

**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»**



# **Методические рекомендации для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине «Компьютерная графика»**

Специальность  
20.05.01 Пожарная безопасность

Профиль  
«Пожарная безопасность государства»

**Иваново 2024**

**Иванов В.Е.**

Методические рекомендации для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине «Компьютерная графика» (далее – методические рекомендации) по специальности 20.05.01 Пожарная безопасность, профиль «Пожарная безопасность государства» – Иваново: ИПСА ГПС МЧС России, 2024.– 62 с.

Методические рекомендации содержат краткое изложение дисциплины «Компьютерная графика» в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – специалитет по специальности 20.05.01 Пожарная безопасность и основной профессиональной образовательной программы высшего образования по специальности 20.05.01 Пожарная безопасность, советы по планированию и организации времени, необходимого на изучение дисциплины, пожелания по изучению отдельных тем курса, рекомендации по использованию материалов учебно-методического комплекса, рекомендации по работе с литературой; советы по подготовке к промежуточной аттестации.

Методические рекомендации рассмотрены на заседании кафедры механики, ремонта и деталей машин (в составе УНК «Пожаротушение»).

Протокол № \_\_\_\_ от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2024 г.

Методические рекомендации обсуждены и одобрены на заседании методико-педагогического совета Ивановской пожарно-спасательной академии ГПС МЧС России.

Протокол № \_\_\_\_ от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2024 г.

## СОДЕРЖАНИЕ

№ п/п	Наименование раздела	Стр.
1.	Введение	4
2.	Методические рекомендации по изучению тем дисциплины	5
2.1	Тема 1. Основы компьютерной графики	5
2.2	Тема 2. Работа графических примитивов	10
2.3	Тема 3. Использование возможностей САПР при редактировании графических изображений на чертежах	19
2.4	Тема 4. Оформление конструкторской и проектной документации в САПР	27
2.5	Тема 5. Трехмерная графика в САПР	42
3.	Методические рекомендации для подготовки к промежуточной аттестации	52
4.	Словарь терминов по дисциплине «Компьютерная графика»	58

## Введение

Широкое развитие информационно-коммуникационных технологий требует освоения соответствующих компетенций в рамках профессиональных образовательных программ, подготовки квалифицированных пользователей.

Внедрение средств вычислительной техники во все сферы деятельности пожарной охраны влечёт за собой бурный переход от традиционных методов ведения документации к использованию новых, автоматизированных систем её разработки и выполнения.

Существует целый класс программ – систем автоматизированного проектирования, предназначенных облегчить процесс создания и управления графической документацией.

Целями дисциплины «Компьютерная графика» являются практическое освоение основных приемов работы в среде систем автоматизированного проектирования, понимание возможностей и роли программного продукта при разработке графической документации, используемой в работе подразделений пожарной охраны.

Изучение дисциплины направлено на приобретение навыков и умений по использованию систем автоматизированного проектирования при подготовке и управлении графической частью (планы, схемы, чертежи) документации, разрабатываемой в подразделениях пожарной охраны.

Навыки, приобретенные при изучении дисциплины «Компьютерная графика», могут быть в дальнейшем использованы обучающимися при работе над курсовыми работами (проектами) по специальным дисциплинам, выполнении выпускных квалификационных работ, а также в практической деятельности подразделений ГПС МЧС России.

## Методические рекомендации по изучению тем дисциплины

### Тема 1. Основы компьютерной графики

#### Роль и задачи компьютерной графики

При обработке информации, связанной с изображением на мониторе, принято выделять три основных направления: распознавание образов, обработка изображений и машинная графика.

Основная задача распознавания образов состоит в преобразовании уже имеющегося изображения на формально понятный язык символов.

Компьютерная графика воспроизводит изображение в случае, когда исходной является информация неизобразительной природы. Например, визуализация экспериментальных данных в виде графиков, гистограмм или диаграмм, вывод информации на экран компьютерных игр, синтез сцен на тренажерах. Компьютерная графика в настоящее время сформировалась как наука об аппаратном и программном обеспечении для разнообразных изображений от простых чертежей до реалистичных образов естественных объектов. Компьютерная графика широко используется в области пожарной безопасности для наглядности и восприятия, передачи информации. Широко применяется в Центрах управления в кризисных ситуациях для визуализации информации. Без компьютерной графики не обходится ни одна современная программа. Конечным продуктом компьютерной графики является изображение. Это изображение может использоваться в различных сферах, например, оно может быть техническим чертежом, схемой расстановки сил и средств, планом эвакуации, трехмерной моделью здания.

**Компьютерная графика** – это наука, предметом изучения которой является создание, хранение и обработка моделей и их изображений с помощью ЭВМ.

В компьютерной графике рассматриваются следующие задачи:

- представление изображения в компьютерной графике;
- подготовка изображения к визуализации;
- создание изображения;
- осуществление действий с изображением.

Под компьютерной графикой обычно понимают автоматизацию процессов подготовки, преобразования, хранения и воспроизведения графической информации с помощью компьютера. Под графической информацией понимаются модели объектов и их изображения.

## Основные сведения о системе AutoCAD

Система автоматизированного проектирования AutoCAD, разработанная компанией Autodesk, – наиболее мощная и обладающая широкими возможностями по созданию графических изображений и трехмерных моделей.

Система AutoCAD предназначена для выполнения работ по графическому отображению объектов различных направлений: машиностроение, строительство, судостроение и т.д. AutoCAD одинаково удобен как при работе с конкретными деталями и узлами, так и при составлении технологических схем, карт и маршрутов. Программа позволяет осуществлять составление сопутствующей документации, обладает широким спектром возможностей по отображению результатов работы.

Все чертежи, созданные в программе AutoCAD, хранятся в файлах с расширением DWG. В таком файле содержится полная информация о чертеже: всевозможные стили, параметры, такие как единицы измерения, режимы черчения и т. д. Формат DWG отличается небольшим временем сохранения, особенно в случае, если это файлы с большим количеством аннотационных объектов.

