задачи;
- выполнять санитарные нормы и соблюдать режимы работы и отдыха;
- соблюдать правила эксплуатации техники в соответствии с инструкциями по эксплуатации;
- соблюдать установленные режимом рабочего времени, регламентированные перерывы в работе и выполнять в физкультпаузах рекомендованные упражнения для глаз, шеи, рук, туловища, ног.

При работе на ПК ЗАПРЕЩАЕТСЯ:

- подсоединять к системному блоку компьютера съёмные носители информации (флеш-накопители, внешние жесткие диски) без предварительной

проверки устройства у преподавателя на наличие вредоносных программ; пользоваться ресурсами интернета; изменять настройки компьютера; открывать папки с документами других пользователей (разрешается пользоваться только папкой «Компьютерная графика»); играть в компьютерные игры; заходить в компьютерный класс с напитками и едой; перемещаться по классу во время занятия без разрешения преподавателя; ставить сумки в проходе между партами.

#### **Требования охраны труда в аварийной ситуации:**

- во всех случаях обнаружения обрыва проводов питания, неисправности заземления и других повреждений оборудования, появления запаха гари и т.п. немедленно отключить питание и сообщить об аварийной ситуации преподавателю;

- при обнаружении человека, попавшего под напряжение, немедленно освободить его от действия тока путем отключения электропитания и до прибытия врача при необходимости оказывать потерпевшему первую медицинскую помощь;

- при любых случаях сбоя в работе технического оборудования или программного обеспечения немедленно доложить преподавателю;

- в случае появления рези в глазах, резком ухудшении видимости сфокусировать взгляд или навести его на резкость, появлении боли в пальцах и кистях рук, усилении сердцебиения немедленно покинуть рабочее место, сообщить о произошедшем преподавателю;

- сообщать обо всех аварийных ситуациях преподавателю;

- при возгорании оборудования: отключить питание и принять меры по тушению пожара при помощи углекислотного огнетушителя, сообщить преподавателю, проветрить помещение.

#### **Требования охраны труда по окончании работы:**

- произвести закрытие всех активных задач;

- завершить работу Windows;

- выключить питание системного блока и периферийных устройств;

- выключить общее питание;

- осмотреть и привести рабочее место в порядок;

- вымыть руки и лицо с мылом – удалить статическое электричество;

- доложить преподавателю обо всех недостатках, обнаруженных во время работы.

# **ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1.**

## **ФОРМИРОВАНИЕ ЧЕРТЕЖА КАК КОНСТРУКТОРСКОГО ДОКУМЕНТА**

### **Цель работы:**

Ознакомится с методикой работы команд рисования и редактирования чертежа. Научится применять данные команды и вспомогательные средства работы в программе AutoCAD при формировании чертежа как конструкторского документа.

### **Материально-техническое обеспечение:**

Персональный компьютер, система автоматизированного проектирования AutoCAD, калькулятор, линейка, раздаточный материал.

### **Теоретические основы работы**

При выполнении чертежей деталей пожарной техники и оборудования необходимо соблюдать основные положения государственных стандартов единой системы конструкторской документации (ЕСКД). Основные положения данной системы устанавливает ГОСТ 2.001-2013 «Единая система конструкторской документации. Общие положения». Также выполнение рабочих чертежей деталей требует соблюдения следующих стандартов ЕСКД:

1. ГОСТ 2.104-2006 «Единая система конструкторской документации. Основные надписи» - стандарт устанавливает формы и размеры, а также порядок заполнения основной надписи при оформлении графической документации;

2. ГОСТ 2.301-68 «Единая система конструкторской документации. Форматы» - стандарт устанавливает форматы листов чертежей и других документов, которые разрабатываются при оформлении конструкторской документации;

3. ГОСТ 2.302-68 «Единая система конструкторской документации. Масштабы» - стандарт устанавливает масштабы изображений и их обозначение на чертежах всех отраслей промышленности и строительства. Стандарт не распространяется на чертежи, полученные фотографированием, а также на иллюстрации в печатных изданиях и т.п.;

4. ГОСТ 2.303-68 «Единая система конструкторской документации. Линии» - стандарт устанавливает требования к линиям, которые применяются на чертежах;

5. ГОСТ 2.304-81 «Единая система конструкторской документации. Шрифты чертежные» - стандарт устанавливает чертежные шрифты, наносимые на чертежи и другие технические документы всех отраслей промышленности и строительства;

6. ГОСТ 2.306-68 «Единая система конструкторской документации. Обозначение графических материалов и правила их оформления на чертежах» - стандарт устанавливает графические обозначения материалов в сечениях, разрезах, планах здания, фасадах, а также правила нанесения их на




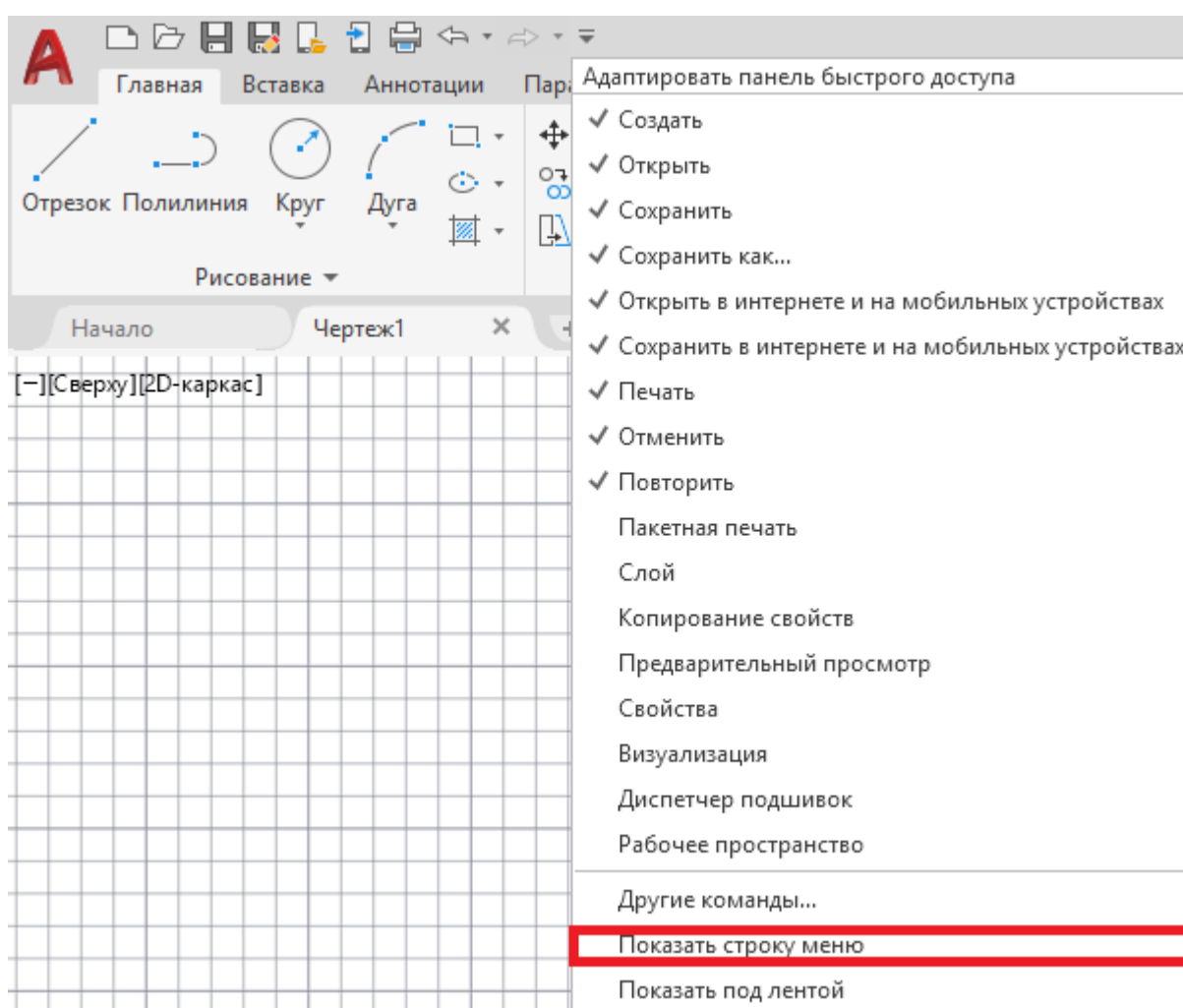
чертежи всех отраслей промышленности и строительства.

7. ГОСТ 2.307-2011 «Единая система конструкторской документации. Нанесение размеров и предельных отклонений» - стандарт устанавливает правила нанесения размеров и предельных отклонений в графических документах на изделия всех отраслей промышленности и строительства.

Настроим программу AutoCAD согласно рассмотренным стандартам.

#### **Установка лимитов чертежа.**

Для установки лимитов чертежа необходимо включить строку меню в программе AutoCAD, так как по умолчанию строка меню отключена. Для включения строки меню в панели быстрого доступа раскрыть выпадающее меню, нажав  левой кнопкой мыши (ЛКМ) и в списке выбрать команду «Показать строку меню» (рис. 1.1).



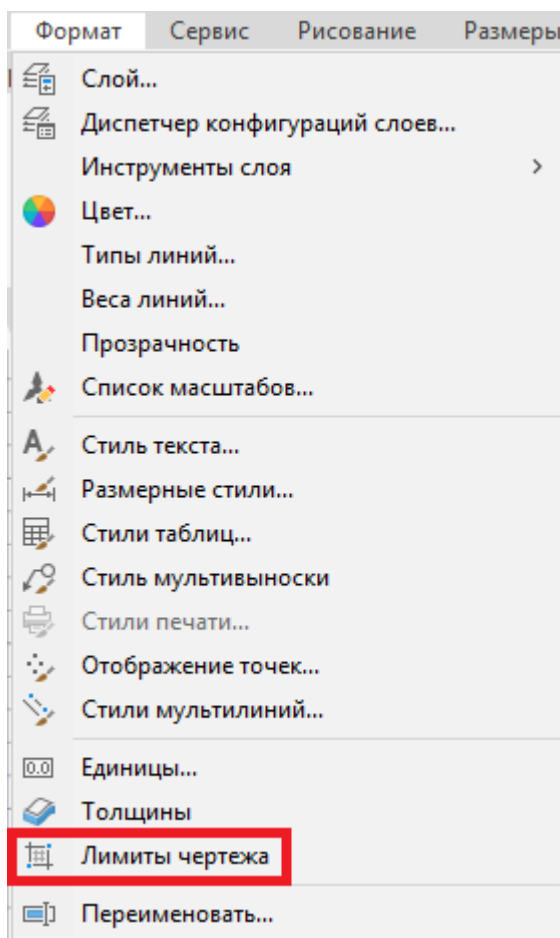
**Рис. 1.1.** Включение строки меню

Строка меню содержит такие вкладки как: «Файл», «Правка», «Вид», «Вставка», «Формат», «Сервис», «Рисование», «Размеры», «Редактировать», «Параметризация», «Окно», «Справка».

Установку новых лимитов чертежа можно осуществить двумя способами:

1. ввести команду «Лимиты» в командной строке;
2. в меню «Формат» строки меню выбрать пункт «Лимиты чертежа»

(рис. 1.2).



**Рис. 1.2.** Активация команды «Лимиты чертежа»

При активации команды «Лимиты» программа AutoCAD запросит ввести две точки с координатами  $x$   $y$ , сначала вводятся координаты левого нижнего угла прямоугольника, потом правого верхнего угла прямоугольника.

Зададим лимиты чертежа формата А4 с размерами 210x297 согласно ГОСТ 2.301-68 «Единая система конструкторской документации. Форматы».

Активируем команду «Лимиты».

В командной строке программы AutoCAD появится запрос:

ЛИМИТЫ Левый нижний угол или [Вкл/оТкл] <0,0, 0,0>:

Вводим значения 0,0 для установки левого нижнего угла листа в начало координат, далее нажимаем Enter на клавиатуре. Появляется запрос программы в командной строке:

ЛИМИТЫ Правый верхний угол или [Вкл/оТкл] <420, 297.0>:

Вводим значения 210,297 для установки правого верхнего угла, нажимаем Enter на клавиатуре.

Лимиты чертежа заданы.

### Установка типа и веса линий в слоях.

Согласно ГОСТ 2.303-68 «Единая система конструкторской документации. Линии», при разработке чертежей толщина линий сплошных толстых основных задается параметром  $S$  и может изменяться от 0,5 мм до 1,4 мм, в зависимости от масштаба, формата и назначения чертежа. Сплошные тонкие линии, сплошные волнистые, штриховые, штрихпунктирные задаются в два-три раза тоньше сплошной толстой основной, т.е. от  $S/3$  до  $S/2$ .

При выполнении чертежей деталей пожарной техники для сплошных толстых основных линий на форматах А4 и А3 оптимальной толщиной будет 0,5 мм. В программе AutoCAD толщина линий задается через параметр вес линии.

Настроим на чертеже вес, тип, цвет линий для работы в слоях.

В программе AutoCAD при выполнении чертежей различные объекты можно размещать по слоям. Для удобства работы с чертежами в слоях необходимо размещать объекты в различные слои по типу, цвету и весу линии, так как при необходимости можно изменить любой параметр в настройках слоя, тогда у всех объектов изменится данный параметр. Например, при выполнении плана расстановки сил и средств условные обозначения пожарной техники целесообразно разместить в отдельном слое, тогда в один клик можно изменить всем объектам слоя цвет линии или другой параметр. Так же для удобства выполнения чертежей деталей пожарной техники необходимо создать слои по типам линий.

Вызовем диспетчер свойств слоев. Для этого в панели «Слои» вкладки «Главная» ленты AutoCAD левой кнопкой мыши нажимаем на кнопку «Свойства слоя» (рис. 1.3).

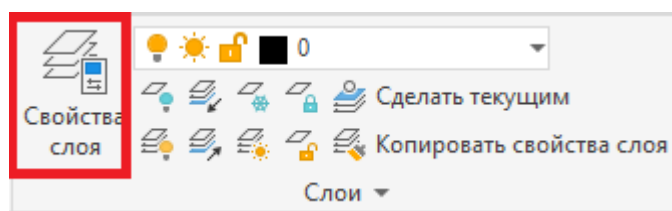

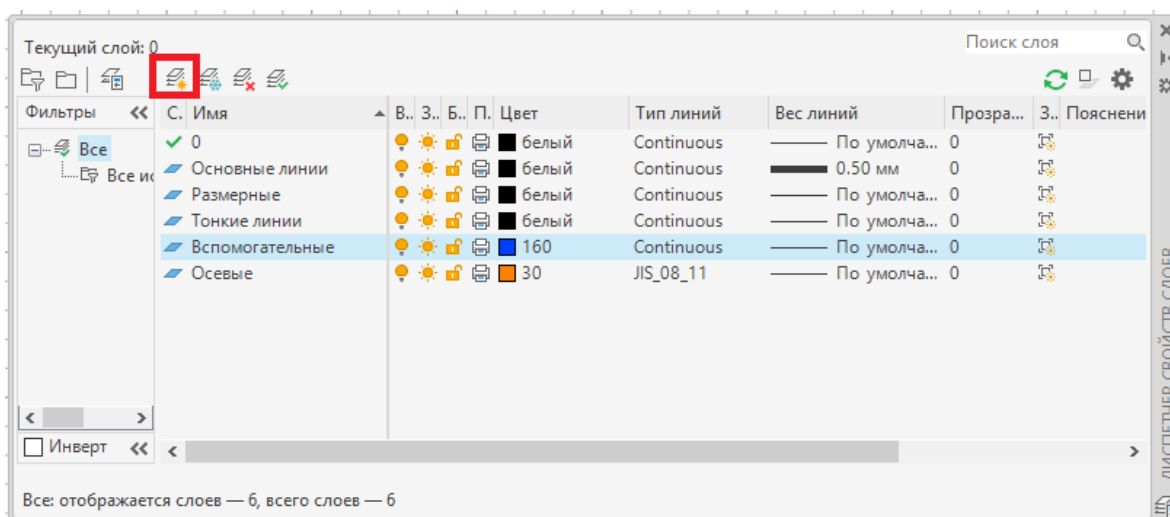


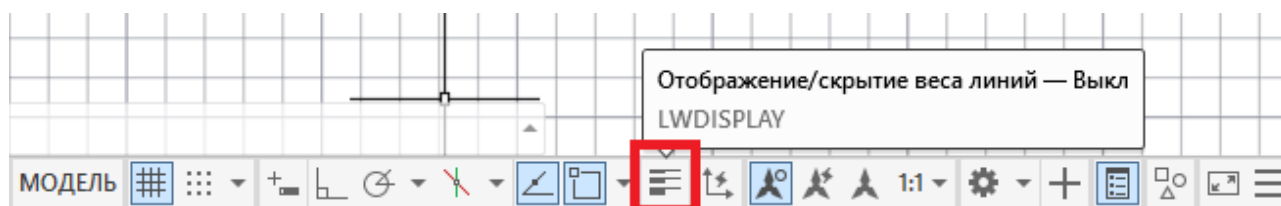
Рис. 1.3. Расположение кнопки «Свойства слоя»

После вызова диспетчера свойств слоев появится окно (рис. 1.4), где необходимо создать новые слои, нажав кнопку  создать слой. Каждый созданный слой переименовываем в соответствии с названием линий и изменяем параметры веса и типа линий. При необходимости можно изменить цвет линии.



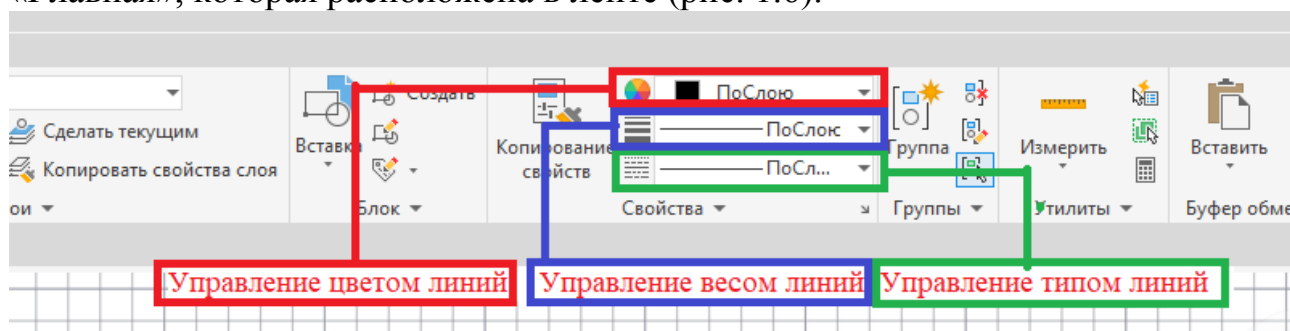
**Рис. 1.4.** Диспетчер свойств слоев

В программе AutoCAD вес линий по умолчанию задан 0,25 мм, поэтому если вес линии для определенного типа линий соответствует значению по умолчанию, то изменять его нет необходимости. За отображение веса линий на чертеже в программе AutoCAD отвечает кнопка «Отображение/скрытие веса линий», которая находится в строке состояния (рис. 1.5).



**Рис. 1.5.** Включение (отключение) отображения линий в соответствии с весами.

Доступ к свойствам объектов дополнительно можно осуществить через строку меню во вкладке «Формат» или зайти в раздел «Свойства» вкладки «Главная», которая расположена в ленте (рис. 1.6).



**Рис. 1.6.** Свойства объектов

## Настройка единиц измерения.

Для настройки единиц измерения необходимо вызвать диалоговое окно «Единицы чертежа», для этого необходимо нажать на кнопку «Единицы» во вкладке «Формат» строки меню (рис. 1.7).

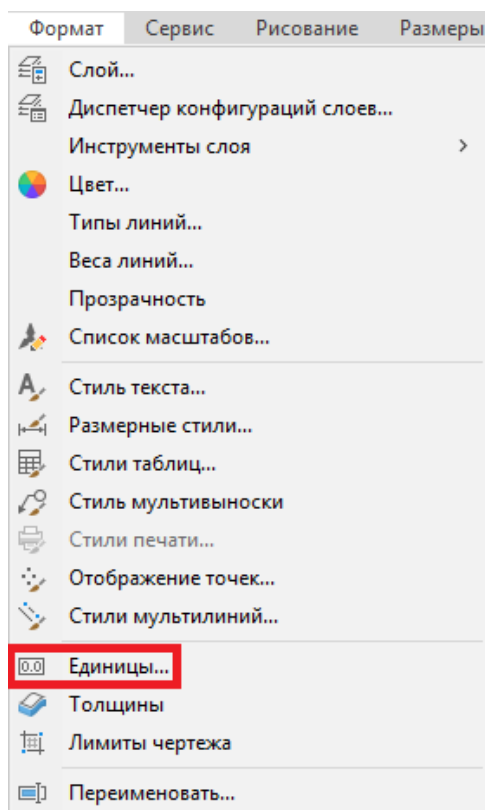


Рис. 1.6. Вызов диалогового окна «Единицы чертежа»

В появившемся окне «Единицы чертежа» настраиваются следующие параметры: точность измерения углов, точность линейных единиц измерения, формат единиц измерения и единицы измерения (рис. 1.7). При выполнении чертежей пожарной техники в рамках дисциплины «Компьютерная графика» необходимо установить единицы измерения в миллиметрах, а точность два знака после запятой.

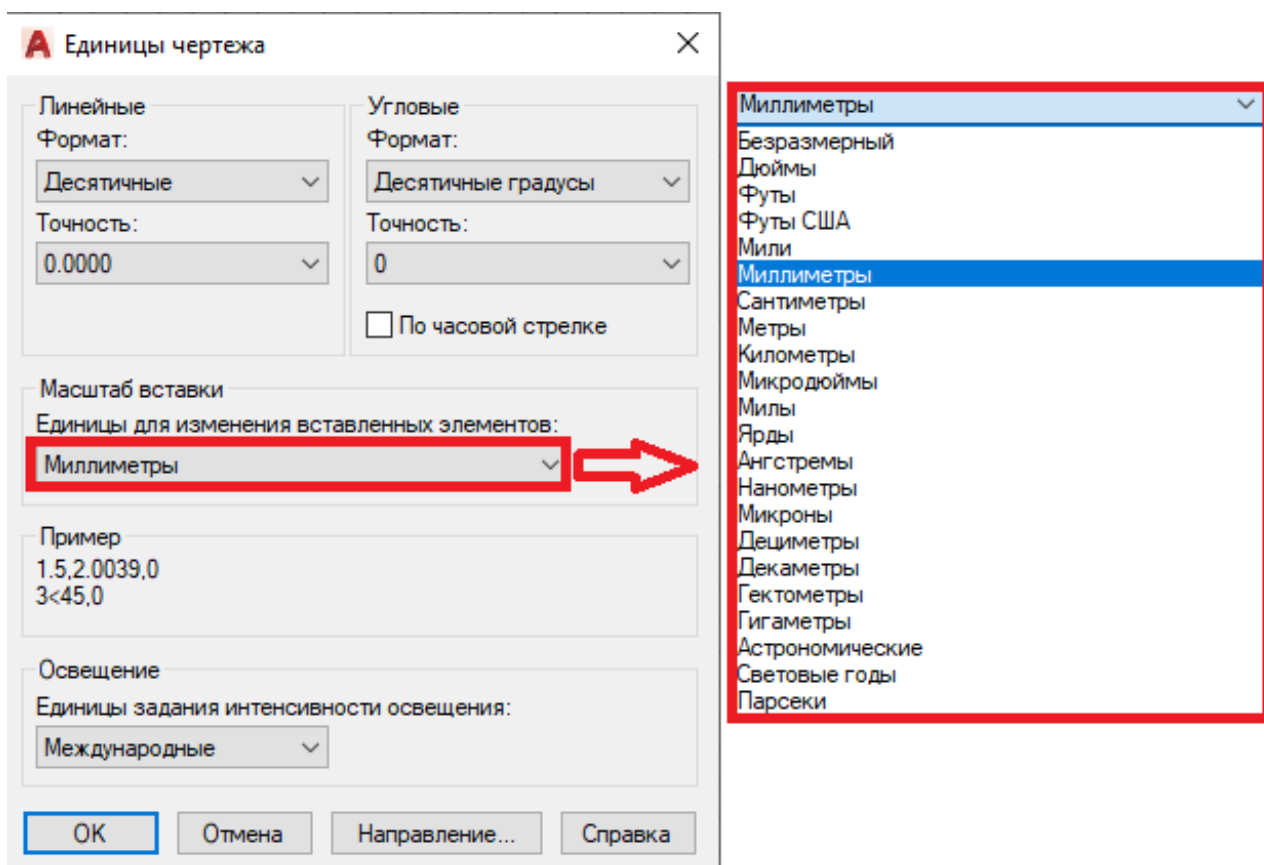


Рис. 1.7. Настройка единиц измерения

### Настройка размерных стилей.

Настроим размерные стили в программе AutoCAD согласно ГОСТ 2.307-2011 «Единая система конструкторской документации. Нанесение размеров и предельных отклонений». При выполнении конструкторской документации необходимо соблюдать правила, которые регламентирует данный стандарт. Рассмотрим основные из них:

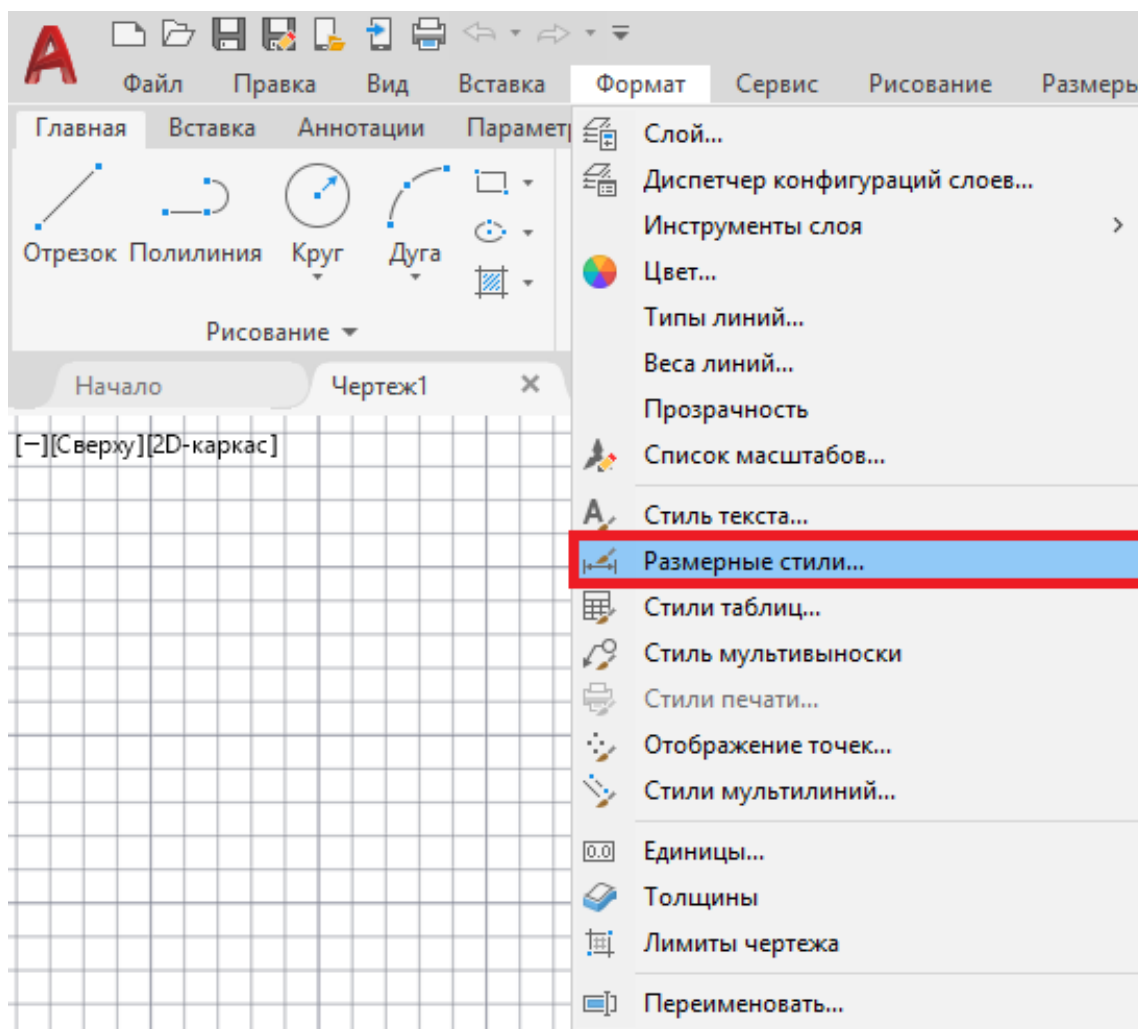
1. Размерную линию необходимо располагать от контура объекта на расстоянии не менее 10 мм.
2. Расстояния между параллельными размерными линиями должно составлять не менее 7 мм.
3. Выносные линии за концы стрелок размерной линии должны заходить на 1...5 мм.
4. Не допускается повторять размеры одного и того же элемента на разных изображениях.
5. Линейные размеры в графических документах указывают в миллиметрах без обозначения единиц измерения.
6. Размер размерной стрелки выбирается в зависимости от толщины линий видимого контура и все стрелки на чертеже вычерчиваются одинакового размера.
7. При нанесении нескольких параллельных или концентрических размерных линий на небольшом расстоянии друг от друга размерные числа над

ними рекомендуется располагать в шахматном порядке.