По мере развития программы формат используемых файлов также изменяется, поэтому чертежи, созданные в более новых версиях AutoCAD, не могут быть открыты в более старых.

Как и любое приложение, разработанное для операционной системы Windows, программу AutoCAD можно запустить несколькими способами.

- Использование меню Пуск.

- Использование ярлыка  программы на Рабочем столе.

• Если вы хотите не просто запустить программу, а открыть определенный файл чертежа, необходимо открыть Проводник или любой другой файловый менеджер, с его помощью найти нужный вам файл и запустить его. В результате загрузится AutoCAD и откроется требуемый файл, а если вы уже запустили программу ранее, то просто откроется нужный файл.

После запуска программы на экране появляется рабочая оболочка AutoCAD (рис. 1.1).

Окно программы AutoCAD состоит из нескольких частей, каждая из которых выполняет определенные функции: ввод команд, отображение необходимой при черчении информации и т.д. Некоторые инструменты взаимодополняют и даже замещают друг друга. Центральная область рабочего окна программы называется графическим экраном.

В ней выполняются все построения. На графическом экране указатель мыши приобретает вид перекрестья и способен выполнять функции, используемые в проектировании: привязку к объектам, задание координат и направления. При выходе за границы графического экрана указатель приобретает привычный вид.

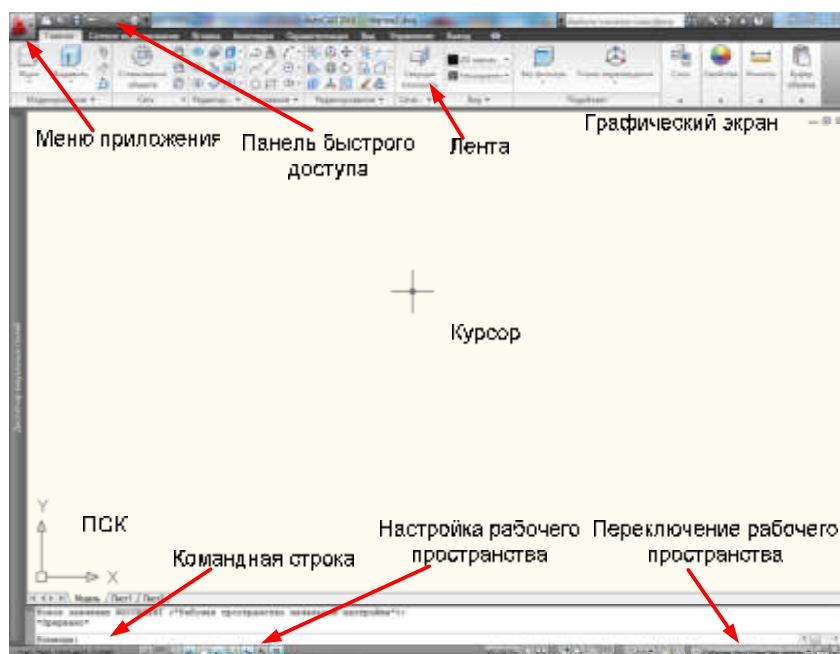


Рисунок 1.1 – Рабочее окно AutoCAD

В верхней части окна находится лента с вкладками, на которых расположены кнопки команд. Рассмотрим ленту с вкладками (рис. 1.2), предназначенными для рисования двумерных объектов.

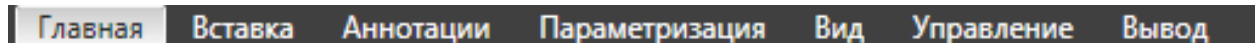


Рисунок 1.2 – Лента с вкладками

- Главная – здесь собраны основные средства, используемые при работе с чертежами.
- Вставка – средства для вставки в документ сторонних документов, изображений, блоков из библиотеки блоков и их редактирование.
- Аннотация – здесь собраны инструменты для создания текстовых надписей в документе.
- Параметризация – включает в себя инструменты для параметрического черчения, позволяющие работать с геометрическими и размерными ограничениями. При использовании таких ограничений заданные соотношения между объектами остаются, даже если сами объекты изменяются.
- Вид – позволяет управлять отображением объектов на экране.
- Управление – содержит инструменты для изменения различных настроек программы, адаптации интерфейса приложения (рабочего пространства, панелей инструментов, меню и сочетаний клавиш) для решения конкретных задач. На этой вкладке также находится группа команд для работы с макросами, создаваемыми на языке программирования VBA.

- Вывод – здесь собраны группы команд для настройки параметров предварительного просмотра документа перед печатью, вывода его на печать, публикации в Интернете и экспорта.

При выборе определенных объектов на ленте могут появляться дополнительные вкладки для работы с ними. Например, если вы вставите в документ таблицу, на ленте появится вкладка Редактор текста с инструментами для редактирования вводимого в таблицу текста.

Над лентой находится меню приложения (кнопка с буквой «А») и панель быстрого доступа.

Меню приложения представляет собой вертикальную таблицу с перечнем операций над файлами (рис. 1.3). В окне меню приложения в левом столбце показаны наименования пунктов и подменю, а справа – состав выбранного подменю (в данном случае это «Открыть»). Для просмотра длинных подменю предусмотрены треугольные значки прокрутки.