8. Необходимо избегать пересечения размерных и выносных линий.

9. Не допускается использовать линии контура, осевые, центровые и выносные линии в качестве размерных.

Для настройки размерных стилей переходим во вкладку «Формат» строки меню и нажимаем кнопку «Размерные стили» (рис. 1.8).



**Рис. 1.8.** Запуск диалогового окна «Диспетчер размерных стилей»

В появившемся диалоговом окне «Диспетчер размерных стилей» доступно три стиля ISO-25, Standart, Аннотативный (рис. 1.9). Удобнее отредактировать стиль ISO-25, так как редактирование данного стиля будем минимальным в соответствии со стандартами ЕСКД.

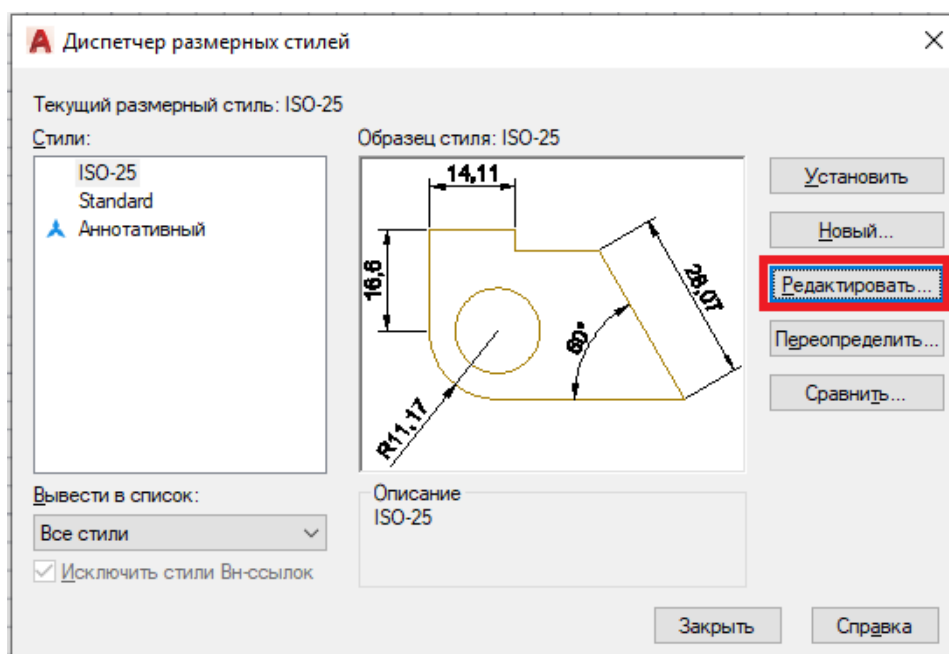


Рис. 1.9. Диалоговое окно «Диспетчер размерных стилей»

В диалоговом окне «Диспетчер размерных стилей» нажимаем кнопку «Редактировать» и в появившемся диалоговом окне «Изменение размерного стиля: ISO-25» будет доступно семь вкладок: «Линии», «Символы и стрелки», «Текст», «Размещение», «Основные единицы», «Альт. единицы», «Допуски» (рис. 1.10).

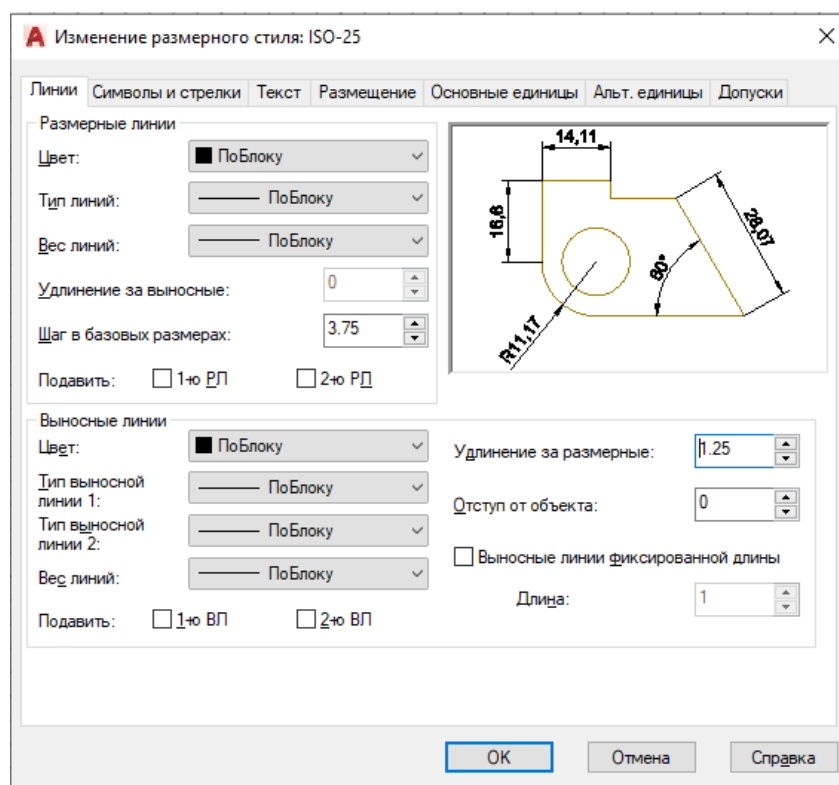


Рис. 1.10. Диалоговое окно «Изменение размерного стиля: ISO-25»



Во вкладке «Линии» меняем значение «Удлинение за размерные» на 1,25 мм, которое указывает расстояние выступа выносных линий за размерные. Следующее значение «Отступ от объекта» изменяем на 0 мм, это значение указывает расстояние, на которое выносные линии отступают от точек объекта.

Во вкладке «Символы и стрелки» в свойствах стрелок все значения устанавливаем на «Закрашенная замкнутая». Размер стрелки устанавливаем 5 мм.

Во вкладке «Текст» изменяем текстовый стиль на ГОСТ, при его отсутствии изменить стиль, выбрав шрифт ГОСТ тип А или тип Б и установить угол наклона 15 градусов. Изменить параметр «Отступ от размерной линии» на значение 1 мм. В разделе «Ориентация текста» вкладки «Текст» установить активным значение «Согласно ISO». Для завершения и принятия всех изменения нажимаем клавишу «Ок».

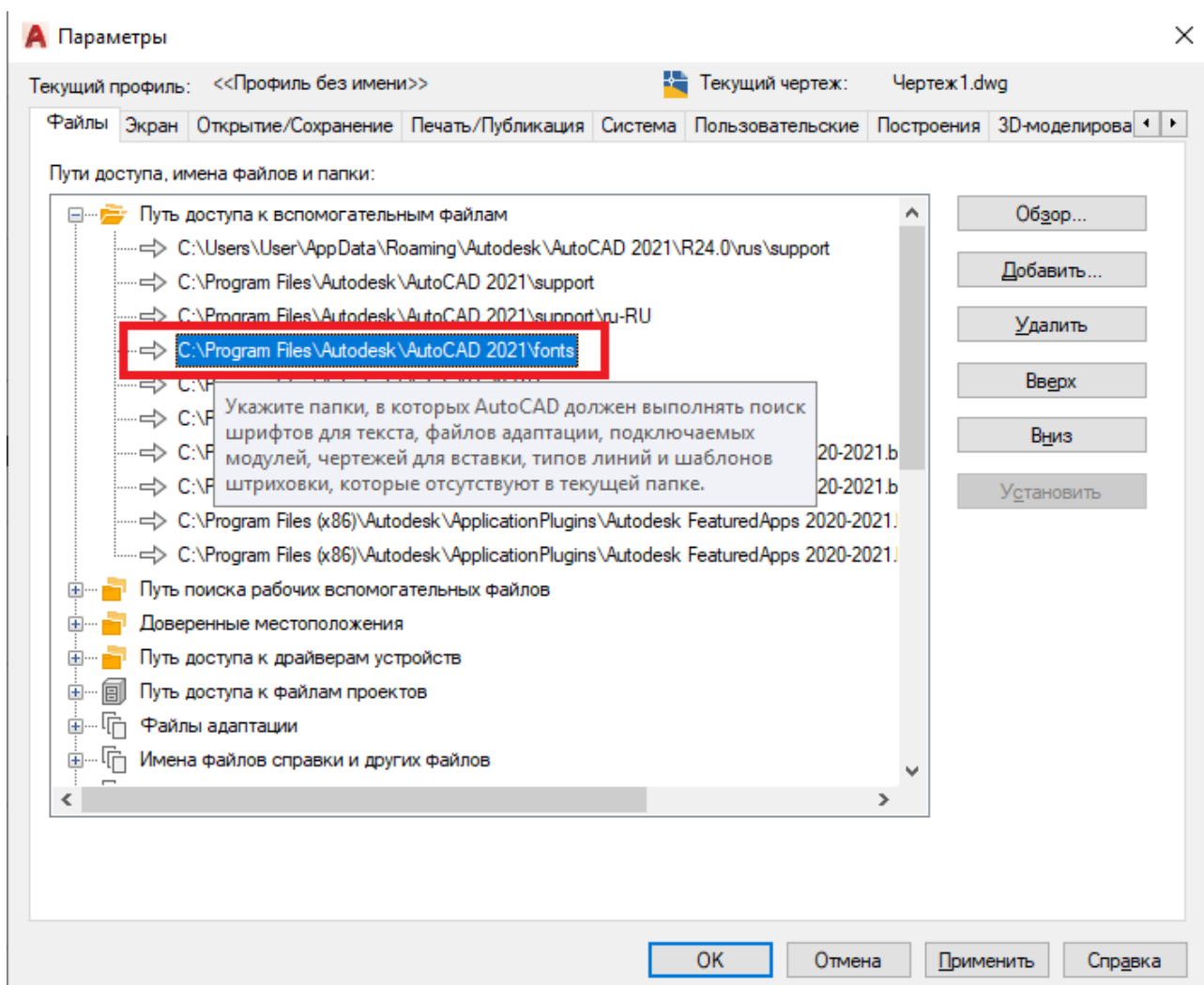
Настройка размерных стилей завершена.

В программе AutoCAD доступ к командам для нанесения размеров осуществляется несколькими способами:

1. В разделе «Аннотации» вкладки «Главная», которая расположена в ленте.
2. В панели инструментов «Размер» для вызова которой необходимо перейти в строку меню → Сервис → Панели инструментов → AutoCAD → Размер.

#### **Настройка текстовых стилей.**

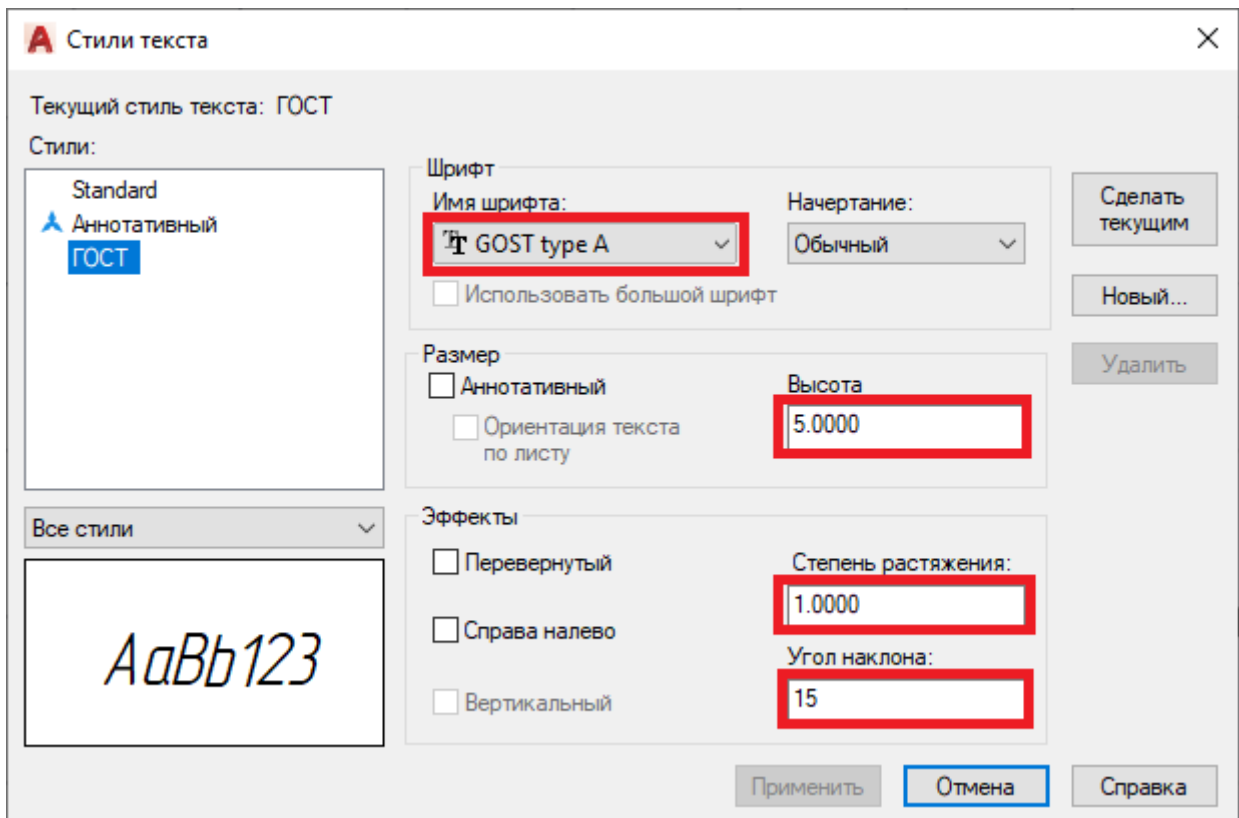
Настроим текстовые стили в программе AutoCAD согласно ГОСТ 2.304-81 «Единая система конструкторской документации. Шрифты чертежные». После установки программы AutoCAD, в ней отсутствуют шрифты согласно ГОСТ, поэтому необходимо добавить в программу новые шрифты. Удобнее добавлять шрифты с расширением файлов SHX, так как в дальнейшем при разработке конструкторской документации шрифты можно передавать вместе с проектом. Для установки новых шрифтов необходимо перейти в параметры программы, для этого нажимаем правой кнопкой мыши и в меню выбираем раздел параметры. В диалоговом окне «Параметры» во вкладке «Файлы» необходимо раскрыть список «Путь доступа к вспомогательным файлам» посмотреть, где расположена папка с шрифтами (рис. 1.11).



**Рис. 1.11.** Расположение папки с шрифтами

После этого в данную папку необходимо через проводник Windows добавить недостающие шрифты.

Добавив новые шрифты, приходим в строку меню, вкладку «Формат» и нажимаем кнопку «Стиль текста». В появившемся диалоговом окне нажимаем кнопку «Новый», и название нового стиля пишем «ГОСТ», далее настраиваем параметры шрифта: в разделе «Имя шрифта» выбираем шрифт «ГОСТ тип А» или «ГОСТ тип Б», высоту текста задаем 5 мм, степень сжатия устанавливаем 1, угол наклона – 15 градусов (рис. 1.12). Установив все необходимые параметры текста нажимаем кнопку «Применить», затем «Закреть».



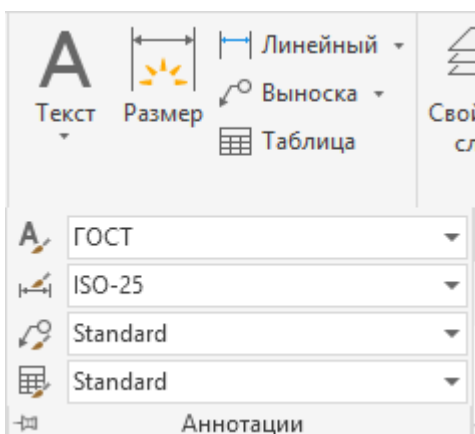
**Рис. 1.12.** Диалоговое окно «Стили текста»

Дальнейшая работа с текстом осуществляется через командную строку, ленту, панель инструментов или вкладку «Рисование» строки меню.

Для работы с текстом через командную строку необходимо ввести команду «Текст».

Для добавления в рабочую область экрана панели инструментов с командами для работы с текстом переходим в строку меню → Сервис → Панели инструментов → AutoCAD → Текст.

Самым удобным способом для работы с текстом является раздел «Аннотации» вкладки «Главная» ленты AutoCAD. В этом же разделе настраивается стиль текста или размерный стиль, который будет использоваться на чертеже (рис. 1.13).



**Рис. 1.13.** Раздел «Аннотации»

Активировав команду текст в ленте открывается «Текстовый редактор» с разделами «Стиль», «Форматирование», «Абзац», «Вставка», «Орфография», «Сервис», «Параметры». В разделе «Вставка» присутствует возможность добавления символов на чертеже, например диаметр, градусы, угол и др. В других вкладках настраиваются такие параметры как стиль текста, высота, цвет, выравнивание и др.

### Обеспечение точности построения изображений на чертеже.


В программе AutoCAD в правой нижней части экрана находится строка состояния (рис. 1.14).





Рис. 1.14. Команды строки состояния

Из команд, которые расположены в строке состояния основными являются: отображение сетки чертежа, привязка курсора к сетке, режим динамического ввода, ортогональное ограничение перемещений курсора (режим орто), отображение опорных линий привязки, привязка курсора к опорным точкам (объектная привязка), отображение или скрытие веса линий на чертеже.

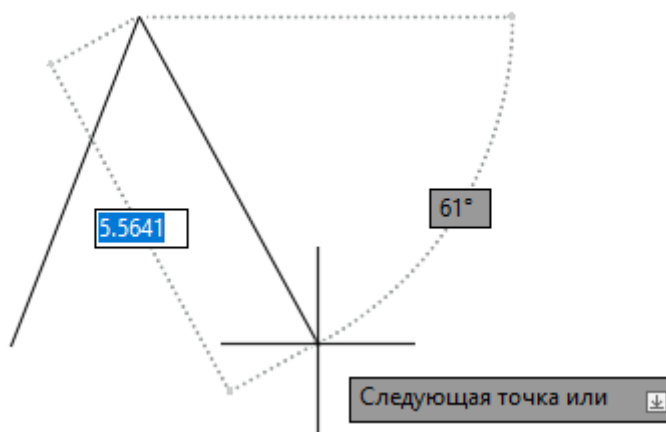
Нажатие левой кнопкой мыши на кнопку команды активирует ее или деактивирует, нажатие правой кнопкой мыши дает доступ к настройкам каждой команды.

Сетка на чертеже в некоторых случаях упрощает построения. Для настройки сетки достаточно нажать правой кнопкой мыши и вызвать меню «Режимы рисования» где можно настроить шаг сетки, области отображения точечной сетки и другие параметры. Если необходимо, чтобы курсор привязывался к ячейкам сетки, то необходимо нажать на кнопку  «Режим привязки».

Включение кнопки  «Ортогональное ограничение перемещений курсора» позволяет выполнять построения под углом 90 градусов. Такой режим в некоторых случаях значительно ускоряет процесс разработки чертежей.

Включение режима «Динамический ввод»  добавляет на экран рядом с курсором дополнительную информацию (рис. 1.15). Непосредственно у

курсора появляются надписи, которые дублируют информацию командной строки, так же появляется информация о длине отрезка и угле текущего направления относительно предыдущей точки. Построения с применением динамического ввода ускоряет построение чертежей, так как нет необходимости обращаться к командной строке.

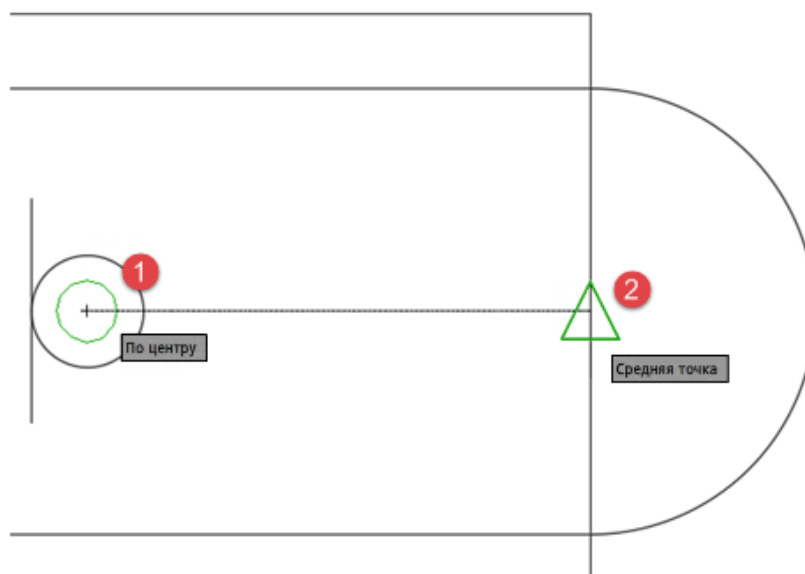


**Рис. 1.15.** Построение с включенным режимом «Динамический ввод»


Включение режима привязки курсора к опорным точкам «Объектные привязки» позволяет задать точные расположения на объектах, когда отображаются соответствующие запросы для точек в пределах команды.

Например, с помощью объектных привязок можно построить отрезок от центра окружности до средней точки другого отрезка (рис. 1.16).

Объектную привязку можно включать во время любого запроса указания точек. По умолчанию при перемещении курсора над объектной привязкой на объекте отображаются маркер и подсказка. Эта функция называется AutoSnap (Автопривязка). Она обеспечивает визуальное отображение текущего режима объектной привязки.



**Рис. 1.16.** Пример использования объектных привязок

Чтобы использовать режим объектной привязки максимально эффективно, его желательно настроить в соответствии с выполняемой задачей. Включить, отключить и настроить объектную привязку можно на соответствующей вкладке диалогового окна «Режимы рисования» (рис. 1.17), которое появляется после выполнения команды «Сервис → Режимы рисования». На этой вкладке окно можно открыть, выбрав пункт «Настройки» в контекстном меню, которое появляется после щелчка правой кнопкой мыши на кнопке «Объектная привязка»  в строке состояния.

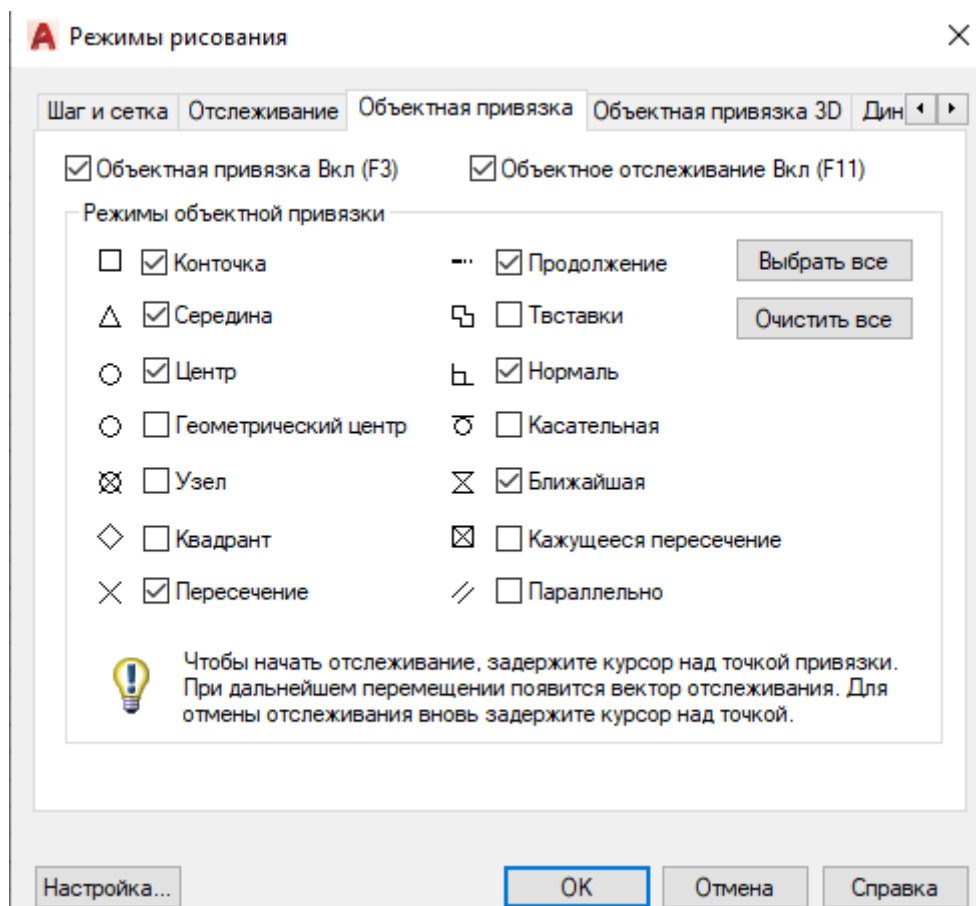






Рис 1.17. Диалоговое окно объектных привязок


Наиболее часто применяемые команды объектной привязки, следующие:


 – «Конточка», данный тип привязки позволяет привязаться к ближайшей конечной точке или углу объекта. В качестве объектов могут выступать дуга, отрезок, сегмент полилинии, мультилиния, сплайн, область, 3D-объект.


 – «Середина», данный тип привязки позволяет привязаться к середине объекта. В качестве объектов могут выступать дуга, эллипс, отрезок, сегмент полилинии, сплайн, прямая или ребро 3D-объекта.

 – «Центр», данный тип привязки позволяет привязаться к центру объекта. В качестве объектов могут выступать дуга, эллиптическая дуга, эллипс, круг.

 – «Пересечение», данный тип привязки позволяет привязаться к пересечению объектов. В качестве объектов могут выступать дуга, окружность, эллипс, отрезок, полилиния, луч, область, прямая, сплайн.

 – «Ближайшая», данный тип привязки позволяет привязаться к ближайшей точке объекта. В качестве объектов могут выступать дуга, окружность, эллипс, отрезок, эллиптическая дуга, точка, полилиния, луч, область, прямая, сплайн.

 – «Нормаль», данный тип привязки позволяет привязаться месту пересечения нормали с объектом. В качестве объектов могут выступать дуга, окружность, эллипс, отрезок, эллиптическая дуга, луч, граница области, двумерная фигура, полилиния, сплайн, прямая.

 – «Касательная», данный тип привязки позволяет привязаться к месту пересечения касательной с дугой, эллиптической дугой, эллипсом, окружностью или сплайном. Если для создаваемого объекта требуется более одной точки привязки в режиме «Касательная», автоматически включается режим привязки «Задержанная касательная». Имеется возможность использовать задержанную касательную для вычерчивания линии или прямой, которая касательна дугам, дугам из полилинии или окружностям. При наведении прицела на точку возможной привязки в режиме «Задержанная нормаль» выводится маркер или подсказка для автопривязки.

### Нанесение штриховки

Доступ к команде «Штриховка» можно получить несколькими способами:

- в строке меню, вкладка «Рисование», кнопка «Штриховка»;
- в ленте, вкладка «Главная» в разделе «Рисование»;
- в панели инструментов «Рисование»;
- ввести команду «Штрих» в командной строке.

При нанесении штриховки, область обязательно должна быть замкнута.

После запуска команды на экране появляется окно с настройками штриховки (рис. 1.18). В этом окне производятся все действия, связанные с выбором и нанесением штриховки и градиента.

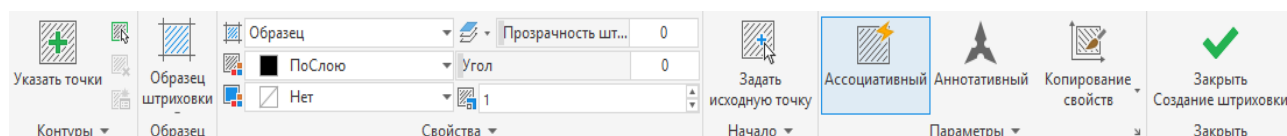


Рис. 1.18. Окно с настройками штриховки



В окне с настройками можно выбрать образец штриховки, настроить цвет, угол и другие параметры штриховки.