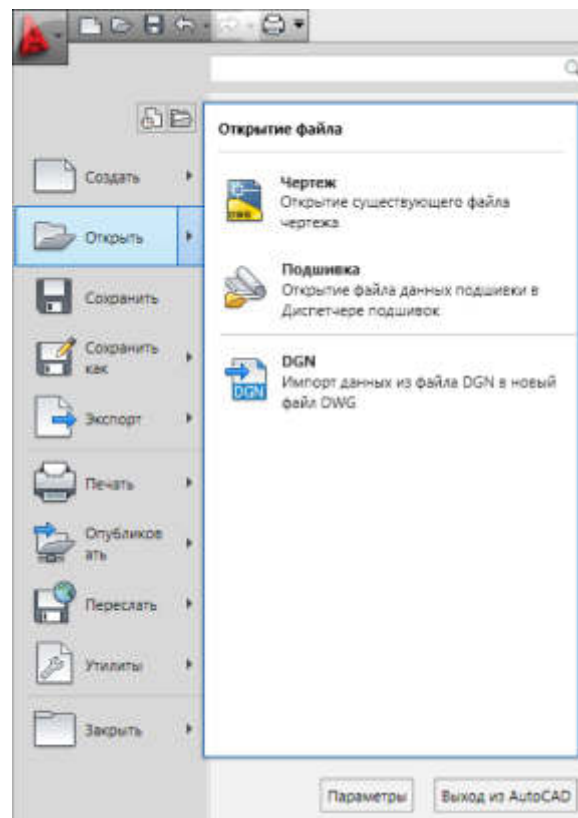


Рисунок 1.3 – Меню приложения

Панель быстрого доступа предназначена для того, чтобы компоновать на ней часто используемые инструменты. По умолчанию на ней располагаются кнопки команд: «Создать», «Открыть», «Сохранить», «Отменить», «Повторить» и «Печать» (рис. 1.3).

В левой нижней части графического экрана отображаются вкладки Модель, Лист 1 и Лист 2 (рис. 1.4). По умолчанию активной является вкладка Модель, которая означает, что на экране отображено двух- или трехмерное пространство модели.



Ниже располагается командная строка (рис. 1.4). Командная строка позволяет вводить команды с клавиатуры. Независимо от способа ввода команда отображается в командной строке. Кроме того, здесь присутствуют все параметры команды, а также подсказки. После ввода команды в командной строке появится запрос на действие с доступными параметрами команды. Вы можете задать параметры, запустить выполнение команды или прервать его, нажав клавишу Esc.

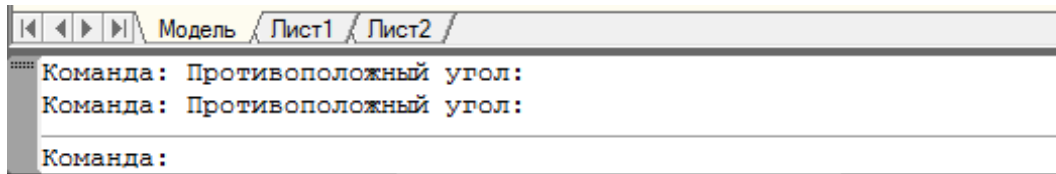


Рисунок 1.4 – Командная строка

В правой нижней части окна программы расположена строка состояния с набором кнопок для управления отображением чертежа и кнопка «Переключение рабочего пространства» (рис. 1.5), если выбрать в появившемся списке строку Классический AutoCAD, то вид окна программы изменится. Вместо ленты сверху появится строка с выпадающими меню, слева и справа появятся панели инструментов. Панели инструментов являются основным средством для выполнения операций AutoCAD.

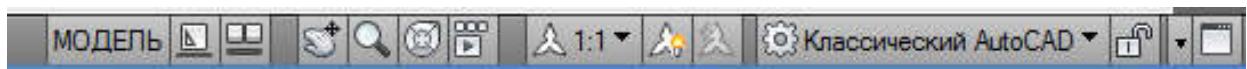


Рисунок 1.5 – Строка состояния

Можно сформировать для себя рабочее пространство (собственный вариант пользовательского интерфейса), удобное для работы. Сделанные настройки следует сохранить как именованное рабочее пространство. Для этого в меню «Переключение рабочего пространства» выберите пункт «Сохранить текущее как...», откроется диалоговое окно «Сохранить рабочее пространство» (рис. 1.6).

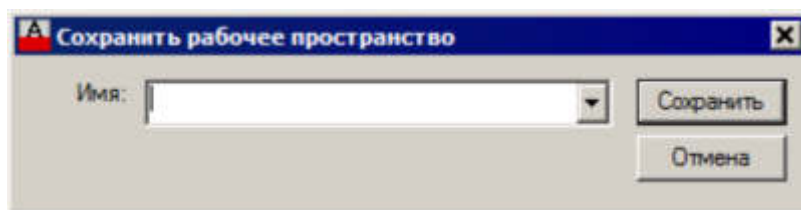


Рисунок 1.6 – Диалоговое окно «Сохранить рабочее пространство»

## Тема 2. Работа графических примитивов

### 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. 2.1).*

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 2.1 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.

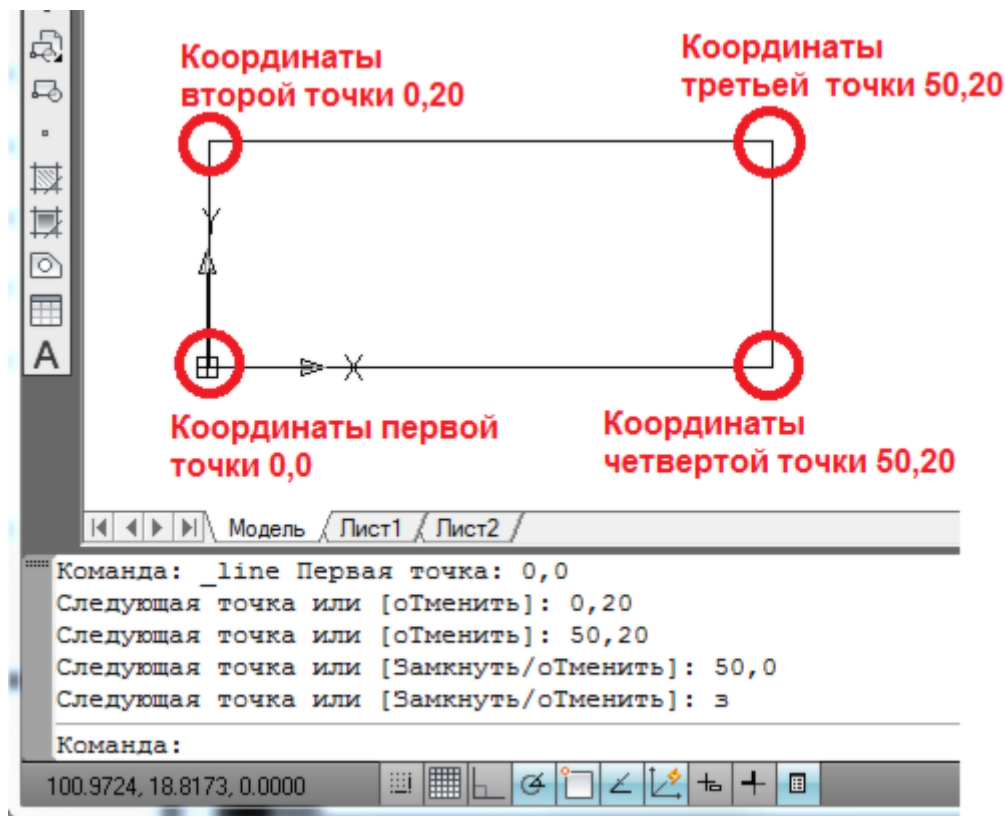


Рисунок 2.1 – Построение прямоугольника с помощью команды «Отрезок»

*Построим треугольник с помощью команды «Отрезок» в относительных координатах (рис. 2.2).*

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]: 3 Enter.

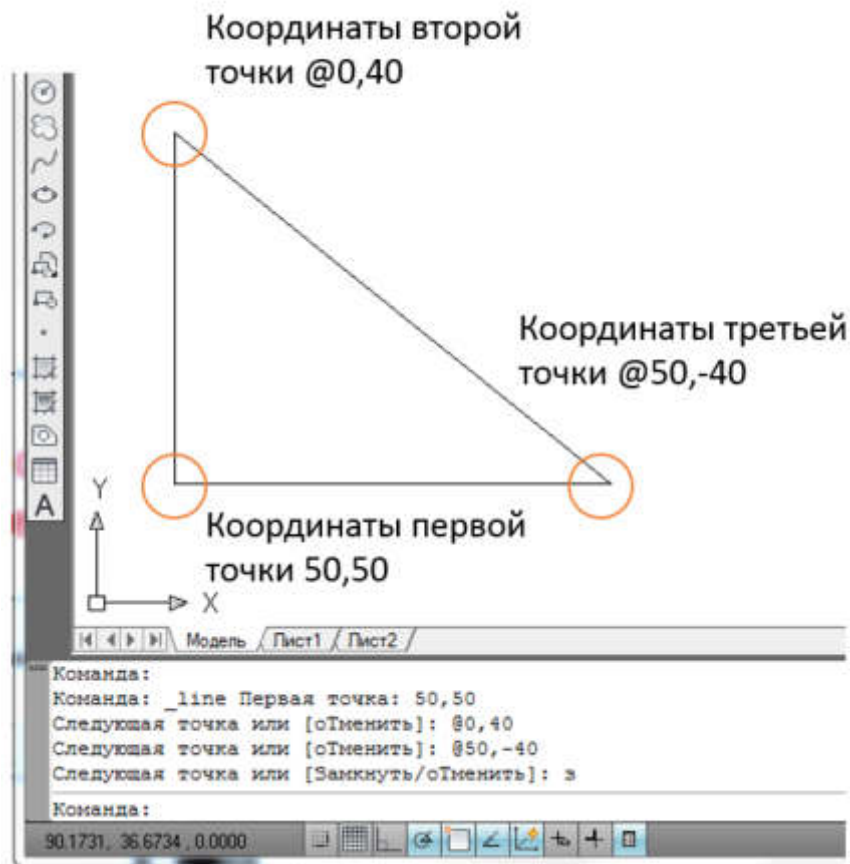


Рисунок 2.2 – Построение треугольника с помощью команды «Отрезок» в относительных координатах

*Построим треугольник с помощью команды «Отрезок» в относительных координатах в относительных полярных координатах (рис. 2.3).*

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.

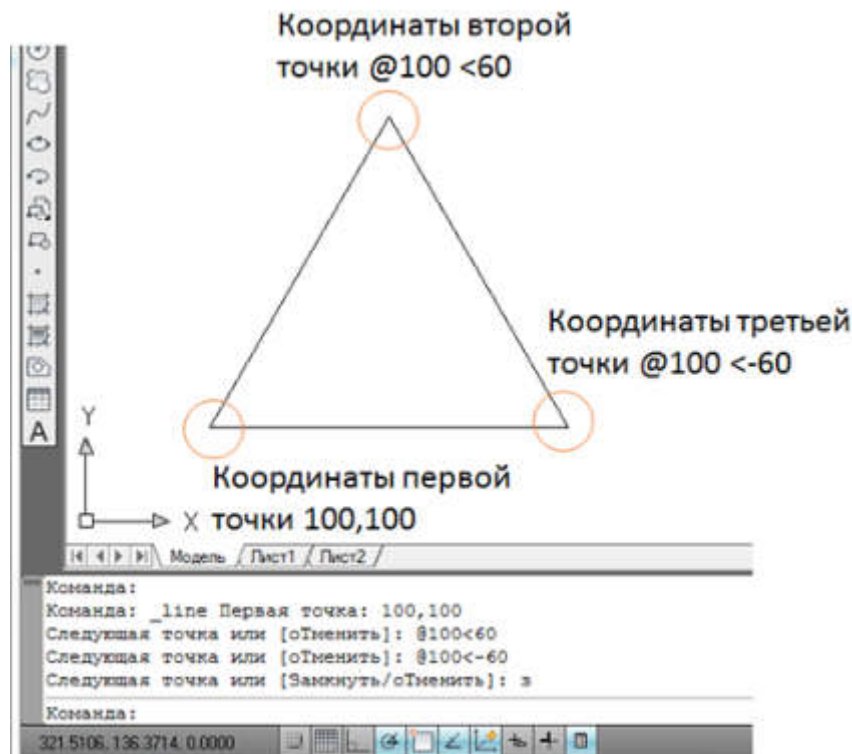



Рисунок 2.3 – Построение треугольника с помощью команды «Отрезок» в относительных полярных координатах