### Построение и редактирование графических примитивов.

При выполнении первой лабораторной работы необходимо изучить команды рисования (отрезок, прямоугольник, окружность) и команды редактирования (обрезать, сопряжение, фаска, перенести).

### Графический примитив «Отрезок».



Команда «Отрезок» предназначена для построения прямолинейных сегментов.

Доступ к команде «Отрезок» можно получить несколькими способами:

- в строке меню, вкладка «Рисование», кнопка «Отрезок»;
- в ленте, вкладка «Главная» в разделе «Рисование»;
- в панели инструментов «Рисование»;
- ввести команду «Отрезок» в командной строке.

Рассмотрим работу команды «Отрезок» на примере построения объектов в абсолютных, относительных и относительных полярных координатах.

Построим прямоугольник с помощью команды «Отрезок» в абсолютных координатах (рис. 1.19).

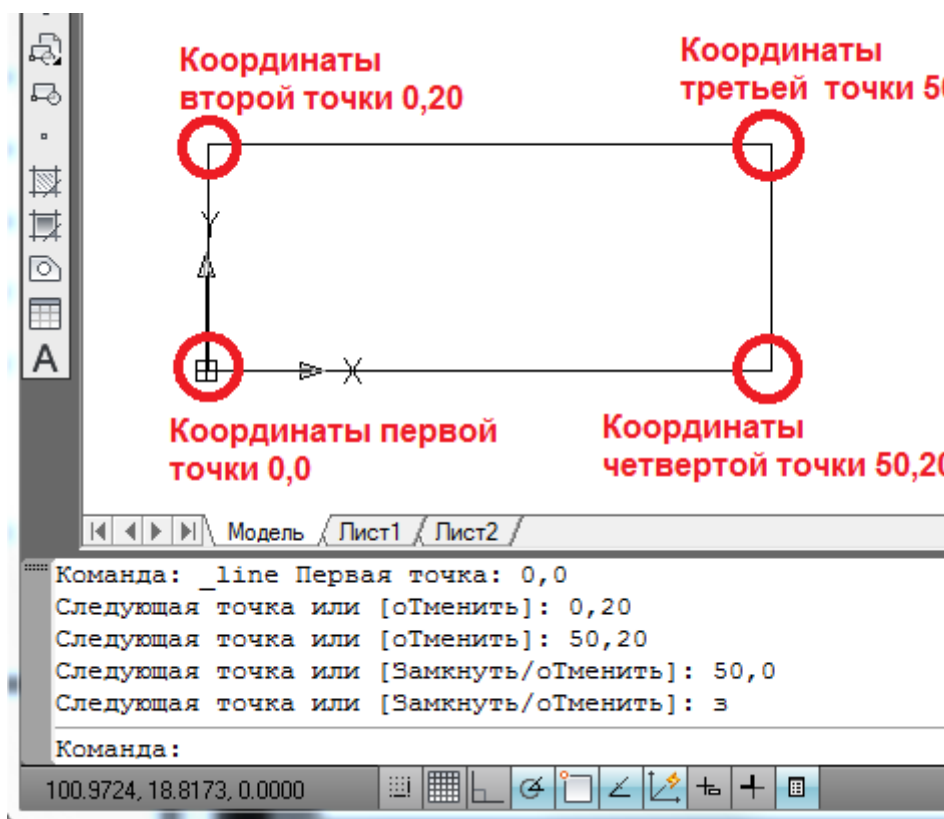


Рис. 1.19. Построение прямоугольника с помощью команды «Отрезок»



При активации команды «Отрезок», программа запросит ввести первую точку отрезка (сначала вводится координата по оси X, через запятую по оси Y). При построении прямоугольника, как показано на рисунке 1.19 сначала были введены координаты первой точки отрезка 0,0, далее после нажатия клавиши Enter, вводятся координаты второй точки отрезка 0,20 и опять нажимается Enter, координаты третьей точки отрезка 50,20 Enter, координаты четвертой точки 50,0, далее нажимается клавиша Z и Enter для замыкания прямоугольника.

*Построим треугольник с помощью команды «Отрезок» в относительных координатах (рис. 1.20).*

Построение треугольника выполняется в следующей последовательности.

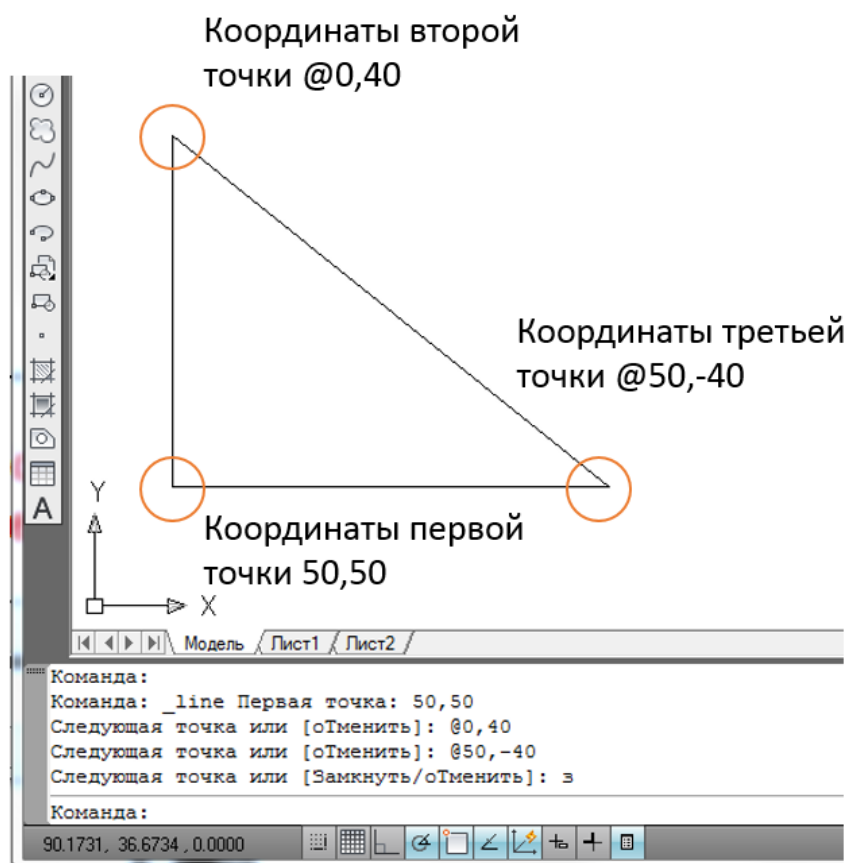
Активация команды «Отрезок».

Первая точка: 50,50 Enter.

Следующая точка или [Отменить]: @0,40 Enter.

Следующая точка или [Отменить]: @50,-40 Enter.

Следующая точка или [Замкнуть/Отменить]: Z Enter.



**Рис. 1.20.** Построение треугольника с помощью команды «Отрезок» в относительных координатах

Построим треугольник с помощью команды «Отрезок» в относительных координатах в относительных полярных координатах (рис. 1.21).

Построение треугольника выполняется в следующей последовательности.

Активация команды «Отрезок».

Первая точка: 100,100 Enter.

Следующая точка или [Отменить]: @100,<60 Enter.


Следующая точка или [Отменить]: @100,<-60 Enter.

Следующая точка или [Замкнуть/Отменить]: 3 Enter.



Рис. 1.21. Построение треугольника с помощью команды «Отрезок» в относительных полярных координатах

### Графический примитив «Прямоугольник».

 - команда «Прямоугольник» позволяет создавать прямоугольники задав два противоположных угла.

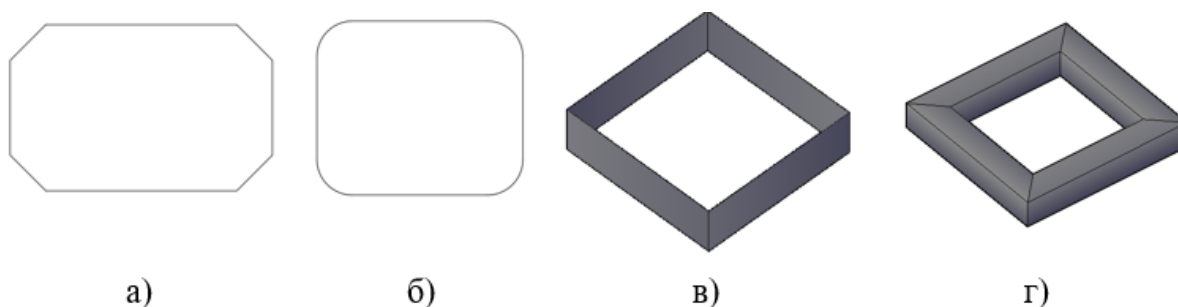
Доступ к команде «Прямоугольник» можно получить несколькими способами:

- в строке меню, вкладка «Рисование», кнопка «Прямоугольник»;
- в ленте, вкладка «Главная» в разделе «Рисование»;
- в панели инструментов «Рисование»;
- ввести команду «Прямоугольник» в командной строке.

При активации команды «Прямоугольник» в программе AutoCAD появится запрос:

ПРЯМОУГОЛЬНИК Укажите точку первого угла или [Фаска / Уровень / Сопряжение / Толщина / Ширина]:

Параметр «Фаска» позволяет построить прямоугольник с заданной фаской (рис. 1.22а). Параметр «Сопряжение» позволяет построить прямоугольник с скругленными углами (рис. 1.22б). Параметр «Уровень» позволяет расположить прямоугольник на заданном расстоянии по оси Z. Параметр «Толщина» задает высоту прямоугольника для построения трехмерной модели (рис. 1.22в). Параметр «Ширина» задает толщину стороны прямоугольника (рис. 1.23г).



**Рис. 1.22.** Внешний вид прямоугольника с выбранным параметром:  
а) фаска, б) сопряжение, в) толщина, г) ширина

*Построим прямоугольник со сторонами 30 мм на 40 мм с включенным режимом «Динамический ввод».*

При активации команды «Прямоугольник» у курсора появится запрос:

ПРЯМОУГОЛЬНИК Укажите точку первого угла или [Фаска / Уровень / Сопряжение / Толщина / Ширина]:

В ответ указываем первую точку, при включенном режиме «Динамический ввод» необходимо ввести 0, нажать клавишу на клавиатуре Tab, опять 0 и Enter.


После нажатия клавиши Enter появится запрос:

ПРЯМОУГОЛЬНИК Укажите точку второго угла или [Площадь / Размеры / Поворот]:

В ответ указываем 30 Tab 40 Enter.

Прямоугольник построен.

**Графический примитив «Круг».**

 - команда «Круг» позволяет создавать окружности с указанием центра и значений радиуса или диаметра.

Доступ к команде «Круг» можно получить несколькими способами:

- в строке меню, вкладка «Рисование», кнопка «Круг»;
- в ленте, вкладка «Главная» в разделе «Рисование»;
- в панели инструментов «Рисование»;

- ввести команду «Круг» в командной строке.

Кроме стандартного способа построения окружности с указанием центра и значения радиуса или диаметра, есть еще несколько способов: указанием двух крайних точек окружности, указанием трех точек окружности, заданием двух точек касания и радиуса, указанием трех точек касания (рис. 1.23).

*Построим окружность радиусом 15 мм с включенным режимом «Динамический ввод».*

При активации команды «Окружность» у курсора появится запрос:

КРУГ Центр круга или [3Т / 2Т / ККР (кас кас радиус)]:

В ответ указываем координаты центра окружности, при включенном режиме «Динамический ввод» расположим центр окружности на расстоянии по оси X=50 мм, по о оси Y=100 мм, для этого необходимо ввести значение 50 в активной ячейке у курсора, нажать клавишу на клавиатуре Tab и ввести значение опять 100, нажать Enter.

После нажатия клавиши Enter появится запрос:

КРУГ Радиус круга или [Диаметр]:

В ответ указываем радиус 15, нажимаем Enter.

Окружность радиусом 15 мм построена.

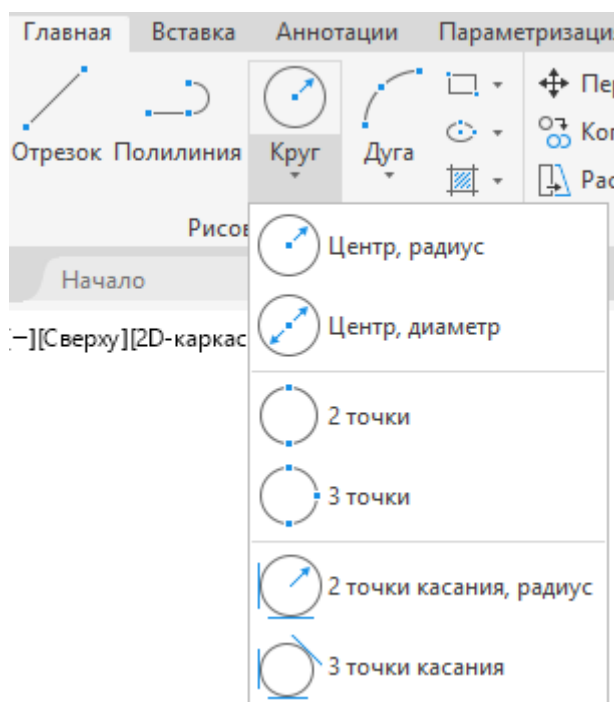


Рис. 1.23. Опции команды «Круг»

### Команда редактирования «Обрезать».



- команда «Обрезать» позволяет срезать часть графического примитива до точки пересечения с другим графическим примитивом.

Доступ к команде «Обрезать» можно получить несколькими способами:

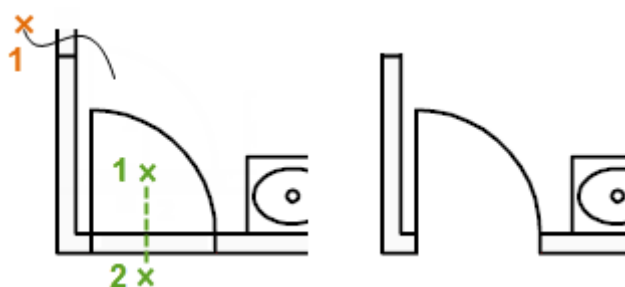
- в строке меню, вкладка «Редактировать», кнопка «Обрезать»;

- в ленте, вкладка «Главная» в разделе «Редактирование»;
- в панели инструментов «Редактирование»;
- ввести команду «Обрезать» в командной строке.

При работе с данной командой доступно два режима: быстрый режим и стандартный режим.

*Быстрый режим.*

При работе в данном режиме при активации команды «Обрезать» необходимо сразу указывать на объекты левой кнопкой мыши, которые необходимо обрезать, либо указать траекторию для обрезки объектов. Все объекты автоматически используются в качестве режущих кромок. Выбранные объекты, которые нельзя обрезать, будут удалены (рис. 1.24).



**Рис. 1.24.** Применение команды «Обрезать» в быстром режиме

В быстром режиме доступны следующие параметры: режущие кромки, линия, секрамка, режим, проекция, удалить.

*Стандартный режим.*

При работе в стандартном режиме необходимо указать границы на чертеже и нажать Enter, после нажать левой кнопкой мыши объекты, которые требуется обрезать. При использовании всех объектов на чертеже в качестве границ при активации команды необходимо сразу нажать Enter и затем выбрать объекты для обрезки.

В стандартном режиме доступны следующие параметры: выберите режущие кромки, режущие кромки, линия, секрамка, режим, проекция, ребро, удалить, отменить.

**Команда редактирования «Сопряжение».**



- команда «Сопряжение» при построении 2D-объектов позволяет скруглить кромки двух объектов или создать дугу, которая будет построена касательно между двумя 2D-объектами.

Доступ к команде «Сопряжение» можно получить несколькими способами:

- в строке меню, вкладка «Редактировать», кнопка «Сопряжение»;
- в ленте, вкладка «Главная» в разделе «Редактирование»;
- в панели инструментов «Редактирование»;
- ввести команду «Сопряжение» в командной строке.

Данная команда может быть применена к следующим объектам: 2D-полилинии, дуги, окружности, эллипсы, эллиптические дуги, отрезки, лучи, сплайны или прямые.

*Рассмотрим применение команды при разработке чертежа.*

При активации команды «Сопряжение» в командной строке AutoCAD появится запрос:

СОПРЯЖЕНИЕ Выберите первый объект или [Отменить / Полилиния / Радиус / Обрезка / Несколько]:

При стандартных настройках радиус скругления равен 0 мм, поэтому необходимо ЛКМ нажать на значение «Радиус», тогда в командной строке появится запрос:

СОПРЯЖЕНИЕ Радиус сопряжения <0.00>:

Вводим необходимое значение радиуса, подтверждаем нажатием кнопки Enter. Далее если необходимо обрезать исходный объект, то нажимаем ЛКМ на «Обрезка» и выбираем команду «С обрезкой». Тогда при указании левой кнопкой мыши сначала на одном объекте, затем над другим объекте построится скругленный угол с обрезкой исходных объектов (рис. 1.25).

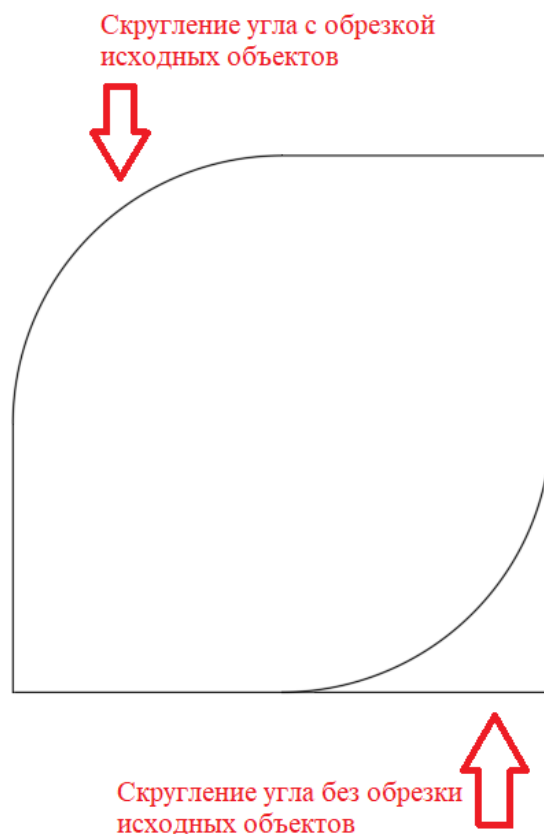



Рис. 1.25. Применение команды «Сопряжение»

### Команда редактирования «Фаска».

 - команда «Фаска» при построении 2D-объектов позволяет создать между двумя объектами скос или фаску.

Доступ к команде «Фаска» можно получить несколькими способами:

- в строке меню, вкладка «Редактировать», кнопка «Фаска»;
- в ленте, вкладка «Главная» в разделе «Редактирование»;
- в панели инструментов «Редактирование»;
- ввести команду «Фаска» в командной строке.

Данная команда может быть применена к следующим объектам: отрезок, полилиния, луч или прямая.

*Рассмотрим применение команды при разработке чертежа.*

При активации команды «Фаска» в командной строке AutoCAD появится запрос:

ФАСКА Выберите первый отрезок или [Отменить / Полилиния / Длина / Угол / Обрезка / Метод / Несколько]:

Параметр «обрезка» позволяет строить фаску с обрезкой исходных объектов или без обрезки. Параметр «Угол» позволяет построить фаску задав угол до первого объекта и длину фаски. Параметр «Длина» задает значение расстояния фаски от точки пересечения первого и второго объекта (рис. 1.26).

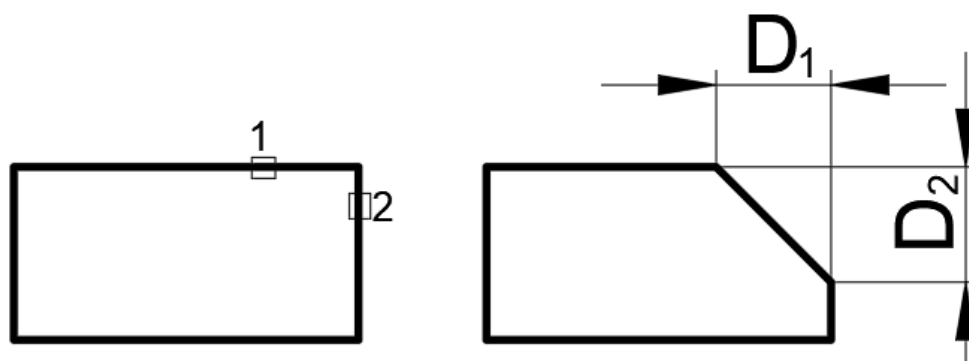



Рис. 1.26. Создание фаски при указании длины

### Команда редактирования «Перенести».

 - команда «Перенести» при построении чертежей необходима для переноса объектов на заданное расстояние в указанном направлении.

Доступ к команде «Перенести» можно получить несколькими способами:

- в строке меню, вкладка «Редактировать», кнопка «Перенести»;
- в ленте, вкладка «Главная» в разделе «Редактирование»;
- в панели инструментов «Редактирование»;
- ввести команду «Перенести» в командной строке.

*Рассмотрим работу команды при выполнении чертежей.*

При активации команды «Перенести» в командной строке AutoCAD появится запрос:

ПЕРЕНЕСТИ Выберите объекты:

Если необходимо выбрать все объекты на чертеже, то можно воспользоваться сочетанием клавиш на клавиатуре Ctrl+A. Так же можно выбрать объекты указав левой кнопкой мыши или выделить рамкой. После выбора необходимых объектов нажать Enter, тогда в командной строке появится запрос:

ПЕРЕНЕСТИ Базовая точка или [Смещение]:

Выбрав параметр смещение, при включенном динамическом режиме необходимо указать расстояние и угол смещения.

Указание базовой точки может осуществляется как в командной строке, так и левой кнопкой мыши, поэтому удобнее работать командами редактирования при включенном режиме «Объектная привязка».

Указав базовую точку, нажимаем Enter, тогда в командной строке появится запрос:

ПЕРЕНЕСТИ Вторая точка или <считать смещением первую точку>:

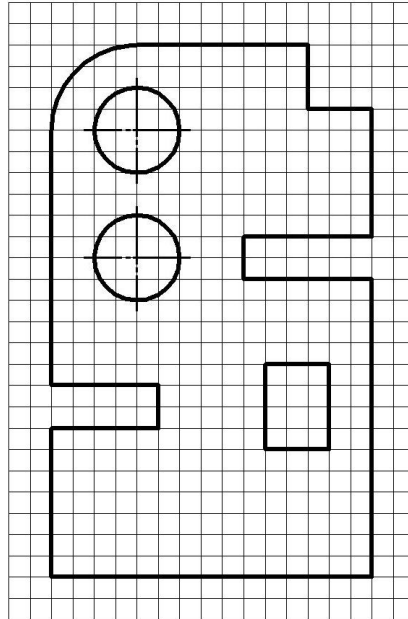
Вводим значение в командной строке или указываем левой кнопкой мыши положение второй точки.



## Практическая часть

### Задание.

1. Подготовить систему к работе.
2. Настроить размерные стили.
3. Настроить стили текста.
4. Настроить единицы измерения и лимиты чертежа согласно заданию.
5. Начертить деталь, пример задания показан на рисунке 1.27.
6. Проставить размеры на чертеже согласно заданию, нанести штриховку.




**Рис. 1.27.** Пример задания для выполнения лабораторной работы №1

### Порядок выполнения работы


1. Внимательно изучить задание. Определить его габаритные размеры и размеры каждого элемента детали; при этом помнить, что одна клетка задания соответствует 5 мм на чертеже.


2. Оформить рамку чертежа формата А3 и основную надпись.

3. Создать дополнительный слой для выполнения чертежа пластины.

4. Используя инструмент «Прямоугольник» (Рисование → Прямоугольник) или нажав на пиктограмму  на панели «Рисование», построить прямоугольник с шириной 75 мм и высотой 125 мм. Выбрав инструмент, с помощью левой кнопки мыши указываем левый нижний угол прямоугольника, а затем через запятую координаты верхнего правого угла (75,125) в командной строке или через динамический ввод.

5. Создать локальную систему координат. Для этого активируем инструмент «Начало» (Сервис → Новая ПСК → Начало). Зафиксируем щелчком левой кнопки мыши начало системы координат в нижней левой вершине прямоугольника.

6. Построить внутри созданного прямоугольника окружности. Для этого необходимо нажать пиктограмму  «Окружность» на панели «Рисование» (Рисование → Окружность). В окне динамического ввода ввести через запятую координаты центра первой окружности  $x = 20$ ,  $y = 75$  Enter и значения ее радиуса 10 мм Enter. Следующую окружность и прямоугольное отверстие построить аналогично по координатам, указанным в задании (только для прямоугольного отверстия используется команда «Прямоугольник»).

7. Построить скругление левого верхнего угла прямоугольной пластины. Активируем команду «Сопряжение» (Редактирование → Сопряжение) или нажимаем на пиктограмму  на панели «Редактирование». В командной строке щелкнем по параметру **радиус** и введем значение 20.левой кнопкой мыши указываем кривые, которые необходимо скруглить.

8. Построить два прямоугольных паза (рис. 1.28). Для этого вызвать команду «Отрезок». В динамическом окне ввода задать начальную точку отрезка  $x = 0$ ,  $y = 35$  Enter, ввести длину отрезка 25 Tab и угол  $0^\circ$  Enter. Не прерывая команды, построить отрезок длиной 10 мм с углом  $90^\circ$  и отрезок длиной 20 мм с углом  $180^\circ$ . Второй паз вычерчивается аналогично.

9. Построить вырез в правом верхнем углу пластины. Вызвать команду «Отрезок». В динамическом окне ввода задать начальную точку отрезка  $x = 75$ ,  $y = 110$  Enter, ввести длину отрезка 15 Tab и угол  $180^\circ$  Enter. Не прерывая команды, построить отрезок длиной 15 мм с углом  $90^\circ$  и отрезок длиной 20 мм с углом  $180^\circ$ .

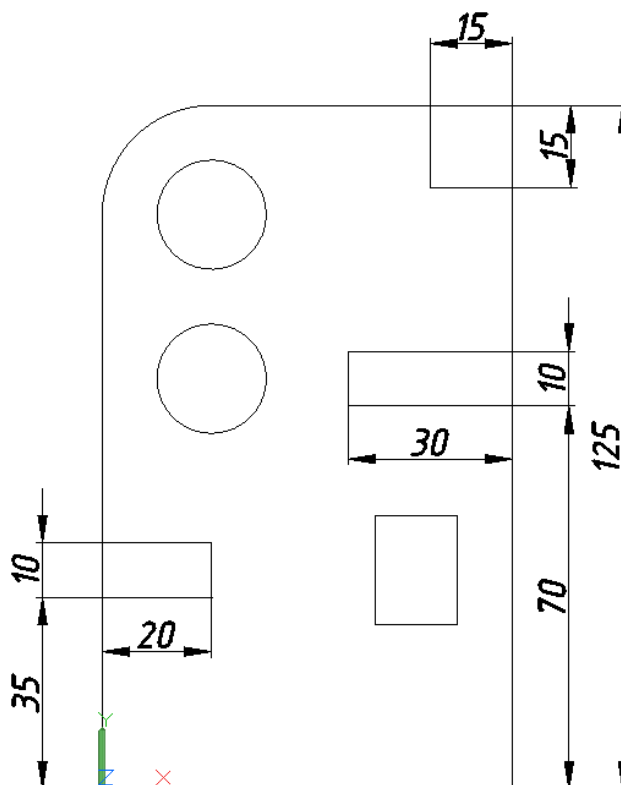

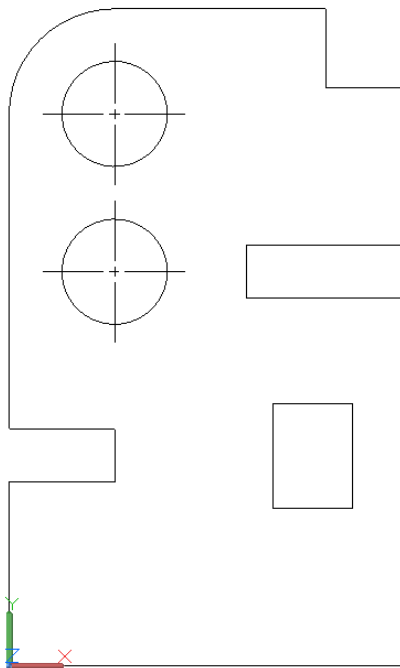




Рис. 1.28. Шаг 8 (размеры для построения паза)

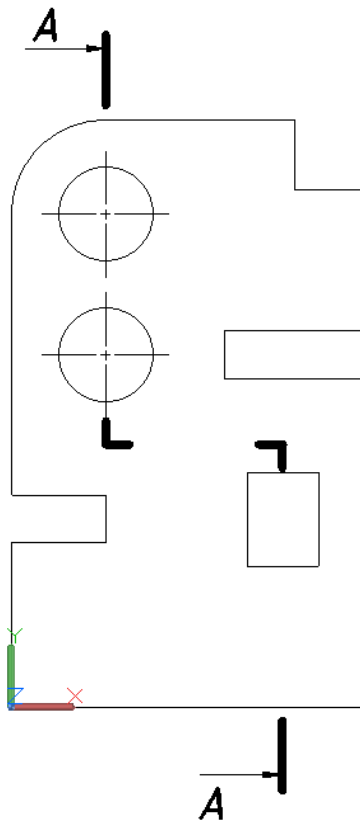
10. Обрезать лишние линии на чертеже. Для этого необходимо воспользоваться командой «Обрезать»  на панели редактирования. Активируем команду, переводим курсор мыши в рабочую область экрана и нажимаем кнопку Enter, далее левой кнопкой мыши указываем на срезаемый отрезок. На рис. 1.29 приведен результат построений с применением команды «Обрезать».