### 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. 2.4а). Параметр «Сопряжение» позволяет построить прямоугольник с скругленными углами (рис. 2.4б). Параметр «Уровень» позволяет расположить прямоугольник на заданном расстоянии по оси Z. Параметр «Толщина» задает высоту прямоугольника для построения трехмерной модели (рис. 2.4в). Параметр «Ширина» задает толщину стороны прямоугольника (рис. 2.4г).

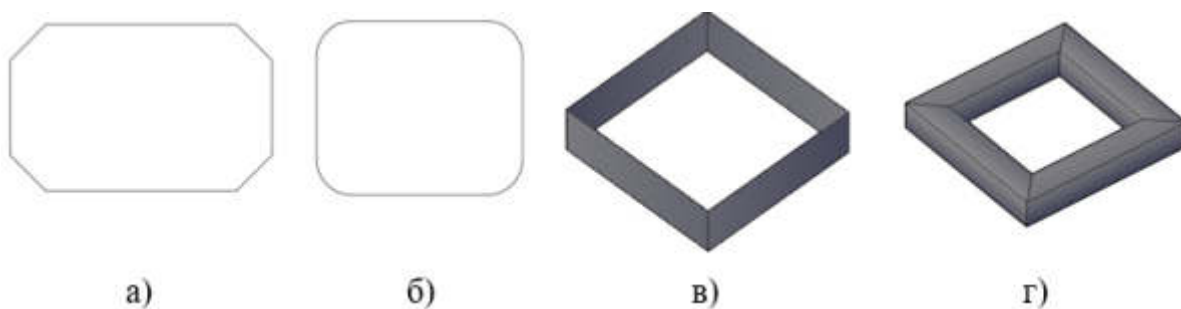


Рисунок 2.4 – Внешний вид прямоугольника с выбранным параметром:  
а) фаска, б) сопряжение, в) толщина, г) ширина

*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. 2.5).

*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.

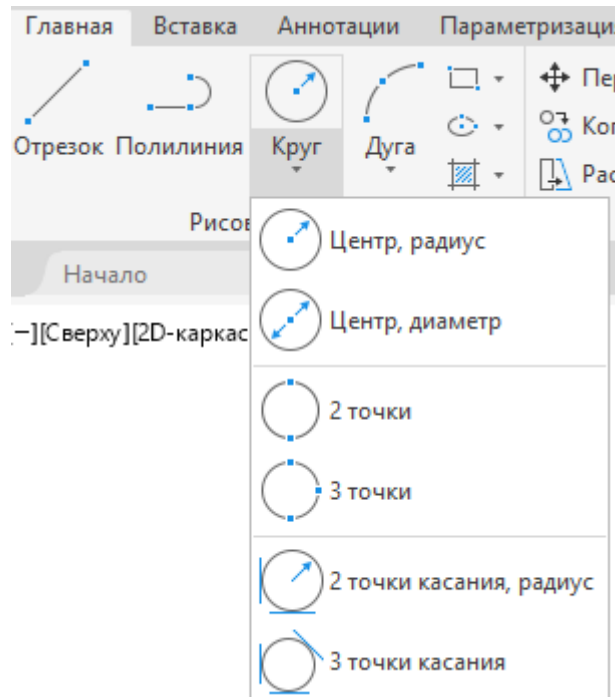



Рисунок 2.5 – Опции команды «Круг»

### 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 (2.6).



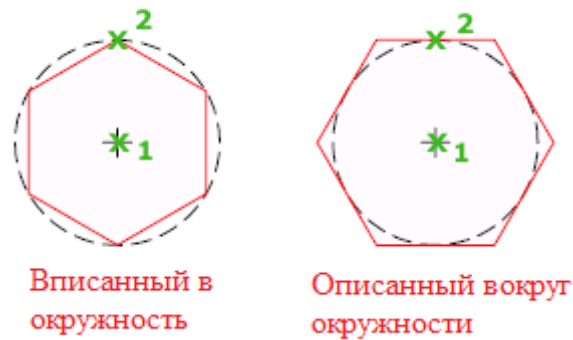




Рисунок 2.6 – Варианты построения многоугольника

### 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 2.7.

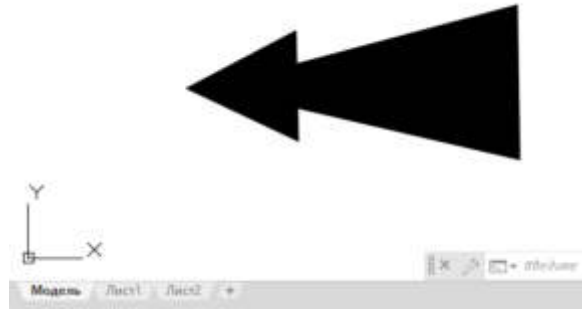



Рисунок 2.7 – Результат построения при помощи команды «Полилиния»

### 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. 2.8). По умолчанию в программе используется способ построения дуги по трем точкам.