**Рис. 1.29.** Результат применения команды «Обрезать»

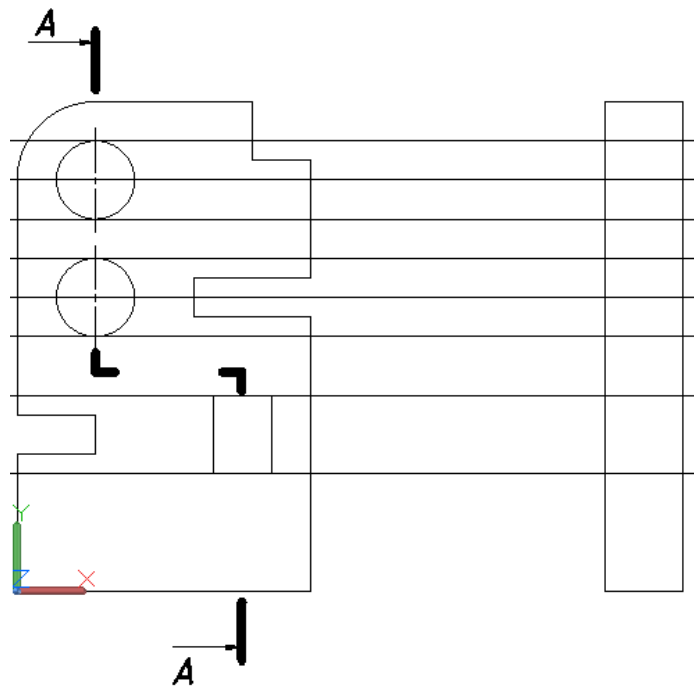
11. Построить осевые линии у круглых отверстий, для этого переходим во вкладку «Аннотации», раздел «Осевые линии», активируем команду «Маркер центра» и левой кнопкой мыши указываем на отверстия.

12. Построить сложный ступенчатый разрез. Для этого необходимо построить очертание профильной проекции в виде прямоугольника, используя инструмент «Прямоугольник» на панели «Рисование». В окне динамического ввода вводим координаты  $x = 150$ ,  $y = 0$  левой нижней вершины прямоугольника и значения его ширины 20 и высоты 125. Используя инструмент «Отрезок», построим положение секущей плоскости. Для получения утолщенной линии установим вес линии 0,7. Высота шрифта, обозначающего разрез, равна 7 мм. Стрелку взгляда необходимо нарисовать тонкими линиями, используя инструмент «Отрезок». Результат построения представлен на рис. 1.30. Строим разрез с помощью параллельных вспомогательных прямых. Отметим места расположения основных и осевых линий на разрезе. Для построения вспомогательных прямых воспользуемся инструментом «Прямая» (Рисование → Прямая) или нажмем на пиктограмму  на панели «Рисование». Для построения горизонтальных прямых в командной строке  активируем условие левой кнопкой мыши.



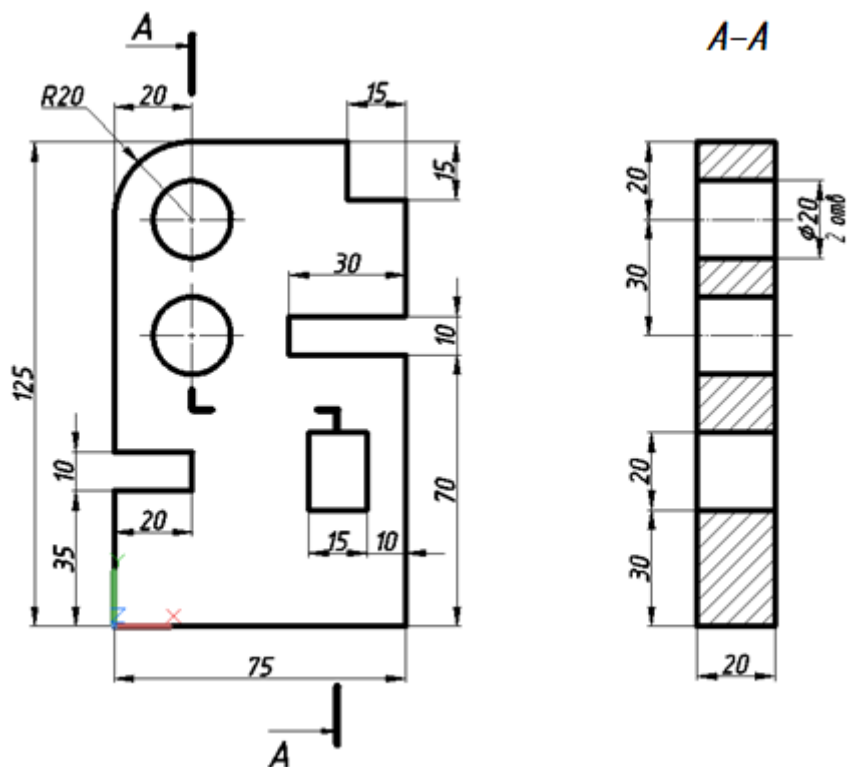
**Рис. 1.30.** Обозначение секущей плоскости

13. С помощью параллельных вспомогательных прямых отметить места расположения основных и осевых линий на разрезе, как показано на рис. 1.31.



**Рис. 1.31.** Вспомогательные прямые

14. Построить осевые линии и отверстия, удалить вспомогательные линии.
15. Нанести штриховку на чертеж.
16. Установить всем основным линиям на чертеже вес 0,5 мм.
17. Нанести размеры на чертеже (рис. 1.32).
18. Сохранить чертеж и экспортировать в PDF формат.



**Рис. 1.32.** Простановка линейных размеров

### Контрольные вопросы

1. Что такое ЕСКД?
2. Какие команды редактирования использовались при выполнении чертежа?
3. Какие команды рисования использовались при выполнении чертеже?
4. На каком расстоянии от контура объекта проставляется первая размерная линия?
5. Объясните, как настроить размерные стили?
6. Какой толщиной, согласно ГОСТ, принимается основная толстая линия?
7. Какой толщиной принимается размерная линия, согласно ГОСТ?
8. Каким образом настроить стиль текста?

## **ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 2. ВЫПОЛНЕНИЕ ЧЕРТЕЖЕЙ ДЕТАЛЕЙ ПОЖАРНОЙ ТЕХНИКИ**

### **Цель работы:**

Изучить возможности и приемы работы в программе AutoCAD при выполнении чертежей деталей пожарной техники и оборудования с соблюдением проекционной связи между видами, грамотного нанесения необходимых размеров и штриховки.

### **Материально-техническое обеспечение:**


Персональный компьютер, система автоматизированного проектирования AutoCAD, калькулятор, линейка, штангенциркуль, раздаточный материал.

### **Теоретические основы работы**

Детали пожарной техники и оборудования в зависимости от применения могут быть как простой, так и сложной формы, поэтому для выполнения чертежей необходимо применять дополнительные инструменты программы AutoCAD.

Для выполнения лабораторной работы №2 необходимо изучить дополнительные команды панели инструментов рисования, такие как: «Многоугольник», «Полилиния», «Дуга», «Слайн», «Эллипс». Команды редактирования чертежа: «Копировать», «Отразить зеркально», «Масштаб», «Массив», «Повернуть».

#### **Графический примитив «Многоугольник».**

 - команда «Многоугольник» позволяет создавать равносторонние многоугольники в виде замкнутых полилиний.

Доступ к команде «Многоугольник» можно получить несколькими способами:

- в строке меню, вкладка «Рисование», кнопка «Многоугольник»;
- в ленте, вкладка «Главная» в разделе «Рисование»;
- в панели инструментов «Рисование»;
- ввести команду «Мн-угол» в командной строке.

Минимальное количество сторон многоугольника можно задать 3, а максимально 1024.

При активации команды «Многоугольник» программа AutoCAD запросит ввести число сторон, указываем необходимое количество и нажимаем Enter. Далее указываем центр многоугольника с помощью ЛКМ или командной строки, нажимаем Enter. При появлении запроса «Вписанный в окружность» или «Описанный вокруг окружности» левой кнопкой мыши выбираем нужный вариант и задаем радиус окружности (2.1).

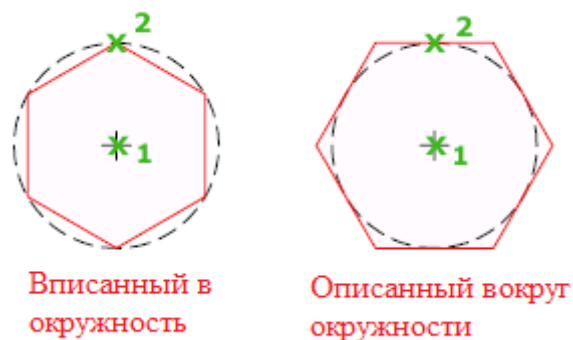




Рис. 2.1. Варианты построения многоугольника

### Графический примитив «Полилиния».

 - команда «Полилиния» позволяет создавать объекты, состоящие из линейных и дуговых сегментов.

Доступ к команде «Полилиния» можно получить несколькими способами:

- в строке меню, вкладка «Рисование», кнопка «Полилиния»;
- в ленте, вкладка «Главная» в разделе «Рисование»;
- в панели инструментов «Рисование»;
- ввести команду «Полилиния» в командной строке.

Разберем принцип работы команды на примере построения условного обозначения  решающего направления действий подразделений по тушению пожара.

При активации команды «Полилиния» в командной строке AutoCAD появится запрос:

ПЛИНИЯ Начальная точка:

В ответ при включенном режиме «Динамический ввод» вводим 50 Tab 50 Enter. В командной строке AutoCAD появится запрос:

ПЛИНИЯ Следующая точка или [Дуга / Полуширина / длИна / Отменить / Ширина]:

Параметр «Дуга» позволяет построить дуговой сегмент, направленный по касательной к предыдущему сегменту. Параметр «Полуширина» задает расстояние от центра до кромки полилинии. Параметр «Длина» позволяет построить сегмент заданной длины. Параметр «Ширина» задает ширину полилинии. Для построения условного обозначения решающего направления необходимо задать ширину щелкнув левой кнопкой мыши по параметру «Ширина», в командной строке AutoCAD появится запрос:

ПЛИНИЯ Начальная ширина <0.00>:

Нажимаем 0 Enter.

Появится запрос:

ПЛИНИЯ Конечная ширина <0.00>:

Нажимаем 5 Enter. Вводим длину сегмента 5 мм, нажимаем Enter. Далее опять выбираем параметр «Ширина», начальную ширину указываем 2 мм, конечную ширину 7 мм, а длину сегмента 10 мм. Результат построения показан на рисунке 2.2.

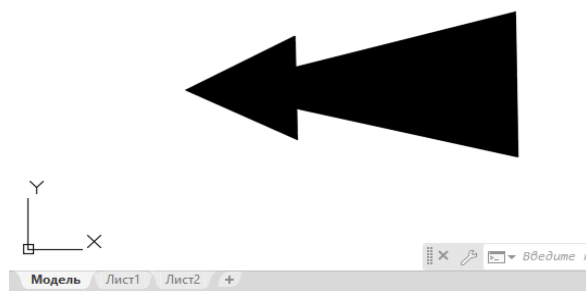



Рис. 2.2. Результат построения при помощи команды «Полилиния»

### Графический примитив «Дуга».

 - команда «Дуга» предназначена для построения дуги на чертеже различными способами.

Доступ к команде «Дуга» можно получить несколькими способами:

- в строке меню, вкладка «Рисование», кнопка «Дуга»;
- в ленте, вкладка «Главная» в разделе «Рисование»;
- в панели инструментов «Рисование»;
- ввести команду «Дуга» в командной строке.

В программе AutoCAD предусмотрено 11 способов построения дуги (рис. 2.3). По умолчанию в программе используется способ построения дуги по трем точкам.

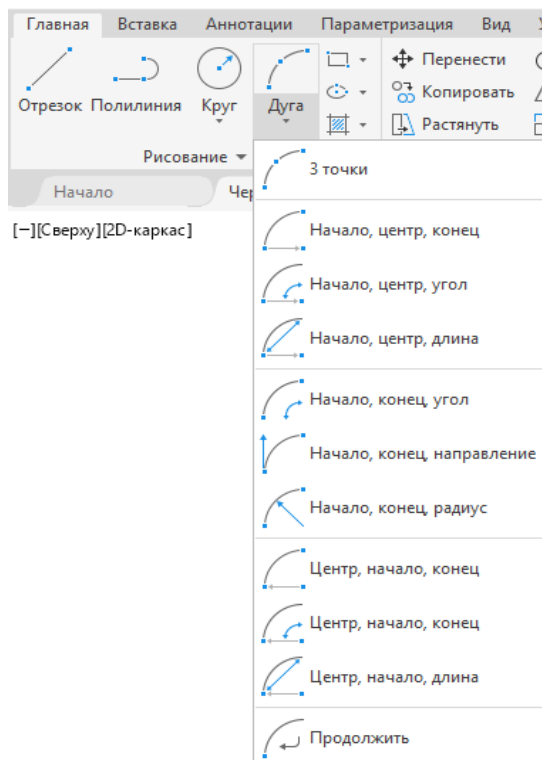


Рис. 2.3. Опции построения дуги



При активации команды «Дуга» (в режиме 3 точки) в командной строке AutoCAD появится запрос:

ДУГА Начальная точка дуги или [Центр]:

В ответ вводим координаты точки, нажимаем Enter или указываем левой кнопкой мыши точку на чертеже. В командной строке AutoCAD появится запрос:


ДУГА Вторая точка или [Центр / Конец]:

В ответ вводим координаты точки второй точки, нажимаем Enter или указываем левой кнопкой мыши точку на чертеже. В командной строке AutoCAD появится запрос:

ДУГА Конечная точка дуги:

В ответ вводим координаты точки конечной точки, нажимаем Enter или указываем левой кнопкой мыши точку на чертеже. Дуга построена.

### Графический примитив «Сплайн».

 - команда «Сплайн» предназначена для построения гладкой кривой, проходящей через указанные точки. Может применяться для построения волнистой линии при обозначении местного разреза на чертеже или для построения условных изображений пожарных рукавов при оформлении планов пожаротушения.

Доступ к команде «Сплайн» можно получить несколькими способами:

- в строке меню, вкладка «Рисование», кнопка «Сплайн»;
- в ленте, вкладка «Главная» в разделе «Рисование»;
- в панели инструментов «Рисование»;
- ввести команду «Сплайн» в командной строке.

В программе AutoCAD построение кривой при помощи команды «Сплайн» может осуществляться двумя способами (рис. 2.4). Верхняя линия на рисунке 2.4 построена с помощью определяющих точек, т.е. кривая проходит через точки, указанные на чертеже. Следующая линия построена при помощи управляющих вершин, которые определяют форму и расположение кривой.

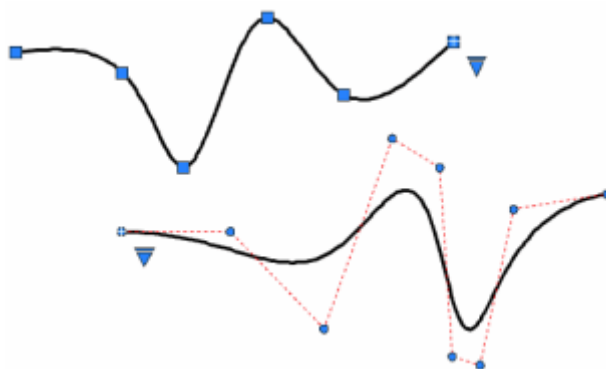



Рис. 2.4. Варианты построения сплайн кривой

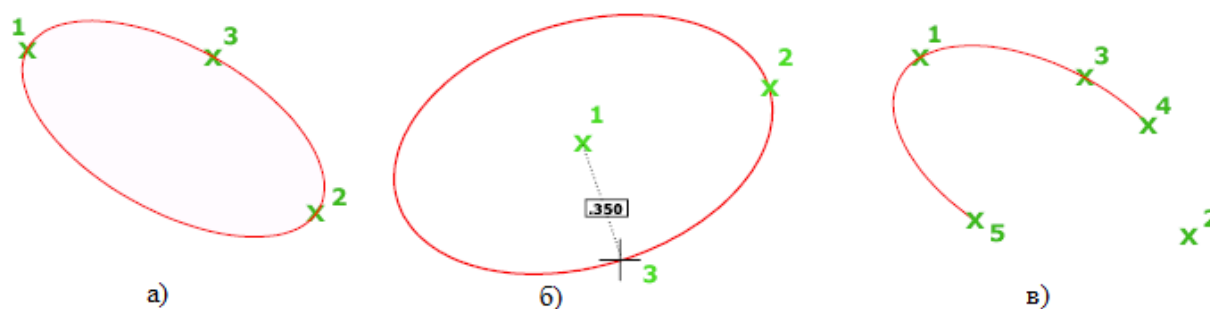
## Графический примитив «Эллипс».

 - команда «Эллипс» предназначена для построения эллипсов или эллиптических дуг. При построении эллипса сначала задаются две точки оси, а затем указывается расстояние от центра эллипса до конечной точки.

Доступ к команде «Эллипс» можно получить несколькими способами:

- в строке меню, вкладка «Рисование», кнопка «Эллипс»;
- в ленте, вкладка «Главная» в разделе «Рисование»;
- в панели инструментов «Рисование»;
- ввести команду «Эллипс» в командной строке.


В программе AutoCAD доступно три способа построения эллипса (рис. 2.5).



**Рис. 2.5.** Способы построения эллипса:  
а – ось, конец, б – центр, в – эллиптическая дуга

Цифрами обозначена последовательность построения. На рисунке 2.5а показан способ построения, где сначала указывается первыми двумя точками ось эллипса, затем конечная точка. На рисунке 2.5б показан способ построения, где сначала задается центр эллипса, затем указывается конечная точка первой оси и длина второй оси. На рисунке 2.5в показан способ построения эллиптической дуги, при котором первые две точки задают местоположение и длину первой оси, третья точка задает расстояние от центра оси до конечной точки второй оси. Четвертая и пятая точки задают начальный и конечный углы.

## Команда редактирования «Копировать».

 - команда «Копировать» при построении чертежей необходима для копирования объектов на заданное расстояние в указанном направлении.

Доступ к команде «Копировать» можно получить несколькими способами:

- в строке меню, вкладка «Редактировать», кнопка «Копировать»;
- в ленте, вкладка «Главная» в разделе «Редактирование»;
- в панели инструментов «Редактирование»;
- ввести команду «Копировать» в командной строке.

*Рассмотрим работу команды при выполнении чертежей.*

При активации команды «Копировать» в командной строке AutoCAD появится запрос:

КОПИРОВАТЬ Выберите объекты:

Если необходимо выбрать все объекты на чертеже, то можно воспользоваться сочетанием клавиш на клавиатуре Ctrl+A. Так же можно выбрать объекты указав левой кнопкой мыши или выделить рамкой. После выбора необходимых объектов нажать Enter, тогда в командной строке появится запрос:

КОПИРОВАТЬ Базовая точка или [Смещение / реЖим] <Смещение>:

Выбрав параметр смещение, при включенном динамическом режиме необходимо указать расстояние и угол смещения.

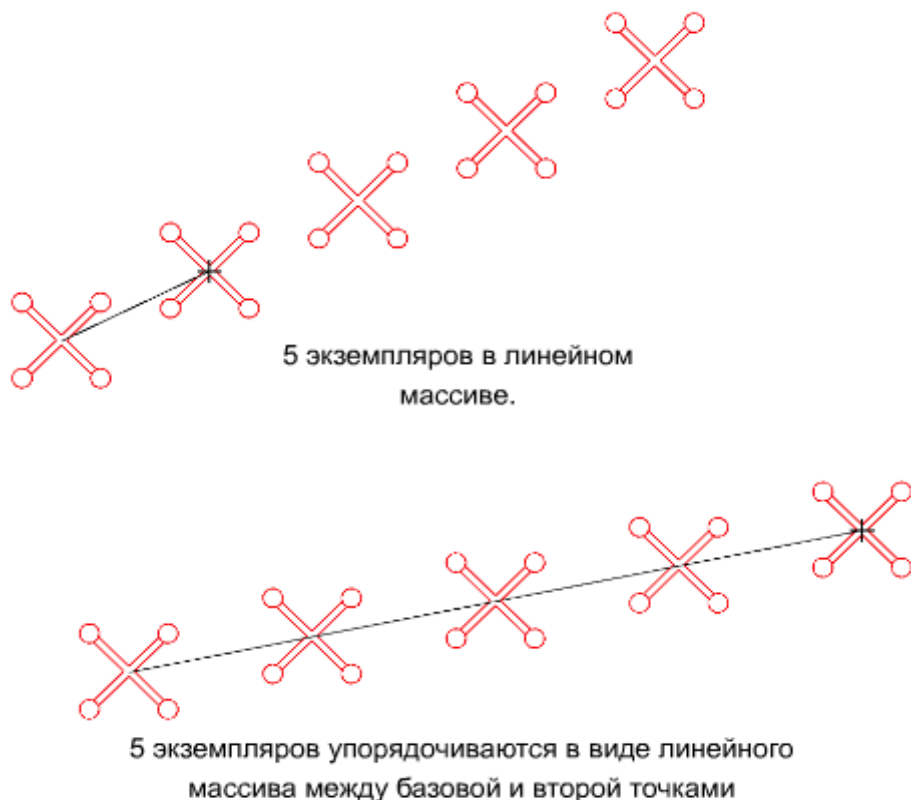
Указание базовой точки может осуществляется как в командной строке, так и левой кнопкой мыши, поэтому удобнее работать командами редактирования при включенном режиме «Объектная привязка».

Указав базовую точку, нажимаем Enter, тогда в командной строке появится запрос:

КОПИРОВАТЬ Вторая точка или [Массив] <использовать для смещения первую точку>:


Вводим значение в командной строке или указываем левой кнопкой мыши положение второй точки.

Параметр «Массив» позволяет создавать при копировании сразу несколько элементов, пример показан на рисунке 2.6.



**Рис. 2.6.** Копирование объекта при использовании параметра «Массив»

## Команда редактирования «Отразить зеркально».

 - команда «Отразить зеркально» может применяться для создания зеркальной копии объектов, например, при выполнении чертежа вала коробки отбора мощности пожарного автомобиля.

Доступ к команде «Отразить зеркально» можно получить несколькими способами:

- в строке меню, вкладка «Редактировать», кнопка «Зеркало»;
- в ленте, вкладка «Главная» в разделе «Редактирование»;
- в панели инструментов «Редактирование»;
- ввести команду «Зеркало» в командной строке.

*Рассмотрим работу команды при выполнении чертежей.*

При активации команды «Зеркало» в командной строке AutoCAD появится запрос:

ЗЕРКАЛО Выберите объекты:

Если необходимо выбрать все объекты на чертеже, то можно воспользоваться сочетанием клавиш на клавиатуре Ctrl+A. Так же можно выбрать объекты указав левой кнопкой мыши или выделить рамкой. После выбора необходимых объектов нажать Enter, тогда в командной строке появится запрос:

ЗЕРКАЛО Первая точка оси отражения:

Задаем положение первой точки с помощью ЛКМ или вводом координат точки в командной строке, тогда появится запрос:

ЗЕРКАЛО Вторая точка оси отражения:


Вводим значение в командной строке или указываем левой кнопкой мыши положение второй точки.

В командной строке появится запрос:

ЗЕРКАЛО Удалить исходные объекты? [Да / Нет] <Нет>:

По умолчанию в программе AutoCAD установлен параметр «Нет» поэтому если нет необходимости удалять исходный объект нажать Enter.

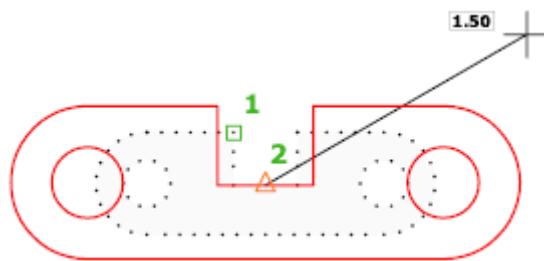
## Команда редактирования «Масштаб».

 - команда «Масштаб» предназначена для уменьшения или увеличения выбранных объектов на чертеже.

Доступ к команде «Масштаб» можно получить несколькими способами:

- в строке меню, вкладка «Редактировать», кнопка «Масштаб»;
- в ленте, вкладка «Главная» в разделе «Редактирование»;
- в панели инструментов «Редактирование»;
- ввести команду «Масштаб» в командной строке.


При активации команды «Масштаб» в командной строке AutoCAD появится запрос на указание базовой точки. Базовая точка будет являться центром, относительно которого будет производиться операция масштабирования, при этом точка будет оставаться неподвижной. Для увеличения объектов необходимо ввести значение больше единицы (рис. 2.7). Если задавать значения от нуля до единицы, то объект будет уменьшаться.



**Рис. 2.7.** Увеличение объекта при помощи команды «Масштаб»

При работе с командой первым действием указывается базовая точка, вторым действием коэффициент масштаба, как показано на рисунке 2.7.

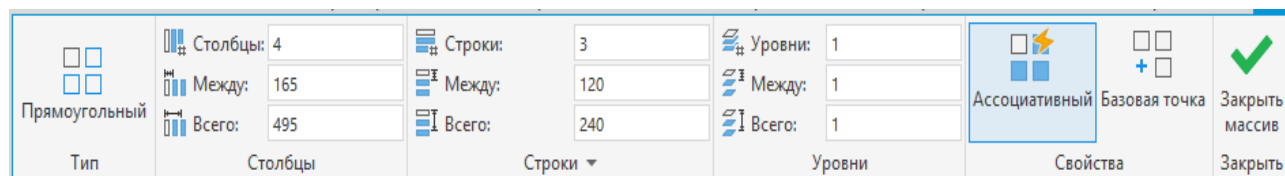
### Команда редактирования «Массив».

 - команда «Массив» может применяться для создания копии объектов в любой комбинации строк, столбцов и уровней.

Доступ к команде «Массив» можно получить несколькими способами:

- в строке меню, вкладка «Редактировать», кнопка «Массив»;
- в ленте, вкладка «Главная» в разделе «Редактирование»;
- в панели инструментов «Редактирование»;
- ввести команду «Массив» в командной строке.

При работе с командой «Массив» доступны такие параметры построения как: прямоугольный массив, круговой массив, массив по траектории. При активации команды с соответствующим массивом на панели «Лента» отображается окно с настройкой массива (рис. 2.8).



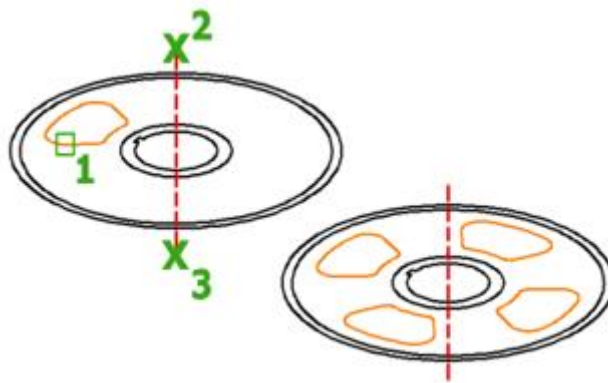
**Рис. 2.8.** Окно создания массива

При работе с командой «Прямоугольный массив» в окне доступны настройки для изменения следующих параметров:

- изменение количества строк и столбцов;
- изменение расстояния между столбцами и строками;
- изменение расстояния между крайними столбцами или строками.

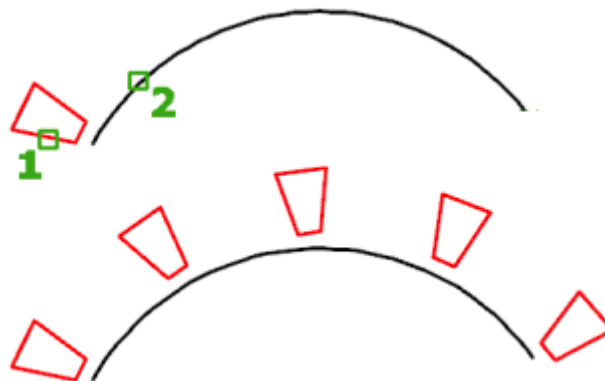
Также доступны настройки «Уровни», но они необходимы при работе в трехмерном пространстве.

Круговой массив необходим для распределения копий объектов вокруг центральной точки или оси (рис. 2.9)




**Рис. 2.9.** Применение кругового массива

Команда «Массив по траектории» служит для равномерного распределения копий объектов по траектории или ее части. Траектория может представлять собой линию, полилинию, 3D полилинию, сплайн, спираль, дугу, окружность или эллипс (рис. 2.10).



**Рис. 2.10** 2D-массив по траектории:  
1 – объект, 2 - траектория

### **Команда редактирования «Повернуть».**

 - команда «Повернуть» при построении чертежей необходима для поворота объектов вокруг базовой точки на необходимый угол поворота.

Доступ к команде «Повернуть» можно получить несколькими способами:

- в строке меню, вкладка «Редактировать», кнопка «Повернуть»;
- в ленте, вкладка «Главная» в разделе «Редактирование»;
- в панели инструментов «Редактирование»;
- ввести команду «Повернуть» в командной строке.

*Рассмотрим работу команды при выполнении чертежей.*

При активации команды «Копировать» в командной строке AutoCAD появится запрос:

ПОВЕРНУТЬ Выберите объекты:

Если необходимо выбрать все объекты на чертеже, то можно воспользоваться сочетанием клавиш на клавиатуре Ctrl+A. Так же можно выбрать объекты указав левой кнопкой мыши или выделить рамкой. После выбора необходимых объектов нажать Enter, тогда в командной строке появится запрос:

ПОВЕРНУТЬ Базовая точка:

Указание базовой точки может осуществляется как в командной строке, так и левой кнопкой мыши, поэтому удобнее работать командами редактирования при включенном режиме «Объектная привязка».

Указав базовую точку, нажимаем Enter, тогда в командной строке появится запрос:

ПОВЕРНУТЬ Угол поворота или Копия / Опорный угол] <0>:

Вводим значение угла, нажимаем Enter.



## Практическая часть

### Задание.

Для выполнения лабораторной работы преподавателем выдаются макеты деталей (рис. 2.11).



Рис. 2.10. Макет детали

Необходимо изучить деталь. Выбрать главный вид детали. Определить какие виды разрезов необходимо применить при выполнении чертежа. Произвести замеры детали и выполнить чертеж в программе AutoCAD с соблюдением проекционной связи между видами. Нанести размеры и штриховку соблюдая требования ЕСКД.

В программе AutoCAD: подготовить систему к работе; настроить размерные стили; настроить стили текста; настроить единицы измерения и лимиты чертежа; ознакомиться с новыми командами рисования и редактирования чертежа; выполнить чертеж детали применив изученные команды.

### Порядок выполнения работы

1. Изучить деталь, выбрать главный вид детали.
2. Произвести замеры детали при помощи линейки, штангенциркуля (рис. 2.11).

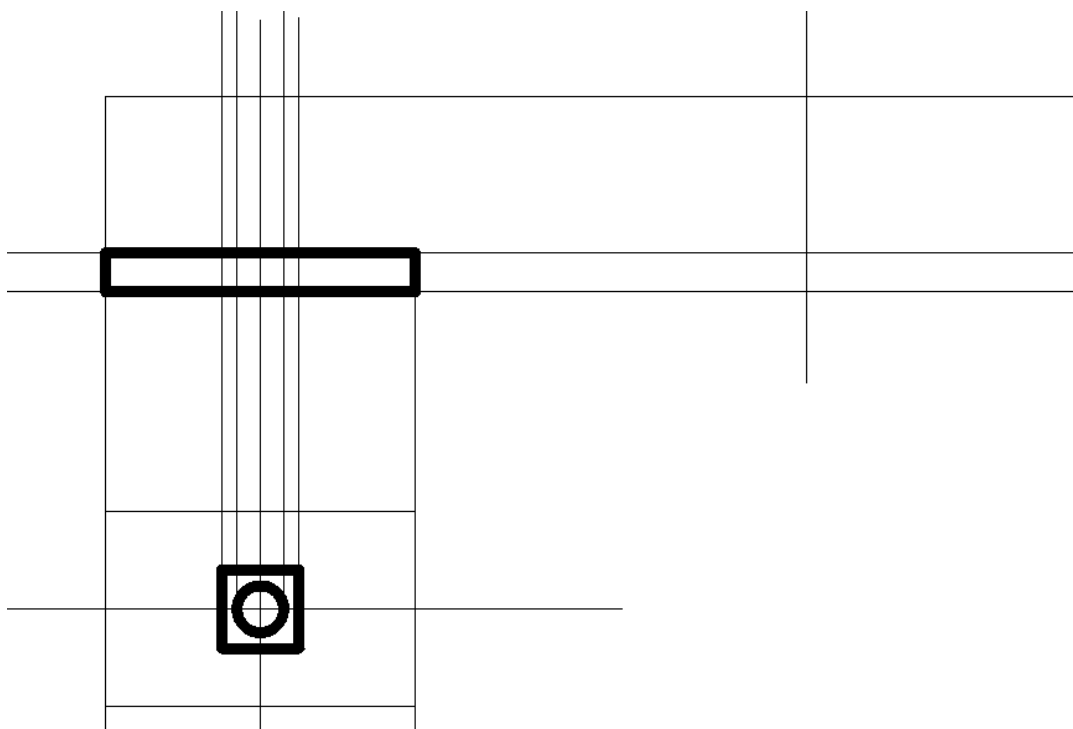


Рис. 2.13. Измерение детали



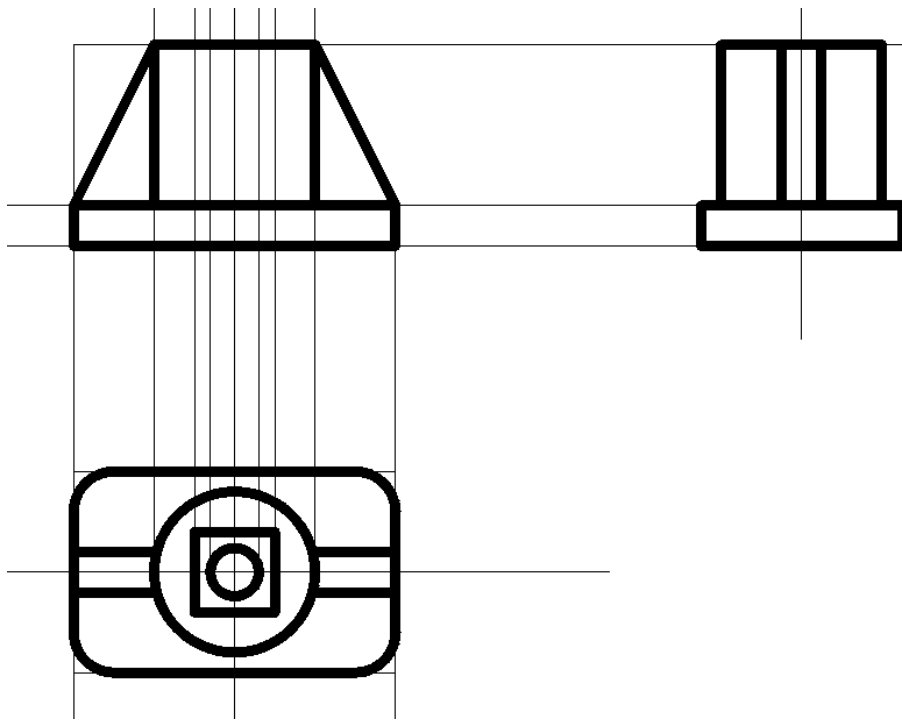
3. Оформить лист формата А3 рамкой и основной надписью.
4. Настроить AutoCAD в соответствии с ЕСКД.
5. Создать слои для основных линий, размерных и осевых, а также слой для вспомогательных линий.

6. В слое «Вспомогательный» выполнить необходимые дополнительные построения тонкими линиями с целью разметки чертежа (рис. 2.12). Эти построения помогут найти «опорные» точки создаваемого чертежа. Не следует сразу стремиться «начисто» сделать чертеж, во многих случаях это просто невозможно.

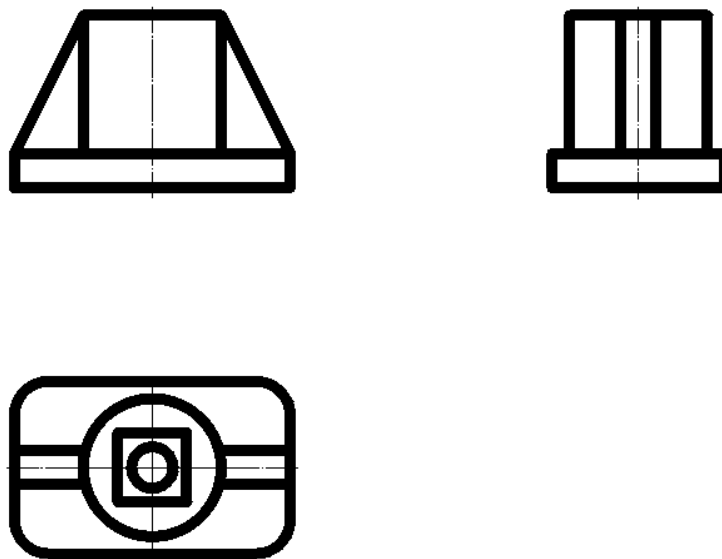


**Рис. 2.12.** Построение вспомогательных линий

7. В слое «Основной» (основных линий чертежа) сделать «обводку» детали толщиной линии 0,6 мм (рис. 2.13). Закончив формирование основных линий, можно погасить слой вспомогательных построений (рис. 2.14).

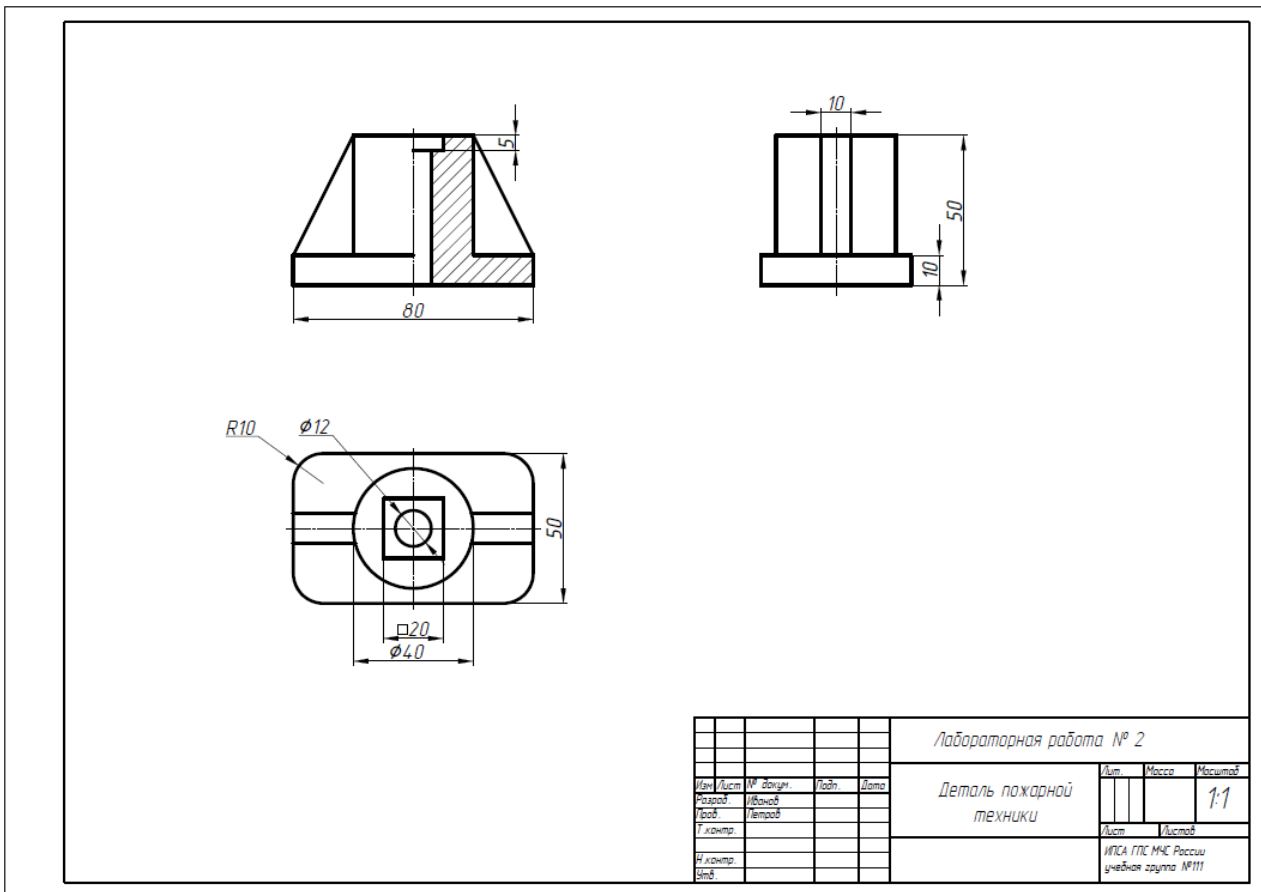


**Рис. 2.13.** Обводка чертежа основной сплошной толстой линией



**Рис. 2.14.** Чертеж с отключенным вспомогательным слоем

8. Выполнить разрез детали, нанести штриховку.
9. Нанести размеры.
10. Сохранить чертеж, экспортировать в формат PDF (пример чертежа детали показан на рисунке 2.15).
11. Завершить работу.



**Рис. 2.15.** Пример выполненного чертежа детали по лабораторной работе №2

### Контрольные вопросы

1. Назовите основные примитивы, которые использовали при выполнении чертежа.
2. Какие виды привязок использовали при выполнении лабораторной работы?
3. Как включить и настроить сетку на чертеже?
4. Как применить команду «Зеркало» при выполнении чертежа?
5. Каким образом создать новый слой?
6. Есть ли необходимость включать режим отображения веса линий?
7. Для чего используется привязка «центр»?
8. На каком расстоянии проставляется размерная линия, следующая за другой размерной линией?

## **ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 3. ВЫПОЛНЕНИЕ ЧЕРТЕЖА ПЛАНА ЗДАНИЯ**

### **Цель работы:**

Изучить возможности и приемы работы в программе AutoCAD при выполнении чертежа плана здания. Научиться настраивать размерные стили, стиль мультивыноски в соответствии со стандартами системы проектной документации для строительства (СПДС). Закрепить полученные знания при выполнении чертежа плана здания.

### **Материально-техническое обеспечение:**

Персональный компьютер, система автоматизированного проектирования AutoCAD, калькулятор, линейка, раздаточный материал, электронный дальномер.

### **Теоретические основы работы**

При выполнении чертежа плана здания, кроме рассмотренных стандартов ЕСКД необходимо соблюдать требования стандартов системы проектной документации для строительства (СПДС):

1. ГОСТ Р 21.1101-2013 «Система проектной документации для строительства (СПДС). Основные требования к проектной и рабочей документации» - стандарт устанавливает основные требования к проектной и рабочей документации для строительства объектов различного назначения.

2. ГОСТ 21.201-2011 «Система проектной документации для строительства (СПДС). Условные графические изображения элементов зданий, сооружений и конструкций» - стандарт устанавливает основные условные графические изображения и обозначения элементов зданий, сооружений и строительных конструкций, применяемые в проектной и рабочей документации для строительства.

3. ГОСТ 21.501-2018 «Система проектной документации для строительства (СПДС). Правила выполнения рабочей документации архитектурных и конструктивных решений» - стандарт устанавливает состав и правила оформления рабочей документации архитектурных и конструктивных решений зданий и сооружений различного назначения, а также рабочей документации на строительные изделия.

4. ГОСТ 21.205-2016 «Система проектной документации для строительства (СПДС). Условные обозначения элементов трубопроводных систем зданий и сооружений» - стандарт устанавливает основные условные графические обозначения элементов систем инженерно-технического обеспечения (водоснабжения, канализации, отопления, вентиляции, кондиционирования, газоснабжения), тепломеханических и других трубопроводных систем, а также буквенно-цифровые обозначения трубопроводов этих систем на чертежах и схемах при проектировании зданий и сооружений различного назначения.

Планом здания называют изображение здания, мысленно рассеченного горизонтальной плоскостью на уровне оконных и дверных проемов и спроецированного на горизонтальную плоскость проекции, при этом часть здания между глазом наблюдателя и секущей плоскостью считается удаленным. Таким образом, план здания является его горизонтальным разрезом. На чертеже плана здания показывают то, что получается секущей плоскостью и что расположено под ней.

План здания дает представление о его размерах и форме в плане, расположение отдельных помещений, лестничных площадок и маршей, перегородок и т.д. На плане здания показывают оконные и дверные проемы, расположение лестниц, лифтов, несущих стен и перегородок, встроенных шкафов, санитарно-технического оборудования и т.д.

Расположение планов зданий и сооружений на листе чертежа должно соответствовать ГОСТ Р 21.1101-2013. Как правило, длинную сторону плана располагают вдоль горизонтальной (длинной) стороны листа. Планы жилых и общественных зданий располагают так, чтобы стена главного фасада была параллельна горизонтальной стороне листа.

Планы этажей располагают на листе в порядке возрастания нумерации этажей снизу вверх или слева на право.

При выполнении плана здания необходимо соблюдать правила изображения условных графических изображений на чертеже согласно ГОСТ 21.201-2011 и ГОСТ 21.205-2016.

*Таблица 1. Условные графические изображения окон*

Наименование	Изображение
1. Проемы без четвертей в стене или перегородке в плане и разрезе	
2. Проемы оконные без четвертей в плане и разрезе	
3. Проемы оконные с четвертями в плане и разрезе	

Таблица 2. Условные графические изображения дверей



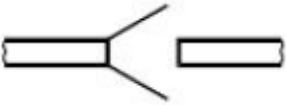
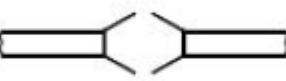

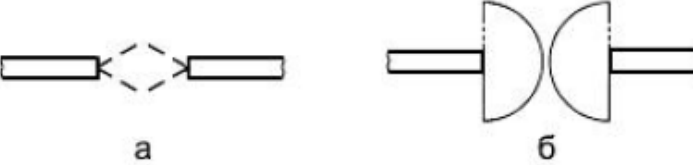





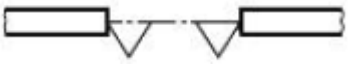

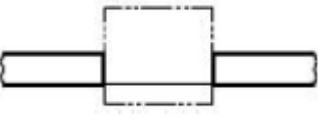
Наименование	Изображение
1. Дверь (ворота) однопольная	
2. Дверь (ворота) двупольная	
3 Дверь двойная однопольная	
4 Дверь двойная двупольная	
5 Дверь однопольная с качающимся полотном (правая или левая)	
6 Дверь двупольная с качающимися полотнами	
7 Дверь (ворота) откатная однопольная наружная	
8 Дверь (ворота) откатная однопольная с открыванием в нишу	
9 Дверь (ворота) Раздвижная двупольная	
10 Дверь (ворота) подъемная	
11 Дверь (ворота) складчатая	
12 Дверь (ворота) складчато-откатная	
13 Дверь вращающаяся	
14 Ворота подъемно-поворотные	

Таблица 3. Условные изображения перегородок кабин и шкафов

Наименование	Изображение	Наименование	Изображение
Перегорodka в плане и разрезе		Кабины уборных в плане: а) в масштабе до 1:200	
Перегорodka сборная щитовая в плане			
Перегорodka из стеклоблоков в плане		б) в масштабе более 1:200	
Кабины душевые в плане		Шкаф встроенный в плане	

Таблица 4. Условные графические изображения лестниц

Наименование	Изображение	Наименование	Изображение
а) пандус в плане и разрезе		В масштабе 1:50 и крупнее	
б) верхний марш			
в) промежуточный марш			
г) нижний марш			
Примечание. Стрелкой указано направление подъема марша.			







Таблица 5. Условные графические изображения отверстий и каналов в стенах

Наименование	Изображение	Наименование	Изображение
1. Вентиляционные шахты и каналы		3. Дымовые трубы и дымоходы	
2. Дымовые трубы (твердое топливо)		4. Газоотводные трубы	

Таблица 6. Условные графические изображения санитарно-технических устройств

Наименование	Условное обозначение	
	на видах сверху и на планах	на спереди или сбоку, на разрезах и в схемах
1. Раковина		
2. Мойка		
3. Умывальник		
4. Умывальник угловой		
5. Умывальник групповой Примечание - Количество знаков "+" в обозначении должно соответствовать действительному количеству кранов		
6. Умывальник групповой круглый		
7. Ванна		
8. Поддон душевой		
9. Биде		



10. Унитаз		
11. Писсуар настенный		
12. Писсуар напольный		

**Таблица 7. Рекомендуемые размеры санитарно-технических устройств и каналов**

Наименование	Обозначение	Размеры, мм
Санитарно-технические устройства	В	Ванная 1700 х 700
	У	Умывальник 600 х 450
	С	Сан. узел (унитаз) 600 х 450
	Р	Раковина для мытья посуды 500х 400
	П <sub>5</sub>	Газовая плита 800 х600
	П <sub>6</sub>	Газовая колонка для нагревания воды 400 х 300
Дымоходы-каналы (вентиляционные, дымоходные и каналы для вытяжки отходных газов)	Прямоугольной формы	140 х 270
	Круглой формы	150

**Таблица 8. Размеры окон и дверей**

Наименование	Обозначение	Размеры, мм
Окна	О <sub>1</sub>	Ширина 1200
	О <sub>2</sub>	Ширина 600
Двери: входная в здание входная в квартиру межкомнатные в ванную и туалет	Д <sub>1</sub>	Двухпольная шириной 1300 высотой 2300
	Д <sub>2</sub>	Однопольная шириной 900 высотой 2300
	Д <sub>3</sub>	Однопольная шириной 800 высотой 2000
	Д <sub>4</sub>	Однопольная шириной 700 высотой 2000

Настроим программу AutoCAD согласно стандартам СПДС.

#### **Настройка размерных стилей.**

Настроим размерные стили в программе AutoCAD согласно требованиям стандартов СПДС.

При настройке размерных стилей необходимо учесть, что размерную линию на ее пересечении с выносными линиями, линиями контура или осевыми линиями ограничивают засечками длиной 2-4 мм, наносимыми с наклоном вправо под углом  $45^\circ$  к размерной линии, при этом размерные линии продолжают за крайние выносные линии (или соответственно за контурные или осевые) на 0-3 мм. При выполнении плана здания на листе формата А3 примем масштаб 1:100.

Для настройки размерных стилей переходим во вкладку «Формат» строки меню и нажимаем кнопку «Размерные стили». В появившемся диалоговом окне «Диспетчер размерных стилей» выбираем стиль ISO-25 для редактирования.

Во вкладке «Символы и стрелки» выбираем вид стрелок «Наклон», как показано на рис. 3.1.

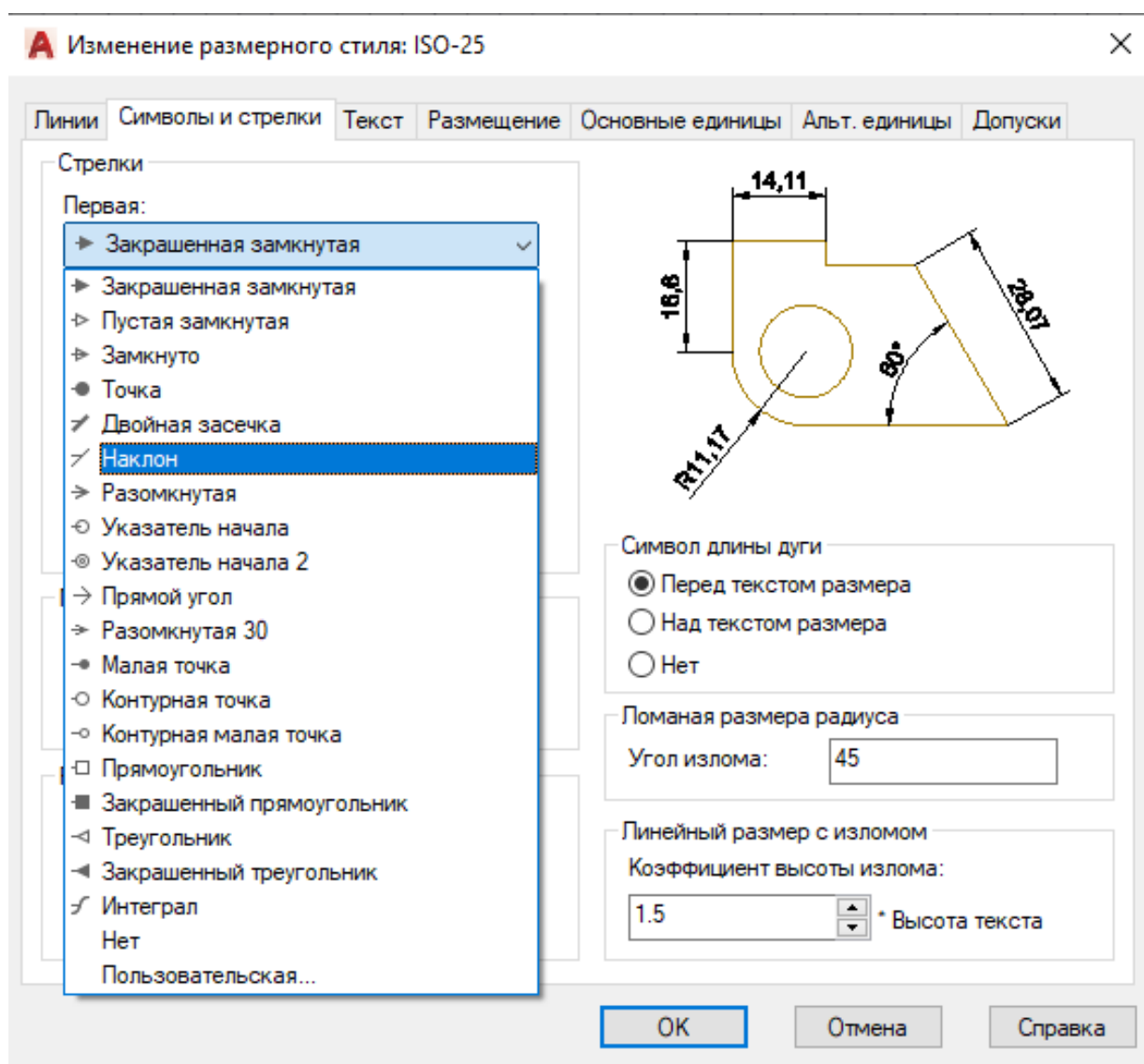
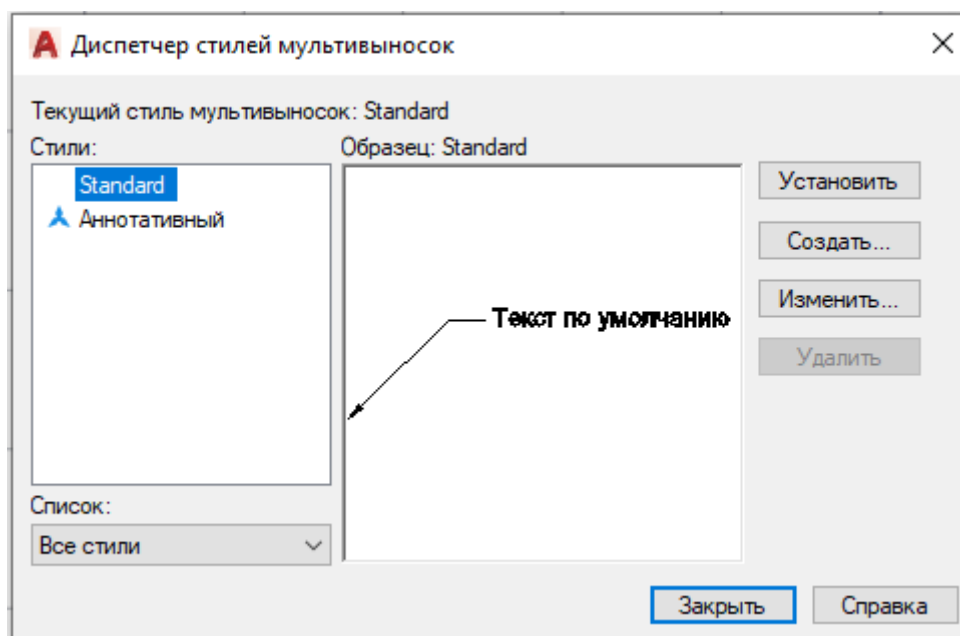


Рис. 3.1. Настройка стрелок

В этой же вкладке устанавливаем размер засечки 4 мм. Во вкладке «Линии» устанавливаем параметр «Удлинение за выносные» 2 мм. Во вкладке «Текст» выбираем текстовый стиль «ГОСТ». Задаем высоту текста 5 мм. Отступ от размерной линии 1 мм. Во вкладке «Основные единицы» устанавливаем масштаб 100. Задаем точность два знака после запятой.