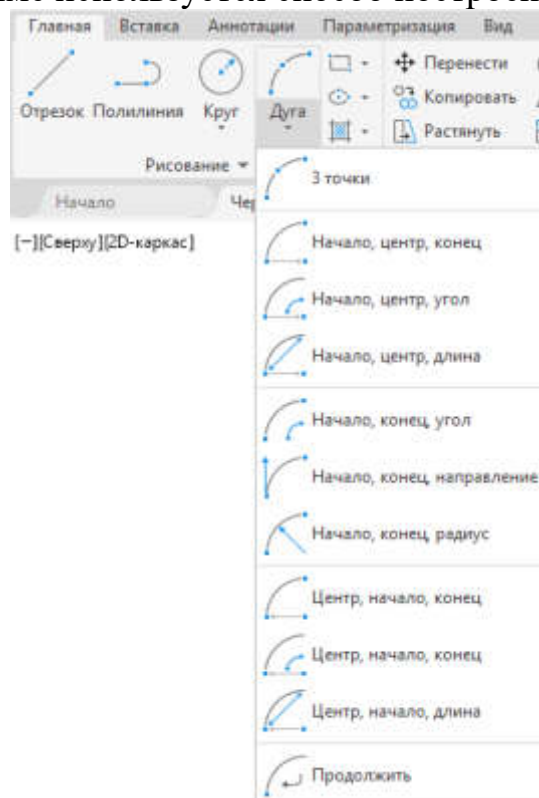


Рисунок 2.8 – Опции построения дуги

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. 2.9). Верхняя линия на рисунке 2.9 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.

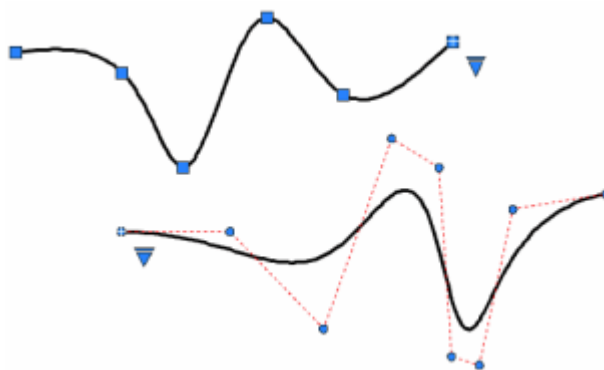



Рисунок 2.9 – Варианты построения сплайн кривой

### 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. 2.10).

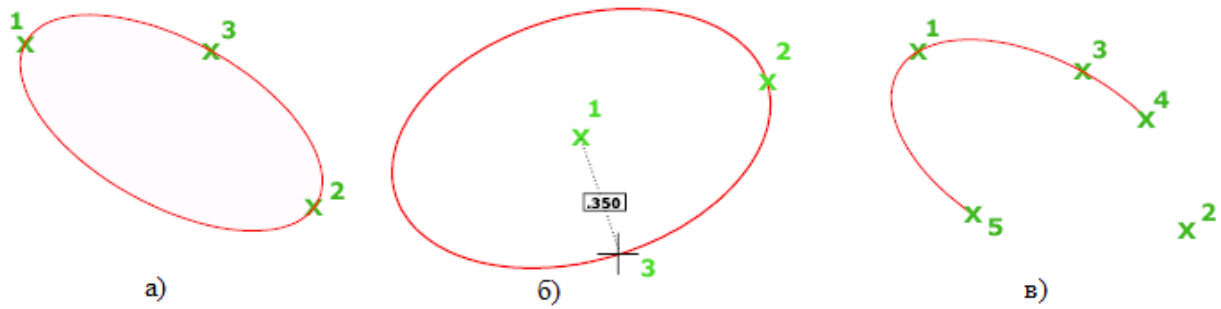


Рисунок 2.10 – Способы построения эллипса:  
а – ось, конец, б – центр, в – эллиптическая дуга

Цифрами обозначена последовательность построения. На рисунке 2.10а показан способ построения, где сначала указывается первыми двумя точками ось эллипса, затем конечная точка. На рисунке 2.10б показан способ построения, где сначала задается центр эллипса, затем указывается конечная точка первой оси и длина второй оси. На рисунке 2.10в 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.

### Тема 3. Использование возможностей САПР при редактировании графических изображений на чертежах

#### 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. 3.1).

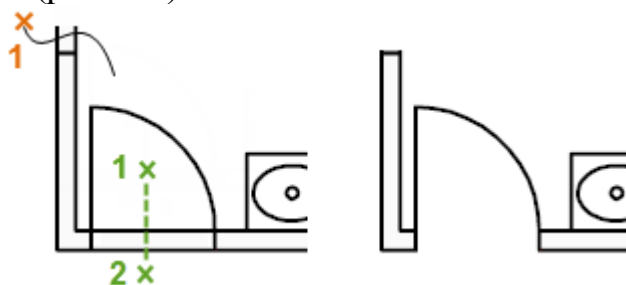


Рисунок 3.1 – Применение команды «Обрезать» в быстром режиме

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. 3.2).

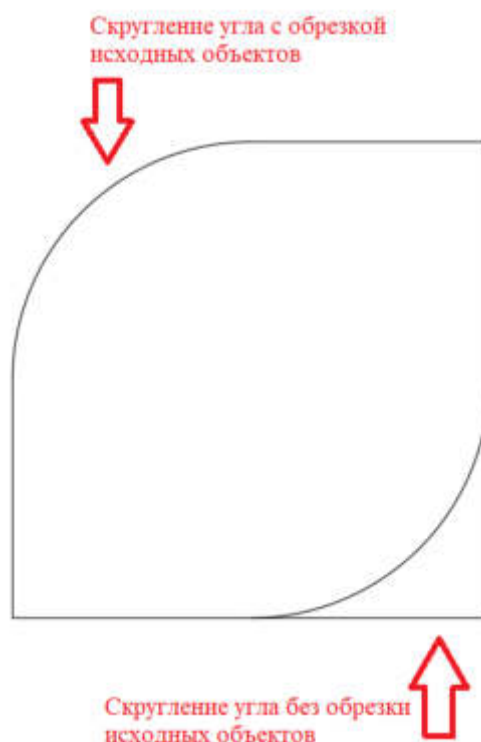


Рисунок 3.2 – Применение команды «Сопряжение»

**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 / полиИлиния / 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. 3.3).