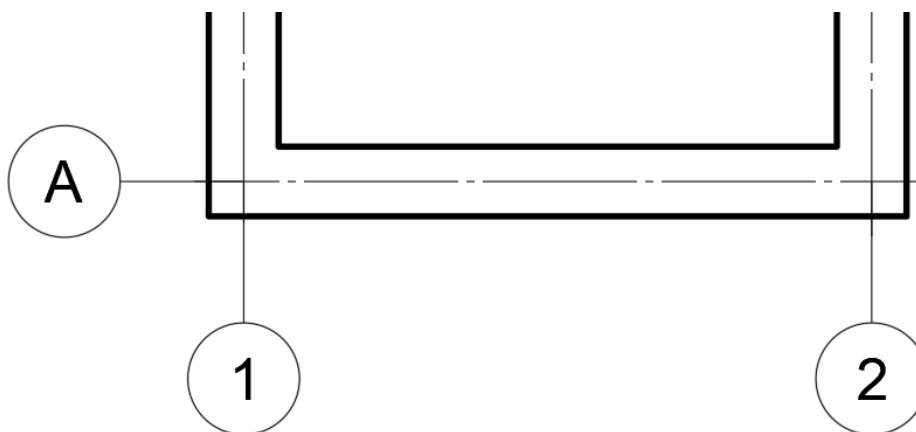
### **Настройка стиля мультивыноски.**

При обозначении координационных осей согласно ГОСТ Р 21.1101-2013 используются кружки диаметром 6-12 мм. Для этих целей в программе AutoCAD необходимо применять команду «Мультивыноска», которая доступна во вкладке «Главная», разделе «Аннотации» ленты AutoCAD. Для настройки стиля мультивыноски необходимо перейти в строку меню, вкладка «Формат» и нажать кнопку «Стиль мультивыноски», откроется диалоговое окно «Диспетчер стилей мультивыносок» (рис. 3.2).



**Рис. 3.2.** Диспетчер стилей мультивыносок


Нажимаем левой кнопкой мыши на стиль «Standard» и кнопку «Изменить». В диалоговом окне «Изменения стиля мультивыносок: Standard» во вкладке «Формат выноски» выбираем тип линии «Сплайн». При выборе символа стрелки в выпадающем списке выбираем «Нет». Во вкладке «Содержимое» тип мультивыноски задаем «Блок». В параметрах блока устанавливаем «Блок источник» круг. В параметре «Расположение» выбираем «Точка вставки». На рисунке 3.3. показан пример использования команды «Мультивыноска» для маркировки координационных осей.



**Рис. 3.3.** Маркировка координационных осей при помощи команды «Мультивыноска»

Рассмотрим принцип работы некоторых команд редактирования и основы работы с блоками при разработке чертежа плана здания.

#### **Команда редактирования «Сместить».**

 - команда «Сместить» предназначена создания концентрических окружностей, параллельных отрезков и кривых. Данная команда является незаменимым инструментом при вычерчивании плана здания так как значительно ускоряет разработку чертежа.

Доступ к команде «Сместить» можно получить несколькими способами:

- в строке меню, вкладка «Редактировать», кнопка «Подобие»;
- в ленте, вкладка «Главная» в разделе «Редактирование»;
- в панели инструментов «Редактирование»;
- ввести команду «Подобие» в командной строке.

*Рассмотрим пример использования команды при выполнении чертежа плана здания.*

При активации команды «Подобие» в командной строке AutoCAD появится запрос на указание расстояния смещения:

ПОДОБИЕ Укажите расстояние смещения или [Через / Удалить / Слой] <0.00>:

Вводим значение 5 мм, нажимаем Enter. В командной строке появится запрос:

ПОДОБИЕ Выберите объект для смещения или [Выход / Отменить] <Выход>:

Левой кнопкой мыши указываем на объект. В командной строке появится запрос:

ПОДОБИЕ Укажите точку, определяющую сторону смещения, или [Выход / Несколько / Отменить] <Выход>:

Левой кнопкой мыши указываем направление. Объект построен (рис. 3.4).

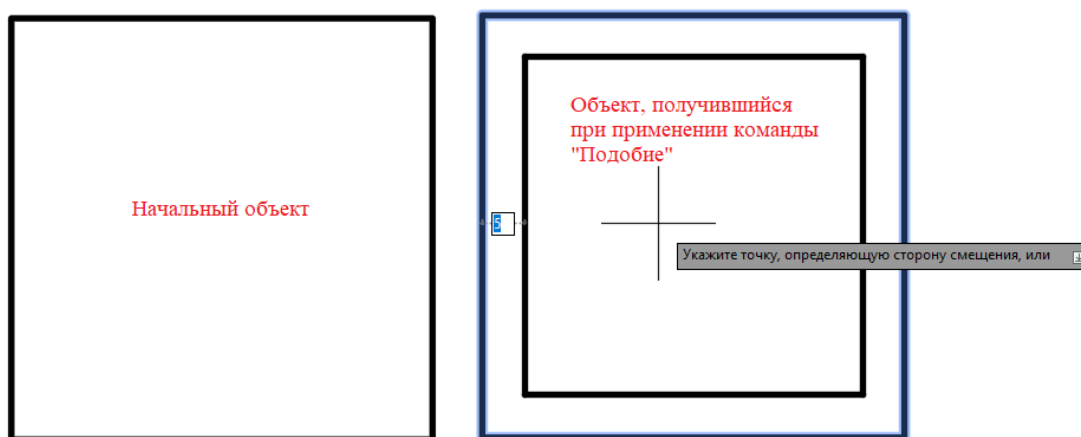



Рис. 3.4. Применение команды «Подобие»

### Команда редактирования «Разорвать».

 - команда «Разорвать» предназначена для разрыва выбранного объекта между двумя точками. Может применяться при добавлении на плане здания дверных или оконных проемов и в других случаях, где необходимо между двумя точками разрывать объект.

Доступ к команде «Разорвать» можно получить несколькими способами:

- в строке меню, вкладка «Редактировать», кнопка «Разорвать»;
- в ленте, вкладка «Главная» в разделе «Редактирование»;
- в панели инструментов «Редактирование»;
- ввести команду «Разорвать» в командной строке.

*Рассмотрим пример использования команды при выполнении чертежа плана здания.*

При активации команды «Разорвать» в командной строке AutoCAD появится запрос на указание расстояния смещения:

РАЗОРВАТЬ Выберите объект:

При выборе объекта левой кнопкой мыши в месте нажатия указывается первая точка разрыва и в командной строке появится запрос:

РАЗОРВАТЬ Вторая точка разрыва или [Первая точка]:

Левой кнопкой мыши указываем вторую точку на объекте (рис. 3.5).



Рис. 3.5. Принцип работы команды «Разорвать»

## Работа с блоками.

Создание блоков будет полезным при разработке планов здания и другой графической документации, где применяются на чертеже условные графические изображения. Блоки можно сохранять в виде отдельных файлов и впоследствии многократно использовать. Более того, можно создавать целые библиотеки блоков.

Доступ к команде «Блок» можно получить несколькими способами:

1. В строке меню во вкладке «Рисование» → «Блок» → «Создать»;
2. На вкладке Главная ленты инструментов (группа Блок) или на панели инструментов «Рисование» щелкнуть мышью по кнопке «Блок»;
3. Ввести в командную строку «Блок».

После этого на экране появится диалоговое окно «Определение блока» (рис. 3.6).

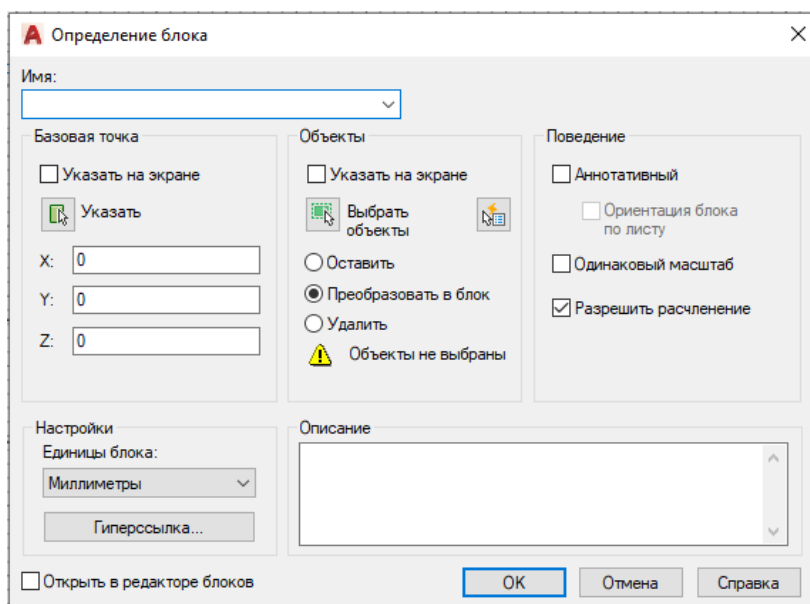


Рис. 3.6. Диалоговое окно «Определение блока»

## Динамический блок

Для создания динамического блока необходимо перейти в редактор блока. Для этого перейти во вкладку «Главная» ленты, группа «Блок» или щелкните два раза ЛКМ по блоку. Откроется диалоговое окно, в котором необходимо выбрать блок для изменения.

После этого, появится дополнительная вкладка «Редактор блоков» (рис. 3.7).

Чтобы добавить свойство динамики, например, для условного изображения оконного проема без четвертей на плане добавить операцию «Повернуть», с целью в режиме реального времени поворачивать объект. Для этого блоку нужно задать параметр «Поворот». Параметр указывается из палитры «Вариации блоков», которая по умолчанию открыта в редакторе блоков. Также во вкладке «Операции» необходимо выбрать опцию

«Повернуть». Тогда при добавлении блока в рабочую область экрана появится возможность поворачивать блок на заданный угол.

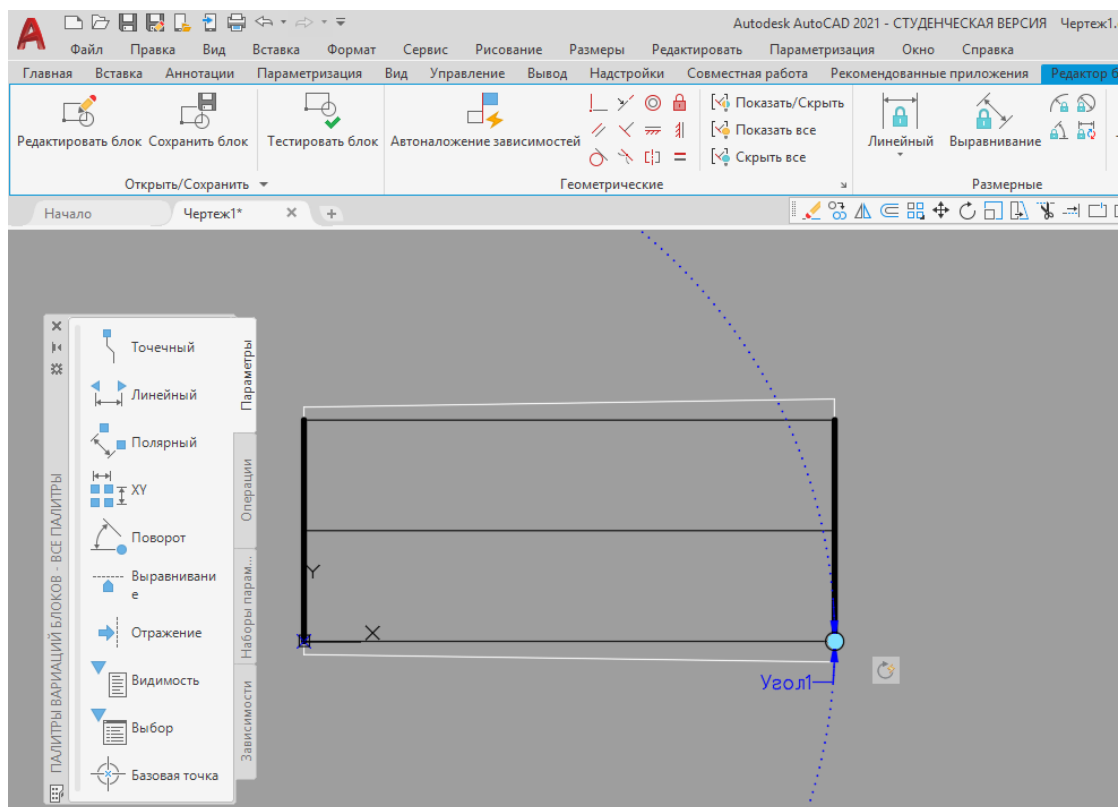


Рис. 3.7. Редактор блоков

## Практическая часть

### Задание.

1. Выполнить план здания по заданию, выданному преподавателем.
2. Произвести измерения с помощью электронного дальномера этажа здания или его части, начертить план здания.

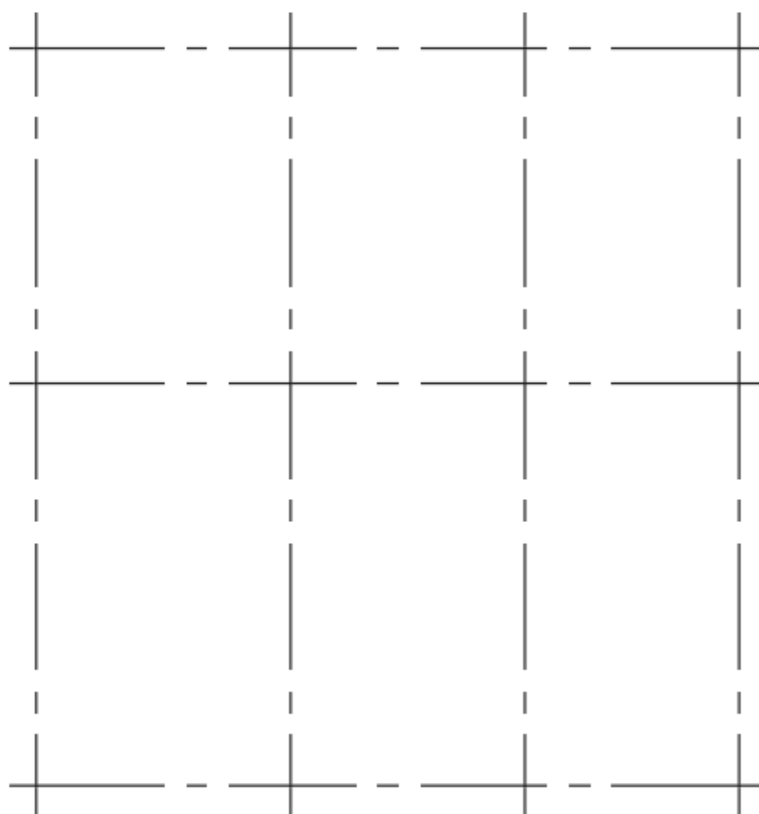
Обучающемуся выдается первое или второе задание по усмотрению преподавателя.

При выполнении плана задания необходимо сначала начертить эскиз, нанести размеры. При выполнении эскиза можно воспользоваться планом эвакуации, который расположен не стене. После проведения всех измерений, выполнить чертеж плана этажа здания в программе AutoCAD.

В программе AutoCAD: подготовить систему к работе; настроить размерные стили; настроить стили текста; стиль мультивыносок; настроить единицы измерения и лимиты чертежа; ознакомиться с новыми командами редактирования чертежа и принципами работы с блоками; выполнить чертеж.

### Порядок выполнения работы

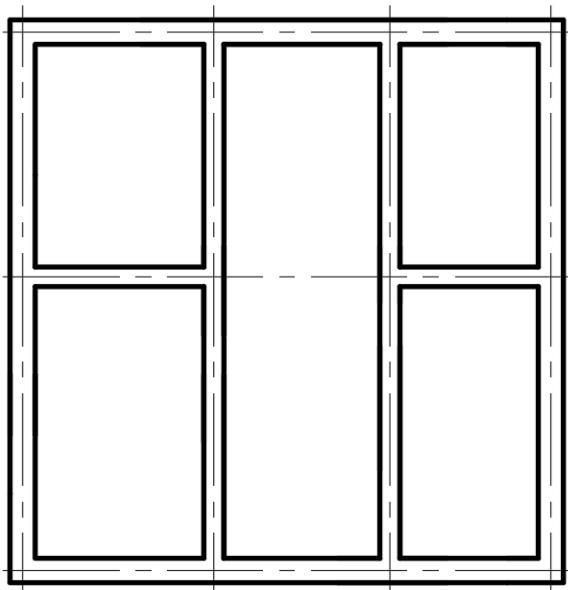
1. Оформить лист формата А3 рамкой и основной надписью.
2. Настроить AutoCAD в соответствии с СПДС.
3. Создать слои для основных линий, размерных и осевых, а также слой для вспомогательных линий.
4. В слое «Осевые линии» нанести сетку координационных осей, при этом принять что координационная ось проходит по центру стены (рис. 3.8).



**Рис. 3.8.** Нанесение координационных осей

5. В слое «Основной» вычертить наружные несущие стены (толщиной 510 мм), внутренние несущие стены (толщиной 380 мм) с привязкой их к координационным осям (рис. 3.9).



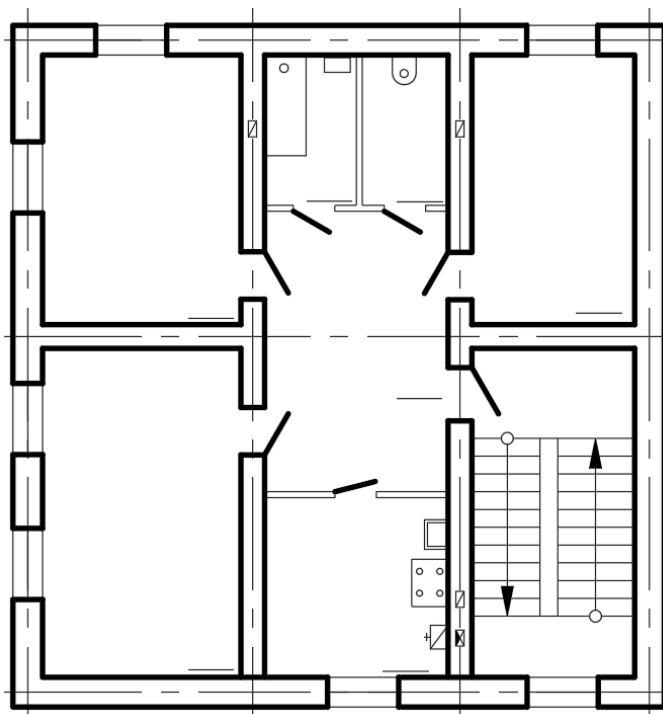


**Рис. 3.9.** Вычерчивание несущих стен

6. В слое «Тонкие линии» начертить перегородки толщиной 100 мм.

7. Создать блоки «Дверь» и «Окно», нанести на чертеж. При вычерчивании условных графических изображений оконных и дверных проемов воспользоваться таблицами 1, 2 и 8.

8. Вычертить условные графические изображения санитарно-технических устройств (таблица 6 и 7). В здании предусмотреть отдельные ваннные комнаты и туалеты. Кухни должны быть оборудованы газовыми плитами и раковинами. В необходимых местах следует предусмотреть вентиляционные каналы и каналы для вытяжки отходящих газов от газовых приборов (таблица 5) (рис. 3.10).



**Рис. 3.10.** План здания с нанесенными санитарно-техническими устройствами, дверными и оконными проемами

9. В слое «Размерные линии» проставить наружные и внутренние размеры, сгруппировав их в замкнутые цепочки. При простановке размеров учесть, что первая размерная линия снаружи контура здания показывает размеры проемов и простенков, вторая размерная линия показывает расстояние между координационными осями, третья размерная линия показывает расстояние между крайними координационными осями.

10. Проставить площадь помещений в правом нижнем углу. Площадь указывается в квадратных метрах с точностью два знака после запятой без указания единиц измерения.

11. Обозначить при помощи команды «Выноска» вертикальные координационные оси арабскими цифрами, а горизонтальные – прописными буквами в алфавитном порядке (рис. 3.11).

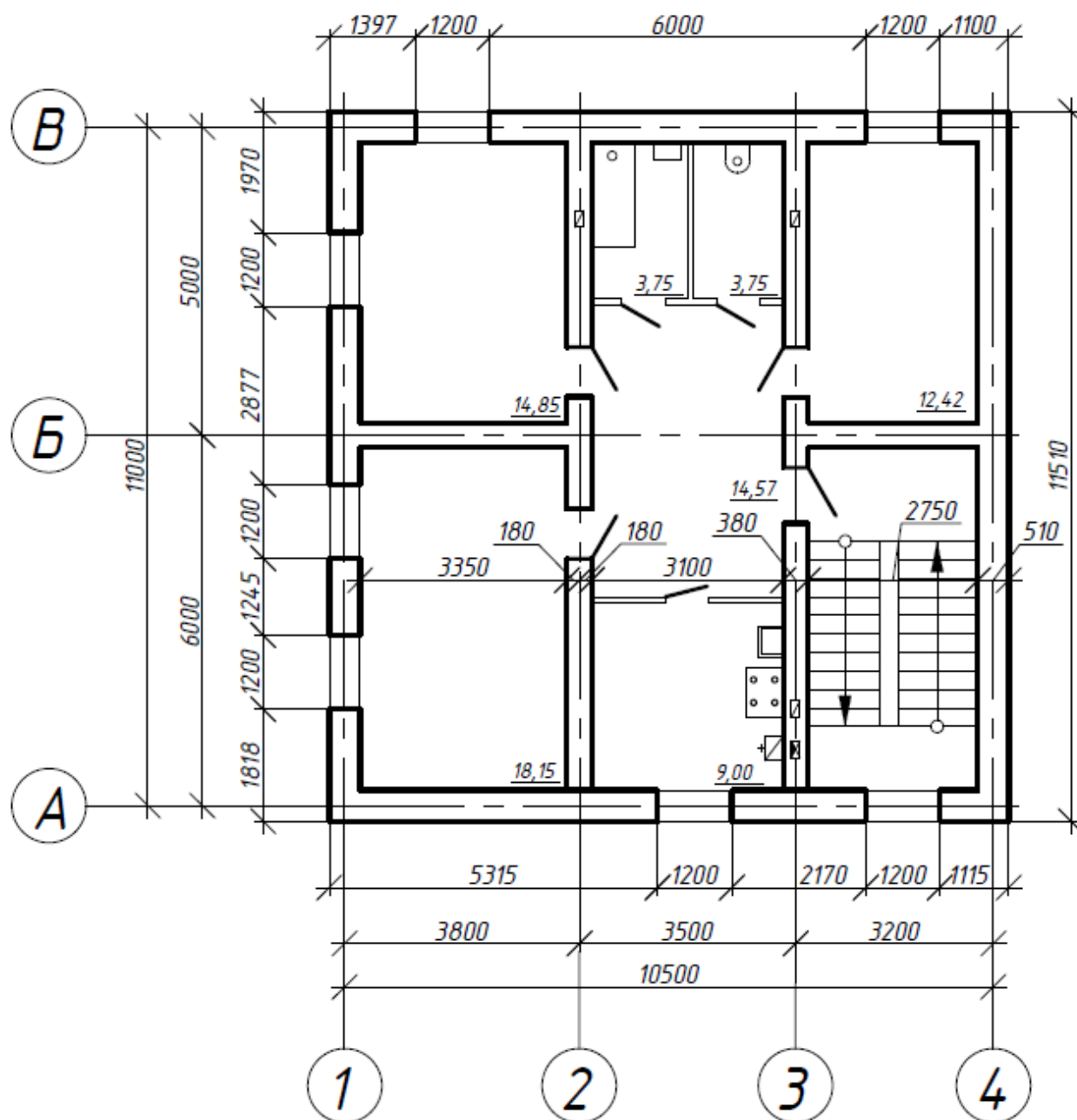


Рис. 3.11. План здания с размерами

12. Сохранить чертеж, экспортировать в формат PDF.
13. Завершить работу.

### **Контрольные вопросы**

1. Что такое СПДС?
2. Что такое план здания?
3. Как создать новый блок?
4. Как отредактировать блок?
5. Каким типом линии выполняется координационная ось?
6. Каким образом заменить стрелку на засечку при простановке размеров?
7. Можно ли изменить высоту текста при простановке размеров?
8. Как создать динамический блок?

## **ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 4. СОЗДАНИЕ ТРЕХМЕРНОЙ МОДЕЛИ ПРОСТОЙ ФОРМЫ**

### **Цель работы:**

Изучить методы и средства системы автоматизированного проектирования AutoCAD по созданию трехмерных моделей деталей пожарной техники и оборудования. Освоение методов и средств создания простых по форме трехмерных объектов в среде системы автоматизированного проектирования.

### **Материально-техническое обеспечение:**

Персональный компьютер, система автоматизированного проектирования AutoCAD, калькулятор, штангенциркуль, линейка, раздаточный материал.

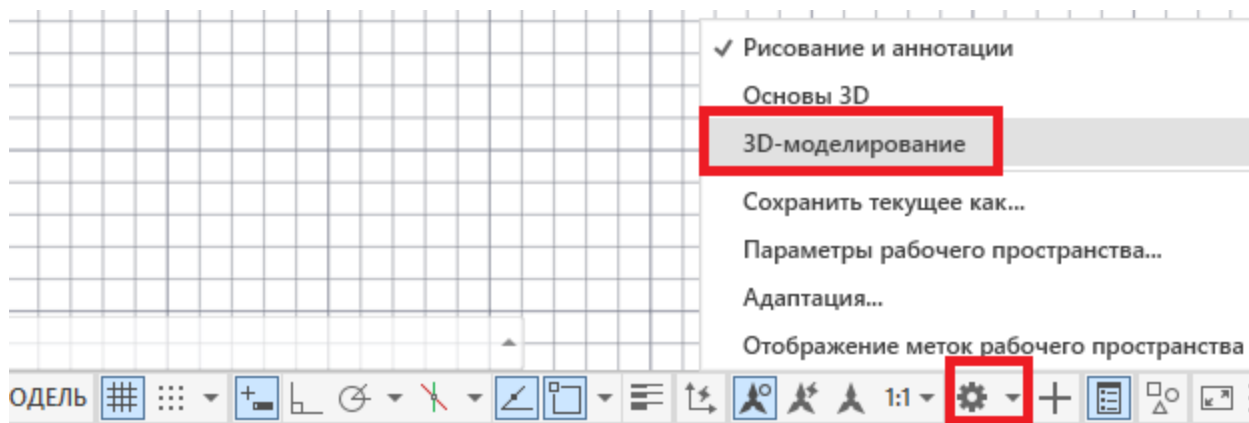
### **Теоретические основы работы**

Сегодня с развитием науки и техники широко распространено не только 2D моделирование, но и трехмерное моделирование, которое применяется в различных областях деятельности человека. 3D графика используется в игровой индустрии, образовательных технологиях, телевидении, рекламе, мультфильмах, фильмах, при моделировании архитектуры, интерьера, экстерьера, учебных тренажерах виртуальных лабораториях и других направлениях. 3D технологии позволяют создавать трехмерные модели различных деталей и механизмов, технику и архитектурно-строительные виртуальные макеты. Также позволяет создавать реалистичную анимацию и задавать движение объектам. К 3D технологиям относятся также технологии виртуальной и дополненной реальности, которые стремительно набирают обороты и широко используется в различных сферах деятельности человека.

Одно из направлений трёхмерного моделирования в пожарной охране, является создание 3D моделей потенциально опасных и социально-значимых объектов. Так же программы трехмерного моделирования способны оказать неоценимую помощь при визуализации различных сценариев аварийных и чрезвычайных ситуаций, а также обучающимся при оформлении презентационного материала и графической части выпускных квалификационных работ.

### **Пространство для трехмерного моделирования.**

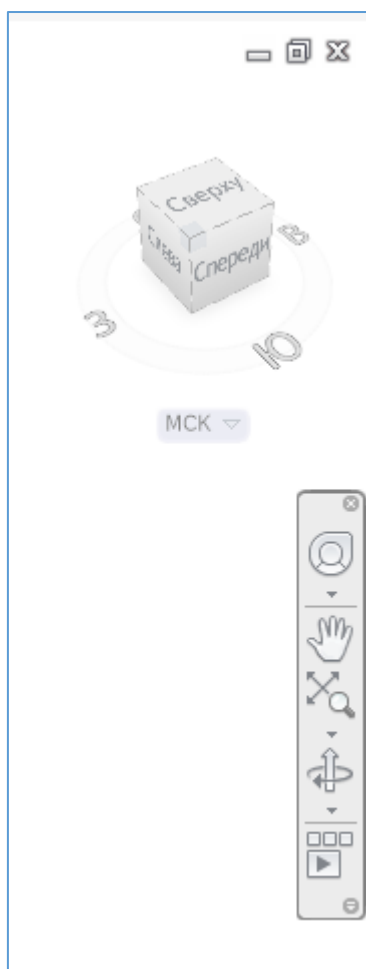
В программе AutoCAD для работы с трехмерными моделями необходимо переключить рабочее пространство на 3D-моделирование (рис. 4.1). Для этого в правом нижнем углу экрана в строке состояния нажимаем кнопку «Переключение рабочего пространства» и выбираем «3D-моделирование».



**Рис. 4.1.** Переключение рабочего пространства

При смене рабочего пространства изменятся вкладки и содержание команд ленты AutoCAD. Во вкладке «Главная» появится группа команд «Моделирование», «Сеть», «Редактирование тела» и др.

Для навигации в трехмерном пространстве AutoCAD в правой области экрана расположен ViewCube (Видовой куб) и панель навигации (рис. 4.2).




**Рис. 4.2.** Элементы интерфейса для навигации в пространстве AutoCAD

Видовой куб – это инструмент навигации, который отображается при работе в двумерном (2D) пространстве модели или при действующем трехмерном (3D) визуальном стиле. С помощью инструмента ViewCube (Видовой куб) можно переключаться между стандартными и изометрическими видами. В панели навигации расположены такие инструменты как: штурвалы, панорамирование, команды зуммирования, орбита и аниматор движения.

При создании трехмерных моделей простой формы необходимо изучить принцип работы таких команд как: ящик, цилиндр, конус, сфера, пирамида.

#### **Твердотельный примитив «Ящик».**

 - команда «Ящик» позволяет 3D твердотельный параллелепипед.

Доступ к команде «Ящик» можно получить несколькими способами:

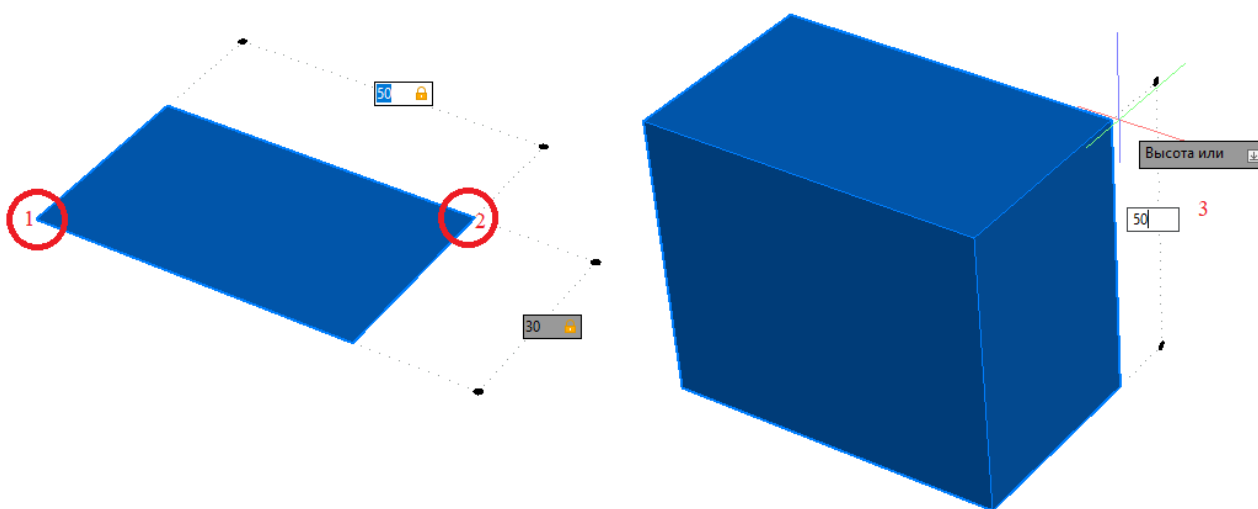
- в строке меню, вкладка «Рисование», «Моделирование» → кнопка «Ящик»;
- в ленте, вкладка «Главная» в разделе «Моделирование»;
- в панели инструментов «Моделирование»;
- ввести команду «Ящик» в командной строке.

При активации команды «Прямоугольник» в командной строке AutoCAD появится запрос:

Первый угол можно задать при помощи ЛКМ или ввести координаты точки в командной строке. Далее в командной строке AutoCAD появится запрос:


Основание всегда вычерчивается параллельно оси XY (рис. 4.3). Введя второй угол основания, программа запросит ввести высоту:

Задав высоту ящик будет построен.



**Рис. 4.3.** Построение ящика

### Твердотельный примитив «Сфера».

 - команда «Сфера» позволяет шар можно путем указания его центральной точки и точки на радиусе (рис. 4.4).

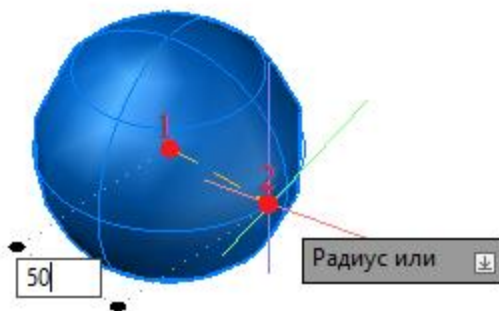


Рис. 4.4. Построение сферы

Доступ к команде «Сфера» можно получить несколькими способами:

- в строке меню, вкладка «Рисование», «Моделирование» → кнопка «Шар»;
- в ленте, вкладка «Главная» в разделе «Моделирование»;
- в панели инструментов «Моделирование»;
- ввести команду «Шар» в командной строке.

При активации команды «Шар» в командной строке AutoCAD появится запрос:

ШАР Центр или [3Т / 2Т / ККР]:


Параметр 3Т (три точки) определяет окружность сферы путем задания трех произвольных точек в 3D пространстве. Параметр 2Т (Две точки) определяет окружность сферы путем задания двух произвольных точек в 3D пространстве. Параметр ККР (Касательная, Касательная, Радиус) позволяет построить шар по заданному радиусу, касательному к двум объектам.

Указав центр шара, в программе появится запрос:

ШАР Радиус или [Диаметр]:

Для удобства построения можно выбрать параметр «Диаметр». Введя значения диаметра или радиуса шар будет построен.

### Твердотельный примитив «Цилиндр» .

 - команда «Цилиндр» позволяет создавать твердотельные цилиндры (рис. 4.5).

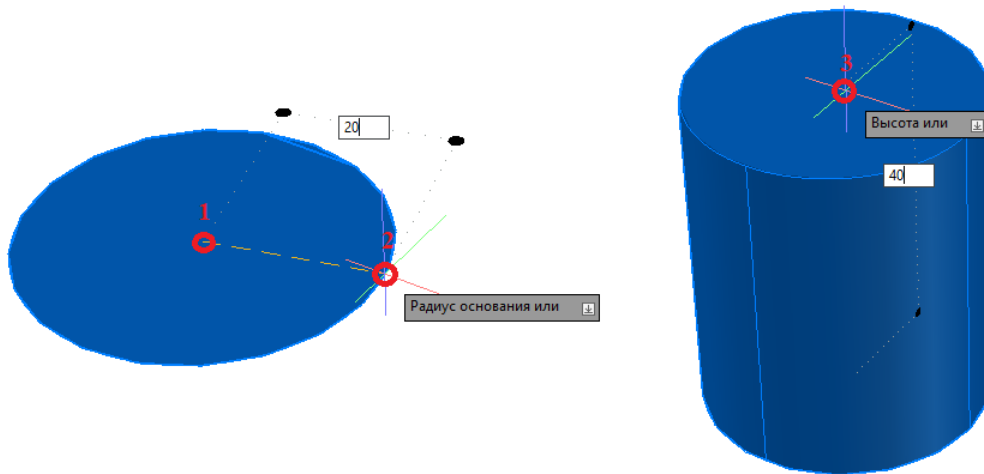


Рис. 4.5. Построение цилиндра

Доступ к команде «Цилиндр» можно получить несколькими способами:

- в строке меню, вкладка «Рисование», «Моделирование» → кнопка «Цилиндр»;
- в ленте, вкладка «Главная» в разделе «Моделирование»;
- в панели инструментов «Моделирование»;
- ввести команду «Цилиндр» в командной строке.

При активации команды «Цилиндр» в командной строке AutoCAD появится запрос:

ЦИЛИНДР Центр основания или [3Т / 2Т / ККР / Эллиптический]:

Параметр 3Т (три точки) определяет окружность основания цилиндра путем задания трех произвольных точек в 3D пространстве. Параметр 2Т (Две точки) определяет окружность основания цилиндра путем задания двух произвольных точек в 3D пространстве. Параметр ККР (Касательная, Касательная, Радиус) позволяет построить основание цилиндра по заданному радиусу, касательному к двум объектам. Параметр «Эллиптический» задает эллиптическое основание цилиндра.

Указав центр основания цилиндра, в командной строке появится запрос:

ЦИЛИНДР Радиус или [Диаметр]:


Указав радиус или диаметр, в программе появится запрос для указания высоты цилиндра:

ЦИЛИНДР Высота или [2Точки / Конечная точка оси]:

Задав высоту, цилиндр будет построен.



## Твердотельный примитив «Конус».

 - команда «Конус» позволяет создавать твердотельные конусы (рис. 4.6). Основанием конуса может быть окружность или эллипс.

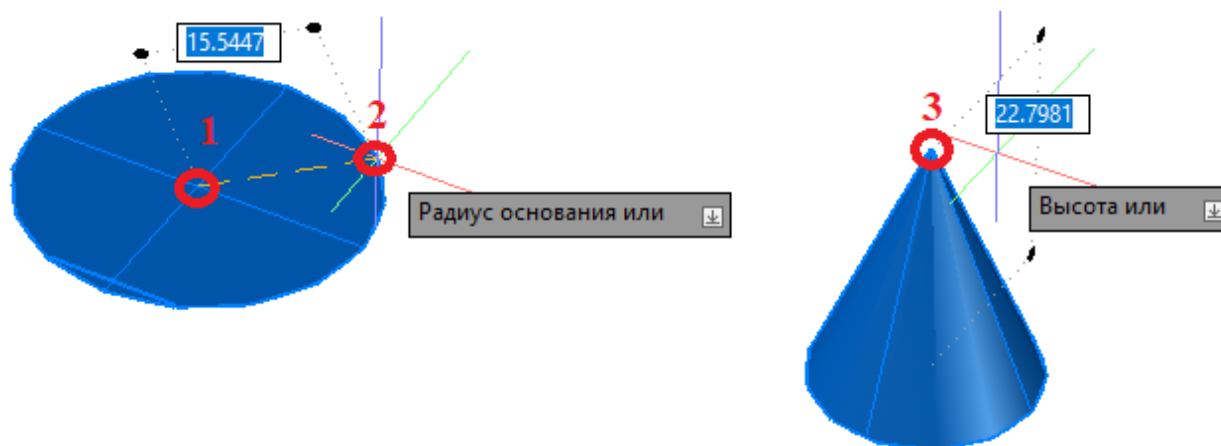


Рис. 4.6. Построение конуса

Доступ к команде «Конус» можно получить несколькими способами:

- в строке меню, вкладка «Рисование», «Моделирование» → кнопка «Конус»;
- в ленте, вкладка «Главная» в разделе «Моделирование»;
- в панели инструментов «Моделирование»;
- ввести команду «Конус» в командной строке.

При активации команды «Конус» в командной строке AutoCAD появится запрос:

КОНУС Центр основания или [3Т / 2Т / ККР / Эллиптический]:

Параметр 3Т (три точки) определяет окружность основания конуса путем задания трех произвольных точек в 3D пространстве. Параметр 2Т (Две точки) определяет окружность основания конуса путем задания двух произвольных точек в 3D пространстве. Параметр ККР (Касательная, Касательная, Радиус) позволяет построить конус по заданному радиусу, касательному к двум объектам. Параметр «Эллиптический» задает эллиптическое основание конуса.

Указав центр основания конуса, в командной строке появится запрос:


КОНУС Радиус основания или [Диаметр]:

Указав радиус или диаметр, в программе появится запрос для указания высоты конуса:

КОНУС Высота или [2Точки / Конечная точка оси / Радиус верхнего основания]:

Выбрав параметр «Радиус верхнего основания» можно построить усеченный конус. Задав высоту, конус будет построен.

## Твердотельный примитив «Пирамида».

 - команда «Пирамида» позволяет создавать твердотельные пирамиды (рис. 4.7). Основанием пирамиды может быть многоугольник с количеством сторон от 3 до 32.

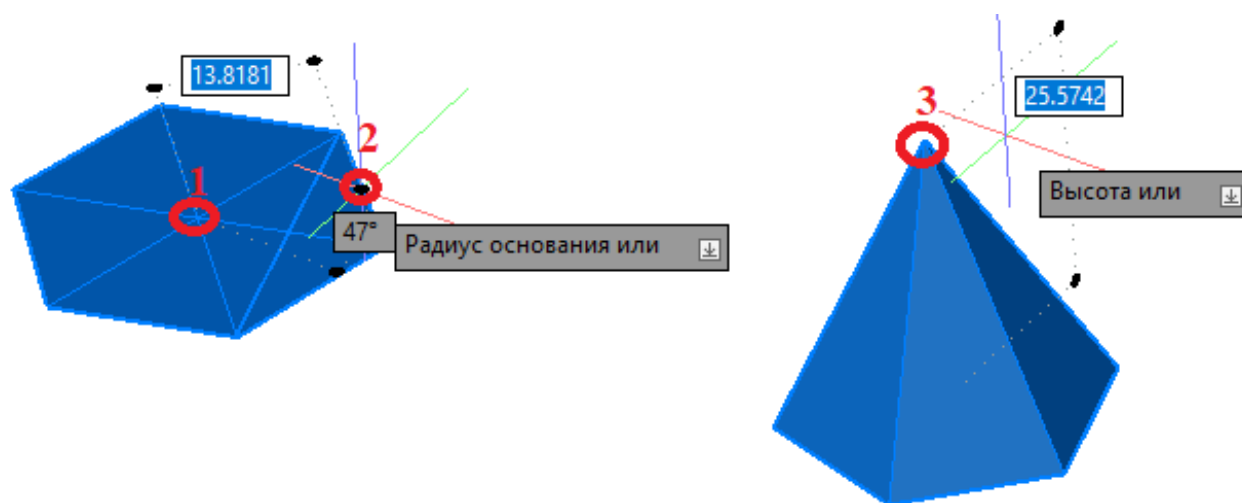


Рис. 4.7. Построение пирамиды

Доступ к команде «Пирамида» можно получить несколькими способами:

- в строке меню, вкладка «Рисование», «Моделирование» → кнопка «Пирамида»;
- в ленте, вкладка «Главная» в разделе «Моделирование»;
- в панели инструментов «Моделирование»;
- ввести команду «Пирамида» в командной строке.

При активации команды «Пирамида» в командной строке AutoCAD появится запрос:

ПИРАМИДА Центральная точка основания или [Кромка / Стороны]:

Параметр «Кромка» задает длину кромки основания пирамиды путем указания двух точек. Параметр «Стороны» задает количество сторон многоугольника.

Указав центр основания пирамиды, в командной строке появится запрос:

ПИРАМИДА Радиус основания или [Вписанный]:

Указав радиус, в программе появится запрос для указания высоты пирамиды:

ПИРАМИДА Высота или [2Точки / Конечная точка оси / Радиус верхнего основания]:

Выбрав параметр «Радиус верхнего основания» можно построить усеченную пирамиду. Задав высоту, пирамида будет построена.

## Практическая часть

### Задание.

Подготовить и настроить систему. Ознакомиться с приемами навигации в трехмерном пространстве и командами создания трехмерных твердотельных примитивов. Создать трехмерную модель простой формы по заданию преподавателя (например: пожарный рукав, огнетушитель, вал редуктора, рукавная пожарная соединительная головка и др.).

### Порядок выполнения работы

1. Включить панели инструментов для моделирования: Вид, Визуальные стили, Моделирование, Объектная привязка, ПСК или активизировать рабочее пространство «3D моделирование».
2. В свойствах слоя изменить цвет на синий или зеленый.
3. Задать лимиты чертежа формата А3 горизонтальной ориентации.
4. Развернуть рабочую область на весь экран: вкладка «Вид» → «Зуммирование» → «Показать все».
5. Выполнить построение трехмерной модели.
6. Получившуюся модель в виде растрового изображения сохранить в папку с файлами лабораторной работы №4. Файл → экспорт → bmp → выбрать объект.
7. Сохранить трехмерную модель в формате dwg.

### Контрольные вопросы

1. Каким образом переключить рабочее пространство?
2. Перечислите виды твердотельных примитивов?
3. Какие инструменты используются в панели навигации?
4. Как изменить цвет твердотельного примитива?
5. Необходимы ли объектные привязки при выполнении трехмерной модели?
6. Как построить усеченный конус?
7. Как построить усеченную пирамиду?

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 5. СОЗДАНИЕ ТРЕХМЕРНОЙ МОДЕЛИ СЛОЖНОЙ ФОРМЫ

### Цель работы:

Изучить методы и средства системы автоматизированного проектирования AutoCAD по созданию трехмерных моделей сложной формы.


### Материально-техническое обеспечение:

Персональный компьютер, система автоматизированного проектирования AutoCAD, калькулятор, штангенциркуль, линейка, раздаточный материал.

### Теоретические основы работы

При разработке трехмерных моделей сложной формы необходимо знать принцип работы команд таких команд как: выдавить, лофт, вращать, сдвиг.

#### Команда «Выдавить».

 - команда «Выдавить» предназначена для создания 3D-тела из объекта или 3D-поверхности из объекта с открытыми концами.

При работе с командой «Выдавить» сначала выбирается объект выдавливания, а затем высота (рис. 5.1).

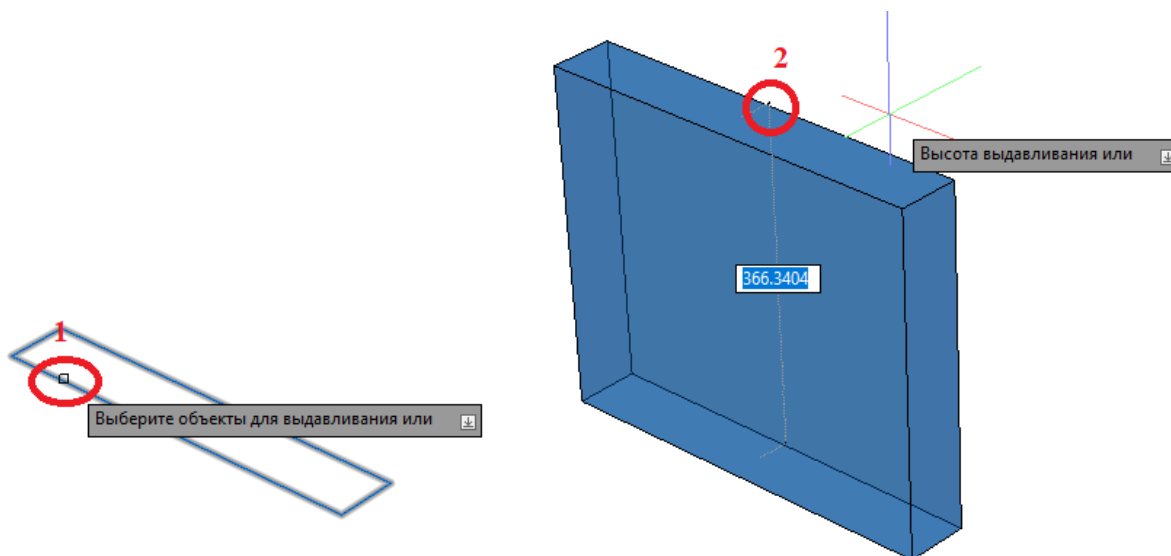


Рис. 5.1. Работа команды «Выдавить»

Доступ к команде «Выдавить» можно получить несколькими способами:

- в строке меню, вкладка «Рисование», «Моделирование» → кнопка «Выдавить»;
- в ленте, вкладка «Главная» в разделе «Моделирование»;
- в панели инструментов «Моделирование»;
- ввести команду «Выдавить» в командной строке.

При активации команды «Выдавить» в командной строке AutoCAD появится запрос:

ВЫДАВИТЬ Выберите объекты для выдавливания или [РЕЖИМ]:


Параметр «Режим» позволяет задать тип выдавливаемого объекта (тело или поверхность). Выбрав объекты левой кнопкой мыши, нажимаем Enter и в командной строке появится запрос:

ВЫДАВИТЬ Высота выдавливания или [Направление / Траектория / Угол конусности / Выражение]:

Параметр «Направление» задает длину и направление выдавливания при помощи двух указанных точек. Параметр «Траектория» позволяет выдавить контур объекта по выбранной траектории. Параметр «Угол» задает угол сужения контура объекта к вершине выдавливания. Параметр «Выражение» позволяет ввести формулу или уравнение для задания высоты выдавливания.

Указав высоту выдавливания, трехмерный объект будет построен.

### Команда «Лофт».

 - команда «Лофт» предназначена для создания 3D тела или поверхности в пространстве между несколькими поперечными сечениями (рис. 5.2). При работе с данной командой выбираются контуры поперечного сечения на основании которых будет строиться трехмерная модель.

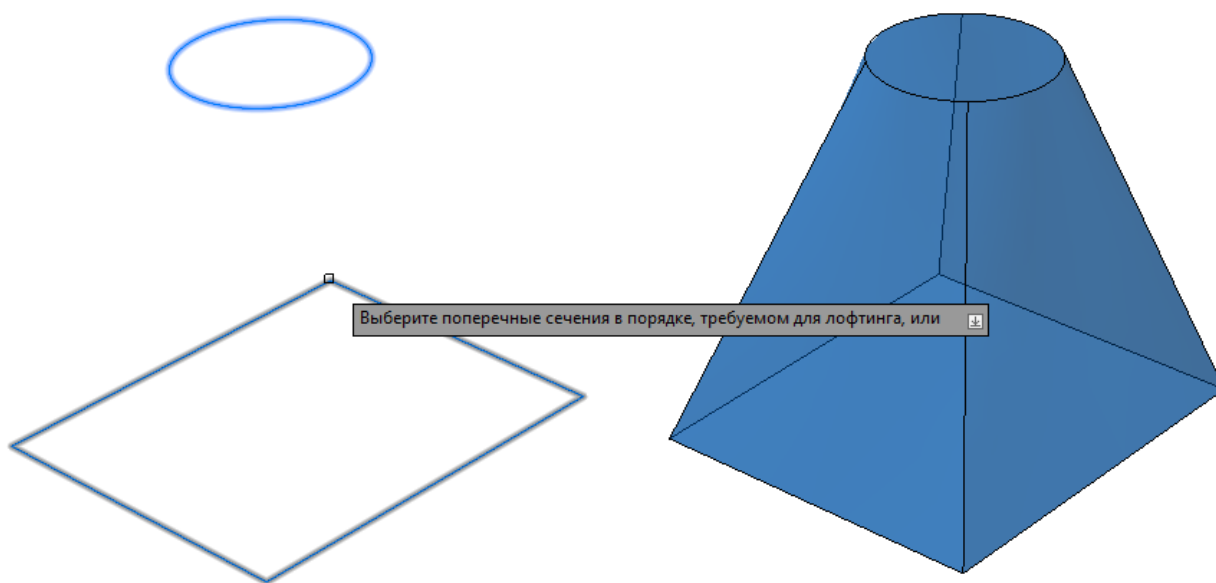


Рис. 5.2. Работа команды «Лофт»

Доступ к команде «Лофт» можно получить несколькими способами:

- в строке меню, вкладка «Рисование», «Моделирование» → кнопка «Лофт»;
- в ленте, вкладка «Главная» в разделе «Моделирование»;
- в панели инструментов «Моделирование»;
- ввести команду «Посечениям» в командной строке.

При активации команды «Лофт» в командной строке AutoCAD появится запрос:

ПОСЕЧЕНИЯМ Выберите поперечные сечения в порядке, требуемом для лофтинга, или [Точка / СОединить несколько кромок / реЖим]:


После выбора объектов нажать Enter, тогда в командной строке появится запрос:

ПОСЕЧЕНИЯМ Задайте параметр [Направляющие / Траектория / только поперечные Сечения / ПАраметры]:

Параметр «Направляющие» задает направляющие кривые, которые управляют формой лофт-тела или лофт-поверхности. Параметр «Траектория» задает одиночную траекторию для лофт-тела или лофт-поверхности. Параметр «Только поперечные сечения» позволяет задать разомкнутые или замкнутые кривые в том порядке, в котором через них будет проходить поверхность или тело. Параметр «Параметры» открывает диалоговое окно «Настройки лофта».

Выбрав параметр «Только поперечные сечения» трехмерный объект будет построен, как показано на рисунке 5.2.

#### Команда «Вращать».

 - команда «Вращать» предназначена для создания 3D-тела или поверхности путем вращения объекта вокруг оси. Может применяться при создании деталей цилиндрической формы.

При работе с командой «Вращать» сначала выбирается контур объекта, затем указывается ось и угол вращения (рис. 5.3).

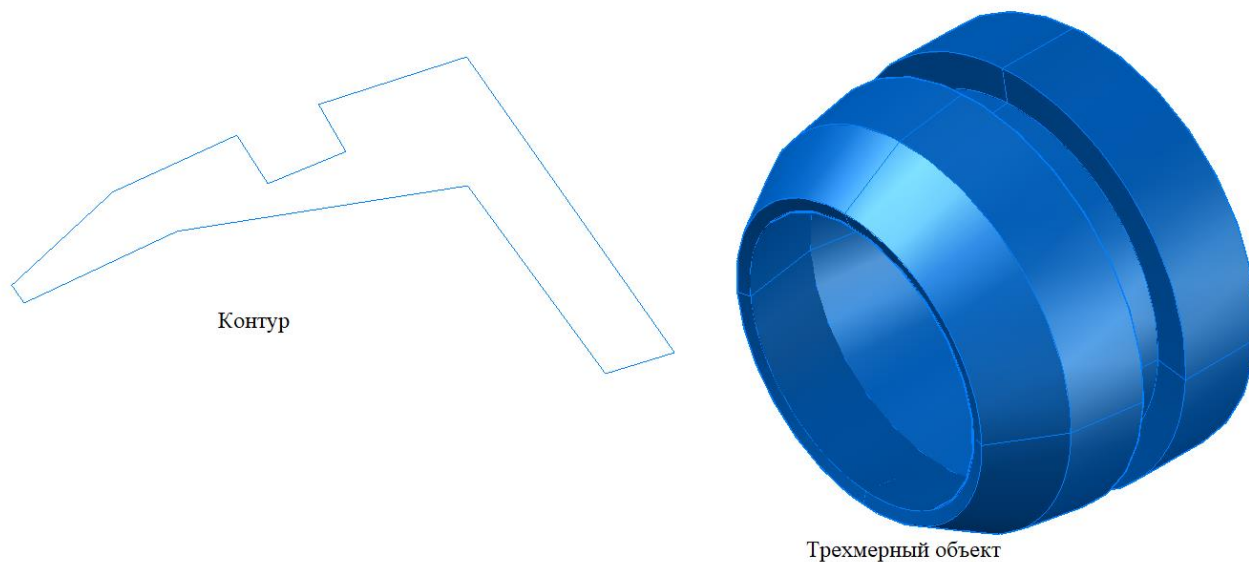


Рис. 5.3. Работа команды «Вращать»

Доступ к команде «Вращать» можно получить несколькими способами:

- в строке меню, вкладка «Рисование», «Моделирование» → кнопка «Вращать»;
- в ленте, вкладка «Главная» в разделе «Моделирование»;

- в панели инструментов «Моделирование»;
- ввести команду «Вращать» в командной строке.