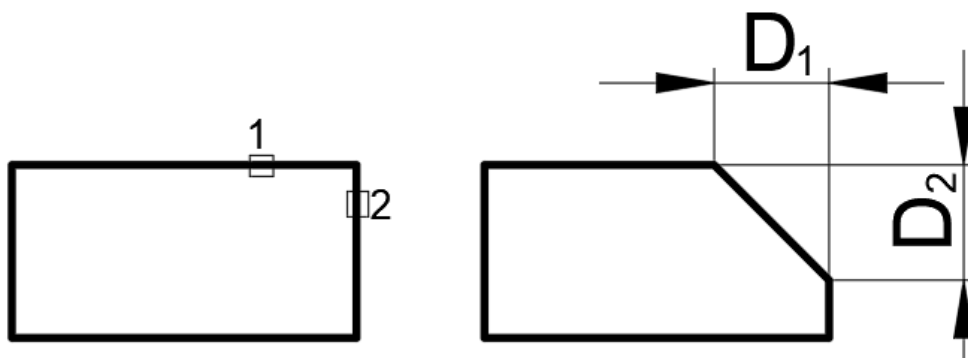


Рисунок 3.3 – Создание фаски при указании длины

### **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 осуществляться 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.

### **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 осуществляться 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 3.4.

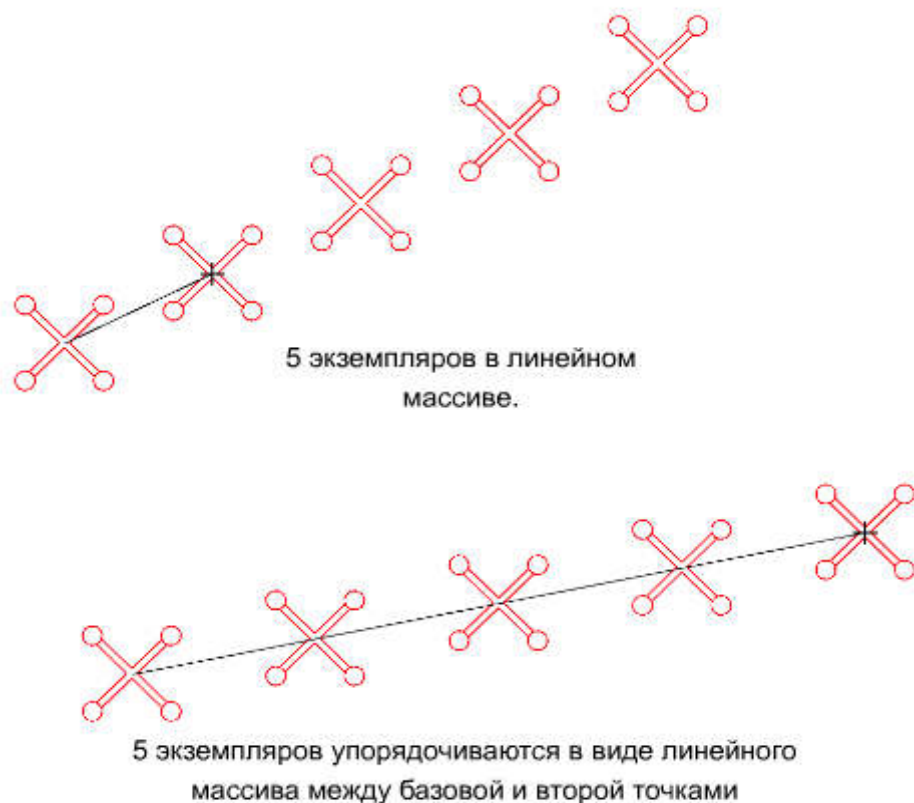



Рисунок 3.4 – Копирование объекта при использовании параметра «Массив»

### 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. 3.5). Если задавать значения от нуля до единицы, то объект будет уменьшаться.

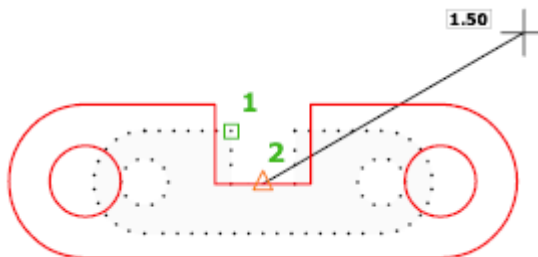



Рисунок 3.5 – Увеличение объекта при помощи команды «Масштаб»

При работе с командой первым действием указывается базовая точка, вторым действием коэффициент масштаба, как показано на рисунке 3.5.

### 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 советующим массивом на панели «Лента» отображается окно с настройкой массива (рис. 3.6).