При активации команды «Вращать» в командной строке AutoCAD появится запрос:

ВРАЩАТЬ Выберите объекты для вращения или [РЕжим]:

Параметр «Режим» позволяет задать тип выдавливаемого объекта (тело или поверхность). Выбрав объекты левой кнопкой мыши, нажимаем Enter и в командной строке появится запрос:


ВРАЩАТЬ Начальная точка оси вращения или [оБъект / X / Y / Z]:

Параметр «Объект» позволяет выбрать объект в качестве оси вращения. Параметр X, Y или Z устанавливает в качестве положительной оси вращения указанную ось. Указав ось вращения в командной строке, появится запрос:

ВРАЩАТЬ Угол вращения или [Начальный угол / оБратить / ВЫражение]:

Задав угол вращения, трехмерная модель будет построена.

#### Команда «Сдвиг».

 - команда «Сдвиг» предназначена для создания 3D-тела или 3D-поверхности путем сдвига 2D-объекта вдоль заданной траектории.

При работе с командой «Сдвиг» сначала выбирается объект, затем траектория сдвига (рис. 5.4). Может применяться для создания трехмерных моделей трубопроводов, пожарных рукавов, пружин и многих других объектов.

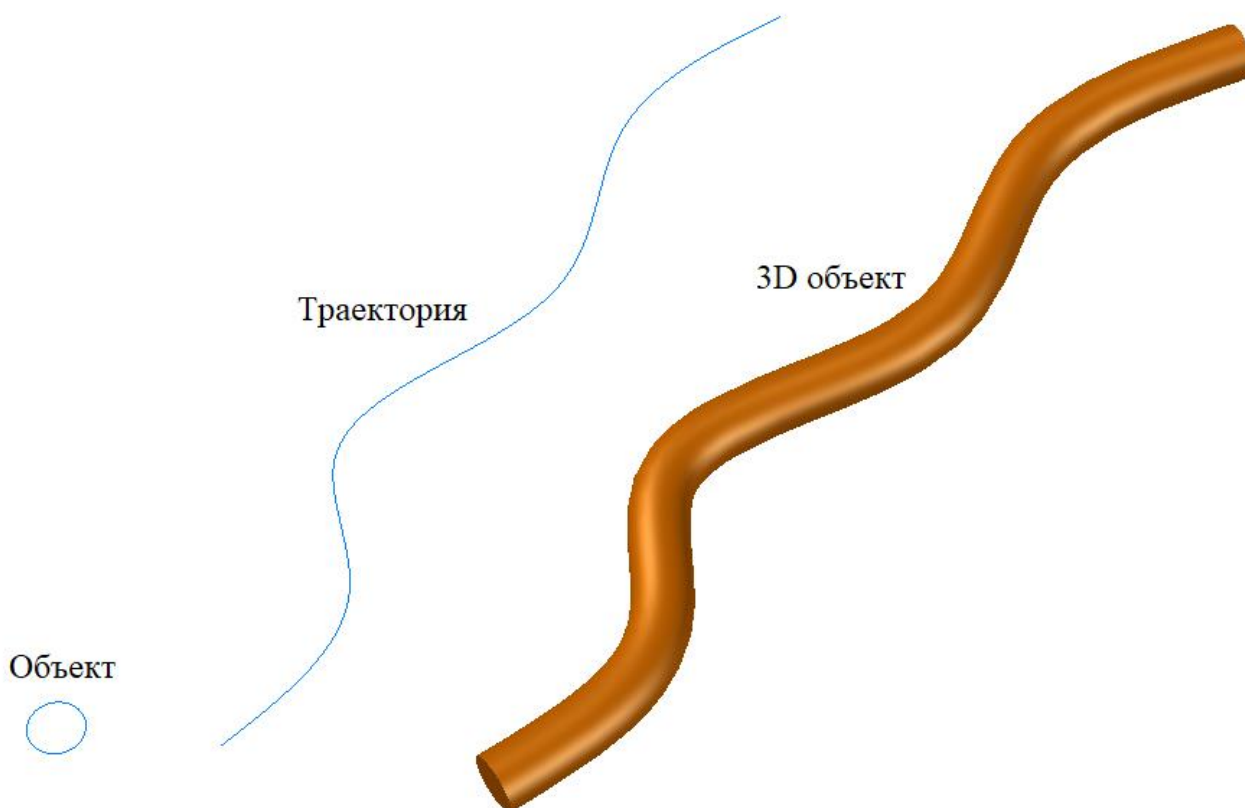


Рис. 5.4. Работа команды «Сдвиг»

Доступ к команде «Сдвиг» можно получить несколькими способами:

- в строке меню, вкладка «Рисование», «Моделирование» → кнопка «Сдвиг»;

- в ленте, вкладка «Главная» в разделе «Моделирование»;

- в панели инструментов «Моделирование»;

- ввести команду «Сдвиг» в командной строке.

При активации команды «Сдвиг» в командной строке AutoCAD появится запрос:

СДВИГ Выберите объекты для сдвига или [РЕЖИМ]:

Параметр «Режим» позволяет задать тип выдавливаемого объекта (тело или поверхность). Выбрав объекты левой кнопкой мыши, нажимаем Enter и в командной строке появится запрос:

СДВИГ Выберите траекторию для сдвига или [ВЫравнивание / Базовая точка / Масштаб / Закручивание]:

Параметр «Выравнивание» выравнивает профиль по нормали к касательной к траектории сдвига. Параметр «Масштаб» задает масштабный коэффициент сдвига. Параметр «Закручивание» задает угол закручивания для объектов, подлежащих сдвигу

Указав траекторию сдвига, трехмерный объект будет построен.

## Практическая часть

### Задание.

Подготовить и настроить систему. Ознакомиться с командами моделирования. Создать трехмерную модель по заданию преподавателя, пример задания показан на рис. 5.5.

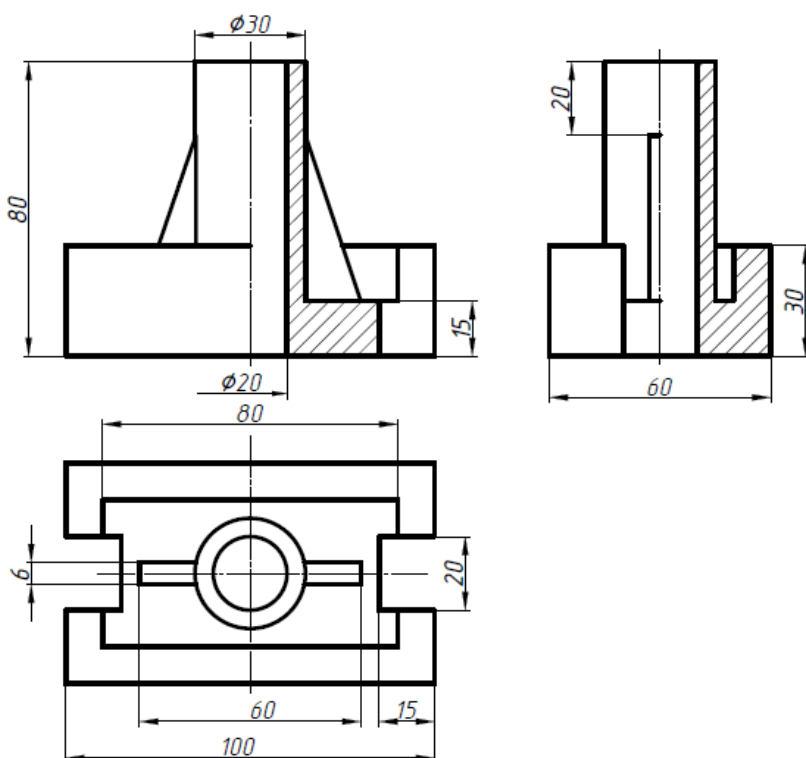


Рис. 5.5. Пример задания для выполнения лабораторной работы №5



## Порядок выполнения работы

1. Включить панели инструментов для моделирования: Вид, Визуальные стили, Моделирование, Объектная привязка, ПСК или активизировать рабочее пространство «3D моделирование».

2. Настроить следующие режимы: шаг привязки по x, y - 1; шаг сетки по x, y - 5; объектная привязка - Конточка, Центр. Включить следующие режимы: Шаг, Орто, Привязка.

3. Создать и установить текущим слой: Модель, цвет – зеленый или синий.

4. Задать лимиты чертежа, которые на 10-50 мм больше габаритов детали, для этого зайти во вкладку «Формат», нажать кнопку «Лимиты чертежа»:

Левый нижний угол (0,0), Enter;

правый верхний угол: (120,100) Enter.

Разворачиваем рабочую область на весь экран:

Вид→Зуммирование→Показать все.

5. Создать два видовых экрана: Вид→ Видовые экраны→ Новые ВЭ.

В диалоговом окне задать: конфигурация - Два вертикально; режим - 3D; на левом экране – вид сверху, визуальный стиль - 2D каркас; на правом – ЮЗ изометрия, визуальный стиль Реалистичный.

6. Выполнить построение модели согласно алгоритму таблицы 1.

Таблица 9 Построение твердотельной модели

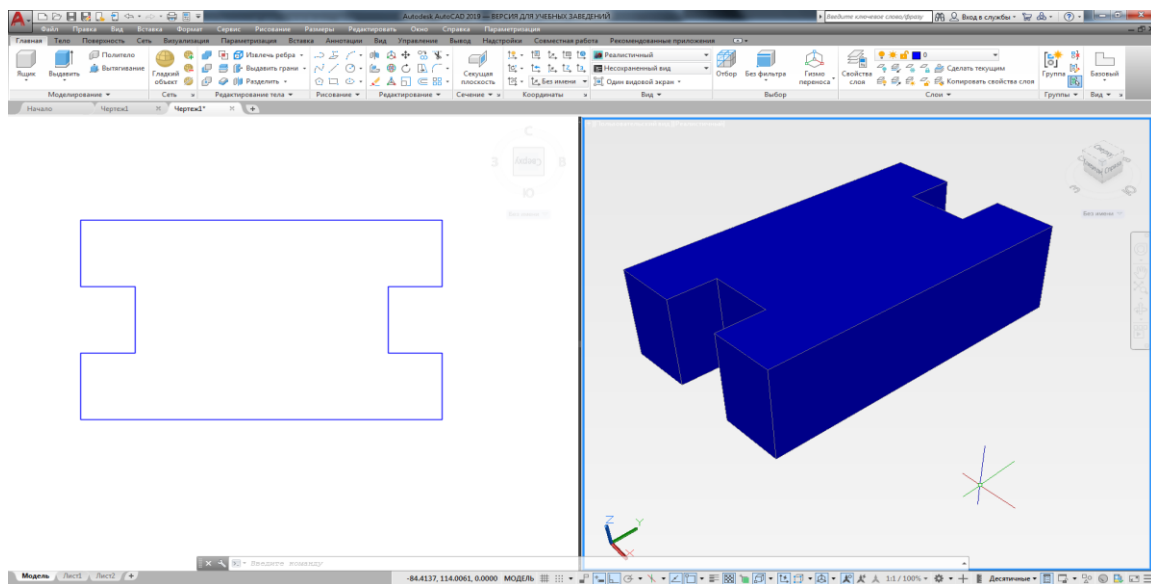
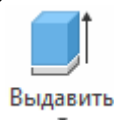
### Шаг 1. Моделируем основание детали.

- На виде сверху полилинией строим замкнутый контур основания.
- Выдавить контур на высоту 30 мм:

Моделирование → Выдавить


Указать на: контур Enter

Высота выдавливания: 30 Enter




## Шаг 2. Моделируем среднюю часть детали.

- ПСК привязываем к вертикальной площадке

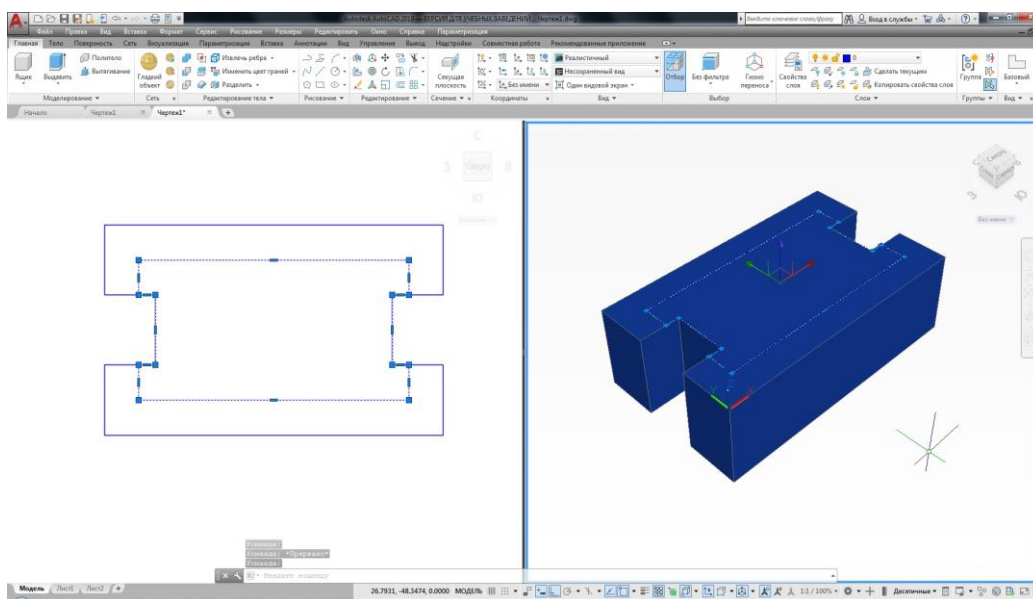
ПСК → 3 точки 

- На виде сверху полилинией строим замкнутый контур
- Вытянуть контур вниз на 15 мм:

Моделирование → Вытягивание 


Указать на: контур Enter

Глубина выдавливания: 15 Enter




## Шаг 3. Моделируем цилиндрическую часть детали.

- ПСК привязываем к новой площадке

ПСК → 3 точки 

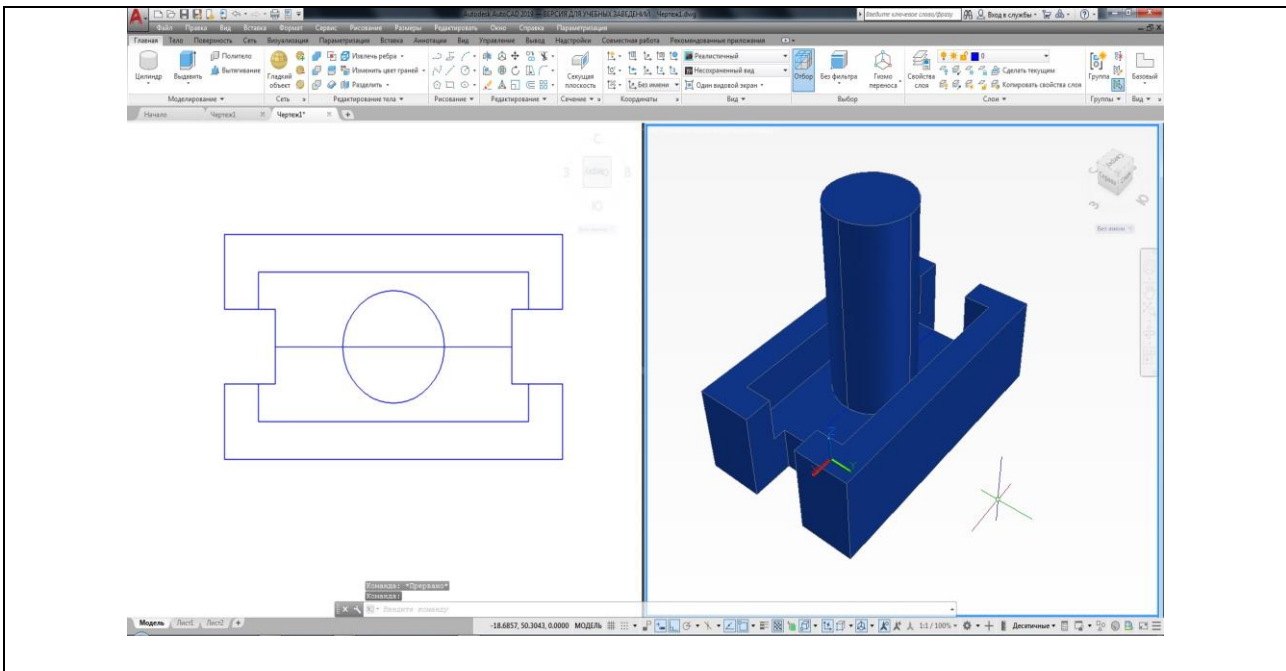
- Строим вспомогательную осевую линию
- С помощью команды «Цилиндр» строим цилиндрическую часть детали

Моделирование → Цилиндр 

Центр основания: привязка к середине вспомогательной линии Enter


Радиус основания: 15 Enter

Высота: 65 Enter




**Шаг 4. Моделируем отверстие в цилиндрической части детали.**

- ПСК привязываем к верхней части цилиндра.

ПСК → 3 точки 

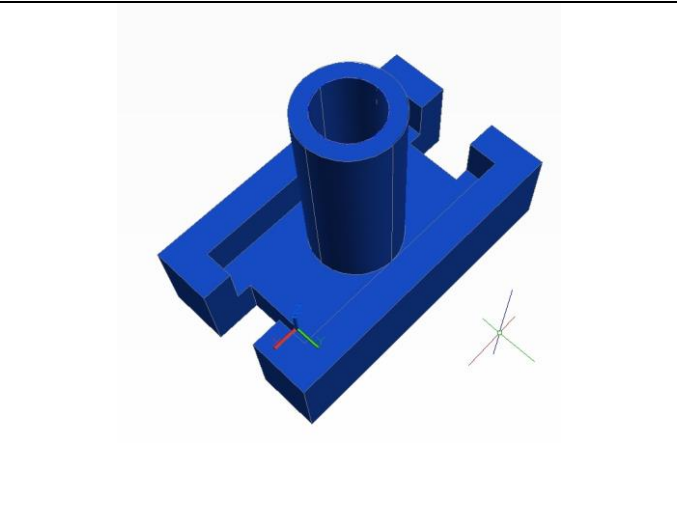
- На виде сверху строим окружность диаметром 20 мм.

- Вытянуть контур вниз на 80 мм:

Моделирование → Вытягивание 


Указать на: контур Enter

Глубина выдавливания: 80 Enter



**Шаг 5. Моделируем ребра жесткости.**

- ПСК привязываем к внутренней площадке детали.

ПСК → 3 точки 

- На виде сверху строим необходимые вспомогательные линии.

- С помощью команды «Клин» строим ребро жесткости

Моделирование → Клин

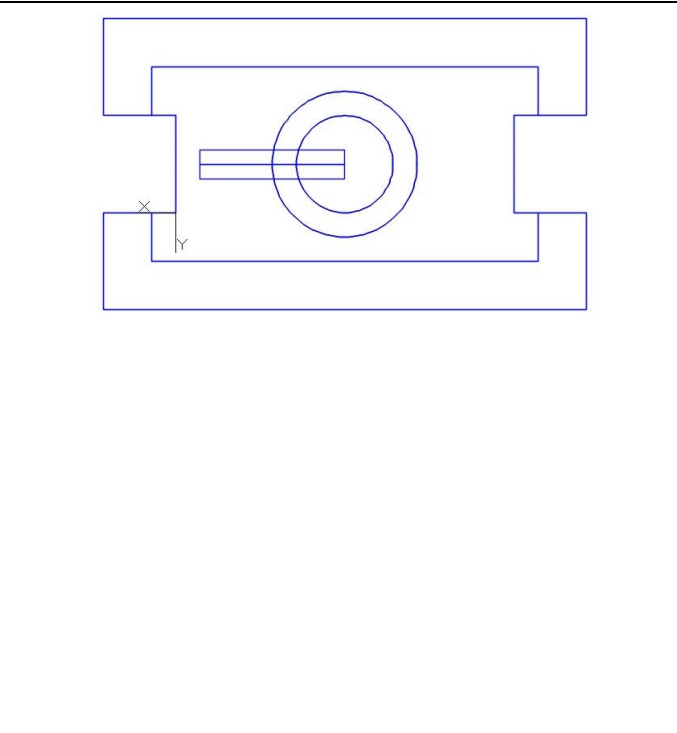
Первый угол: привязка курсора к вспомогательным точкам Enter

Второй угол: Enter

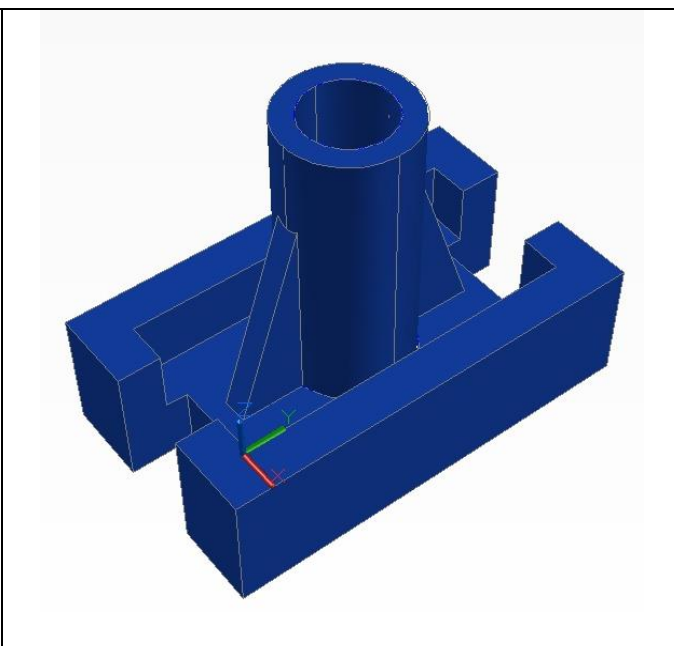
Высота: 45 Enter

- Зеркальное отражение ребра жесткости.

Редактирование → Отразить зеркально




*Выберите объекты:* курсором мыши указать на построенный клин Enter  
*Первая точка оси отражения:* Enter  
*Вторая точка оси отражения:* Enter



### Шаг 6. Моделируем вырез.

- Создаем модель для вычитания  
Моделирование → Ящик  
*Первый угол:* привязка курсора к центру окружности Enter  
*Второй угол:* 50 Enter 50 Enter  
*Высота:* 100 Enter

- Из основного объема вычитаем параллелепипед

Моделирование → Вычитание 

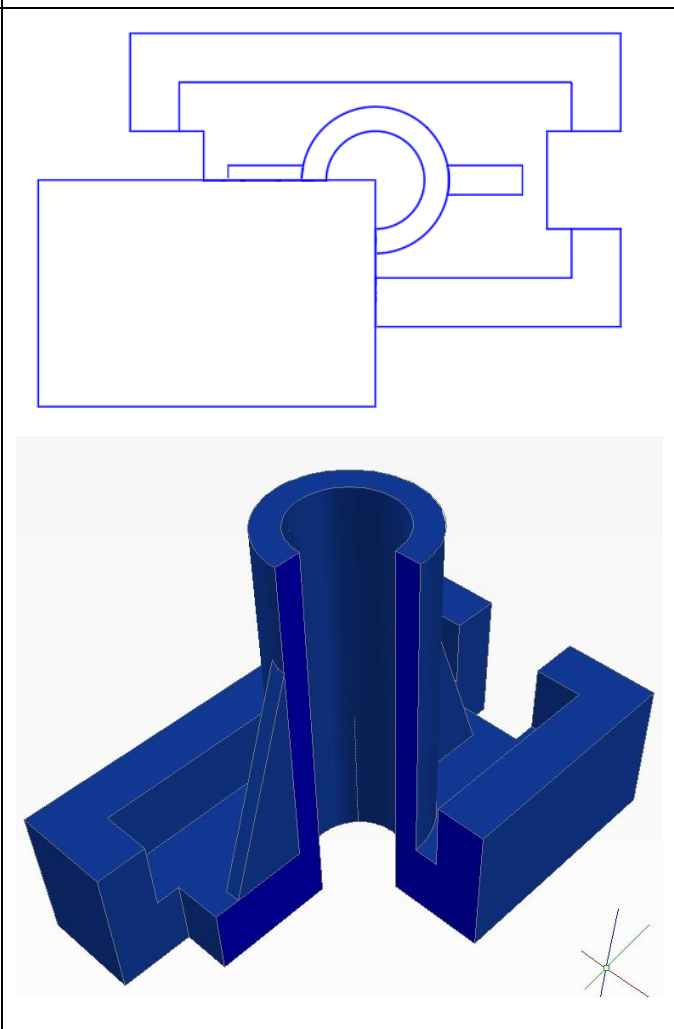
*Указать на:* тело из которого вычитают

*Нажать* Enter

*Указать на:* параллелепипед Enter

- Получившуюся модель в виде растрового изображения сохраняем в папку с лабораторной работой №5.  
Файл → экспорт → bmp → выбрать объект Enter.

Сохраняем 3D модель в формате dwg.



### **Контрольные вопросы**

1. Перечислите команды панели инструментов «Моделирование»?
2. При создании трехмерных объектов нужно ли создавать 2D объекты?
3. С помощью какой команды можно создать 3D модель пожарного рукава?
4. При помощи какой команды можно создать окно в стене?
5. При помощи какой команды создать 3D модель стены?
6. Как изменить цвет объектов во слое?
7. Какие объектные привязки использовались при выполнении трехмерной модели?

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Хейфец, А.Л. Инженерная 3D-компьютерная графика: учебное пособие для бакалавров/ А.Л. Хейфец, А.Н. Логиновский, И.В. Буторина, В.Н. Васильева. – М.: Изд-во Юрайт, 2013. – 464 с.
2. Дегтярёв, В.М. Инженерная и компьютерная графика: учебник для учрежд. высш. проф. обр./ В.М.Дегтярёв, В.П. Затыльников. – М.: Академия, 2011. – 240 с.
3. Ульев, Д.А. Компьютерная графика (лабораторный практикум): учебное пособие / Д.А. Ульев, С.А. Никитина. – ИВИ ГПС МЧС России, 2012. – 140 с. (гриф МЧС).
4. Чеботарева, И.В. AutoCAD 2010 на практике. – Ростов-на-Дону: Феникс. – 2010. – 160 с.
5. Жарков Н.В. AutoCad 2013. Книга + DVD с библиотеками, шрифтами по ГОСТ, модулем СПДС от Autodesk, форматками, дополнениями и видеоуроками AutoCAD 2013 / Н.В. Жарков, М.В. Финков, Р.Г. Прокди. - СПб.: Наука и техника, 2013. - 620 с. - (Полное руководство).
6. Никитина, С.А. Оформление и представление текстовых и графических документов по техническим дисциплинам: учебное пособие для курсантов, студентов и слушателей всех специальностей и форм обучения высших образовательных учреждений МЧС России / С.А. Никитина, В.П. Зарубин, П.В. Пучков, А.Н. Макурин, С.А. Гарелина, О.В. Токарева – Иваново: ООНИ ЭКО ФГБОУ ВПО ИВИ ГПС МЧС России, 2014. – 108 с. (гриф МЧС).
7. Легкова, И.А. Инженерная графика: учебное пособие для самостоятельной работы обучающихся / И.А. Легкова, В.П. Зарубин, В.Е. Иванов, С.А. Никитина – Иваново: ООНИ ЭКО ИПСА ГПС МЧС России, 2016. – 103 с.
8. Легкова, И.А. Инженерная графика: линии и шрифты: учебно-методическое пособие / И.А. Легкова, С.А. Никитина, В.П. Зарубин, П.В. Пучков – Иваново: ООНИ ИВИ ГПС МЧС России, 2014. – 41с.
9. Никитина, С.А. Машиностроительное черчение: нанесение размеров: методические указания по дисциплине «Инженерная графика» / С.А. Никитина, А.А. Мельников, И.А. Легкова, В.В. Смирнов – Иваново: ООНИ ИВИ ГПС МЧС России, 2013. – 47 с.

*Учебное издание*

**ИВАНОВ Виталий Евгеньевич  
ЛЕГКОВА Ирина Анатольевна  
ЗРУБИН Василий Павлович**

## **КОМПЬЮТЕРНАЯ ГРАФИКА**

### **Практикум**

*Текстовое электронное издание*

Подготовлено к изданию 13.10.2020 г.  
Формат 60×84 1/16. Усл. печ. л. 5,4. Уч.-изд. л. 5,1. Заказ № 97

Отделение организации научных исследований  
научно-технического отдела  
Ивановской пожарно-спасательной академии ГПС МЧС России  
153040, г. Иваново, пр. Строителей, 33