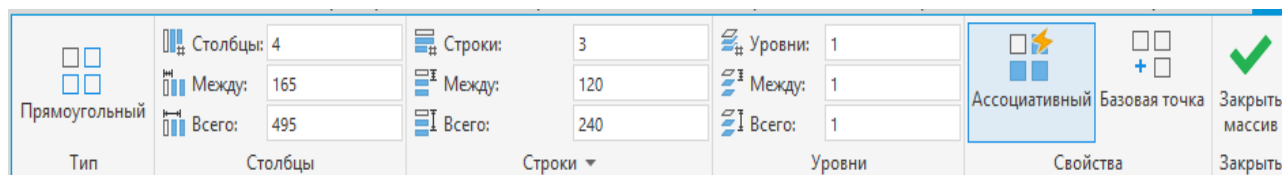


Рисунок 3.6 – Окно создания массива

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. 3.7)

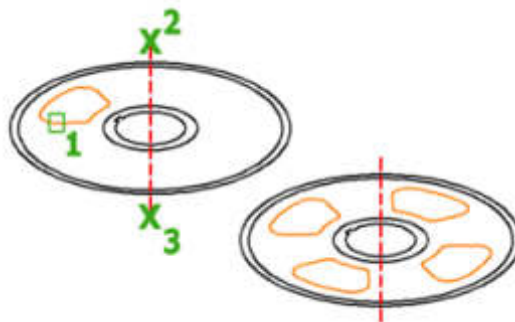


Рисунок 3.7 – Применение кругового массива

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. 3.8).

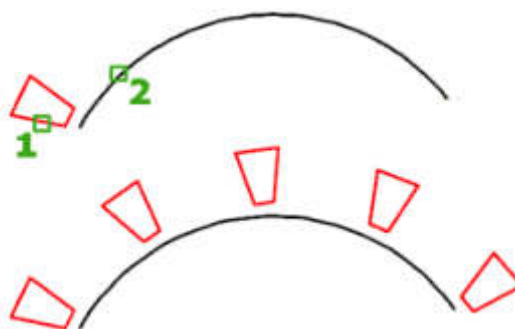



Рисунок 3.8 – 2D-массив по траектории:  
1 – объект, 2 - траектория

### 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.

## Тема 4. Оформление конструкторской и проектной документации в САПР

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;

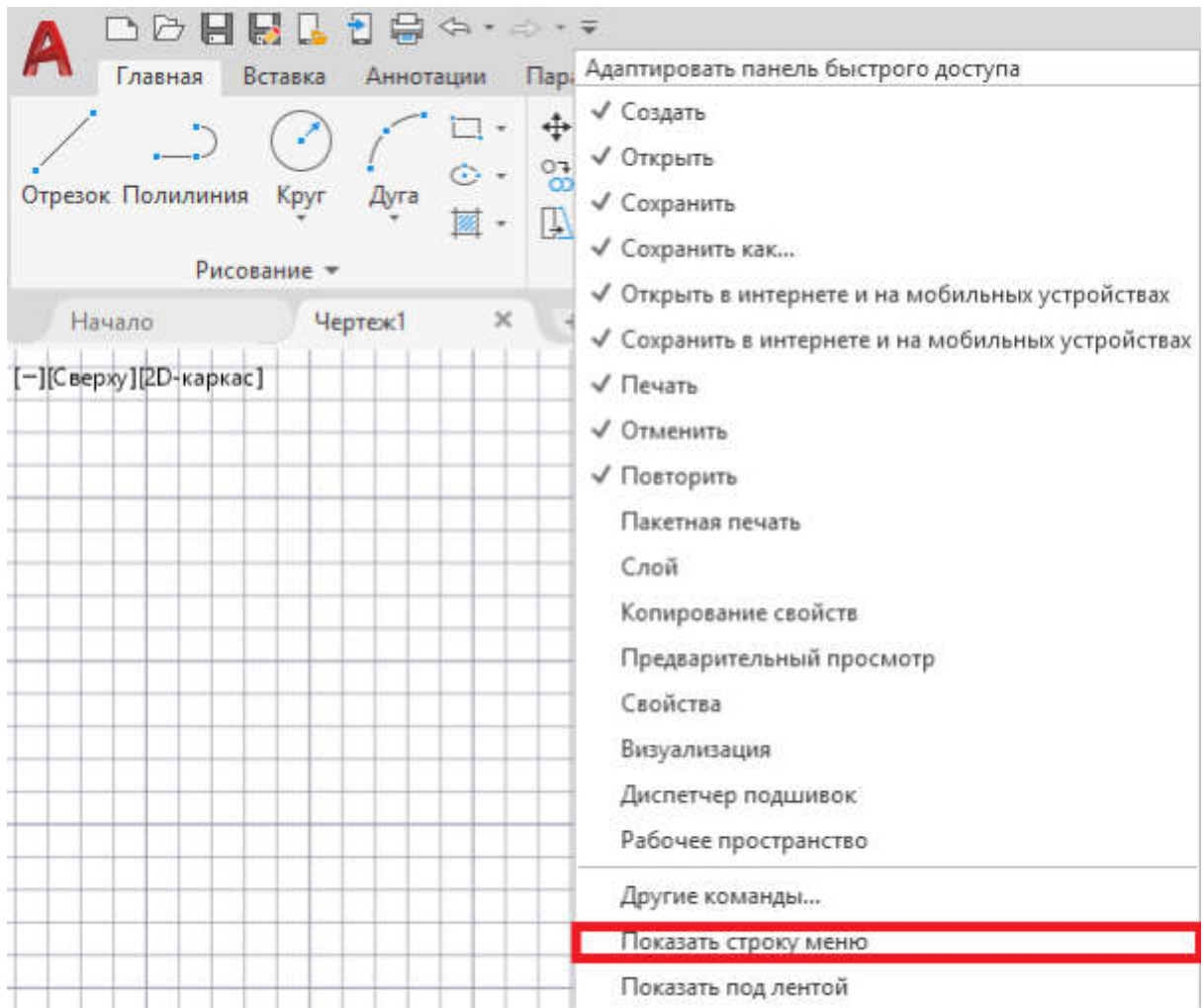
6. ГОСТ 2.306-68 «Единая система конструкторской документации. Обозначение графических материалов и правила их оформления на чертежах» - стандарт устанавливает графические обозначения материалов в сечениях, разрезах, планах здания, фасадах, а также правила нанесения их на чертежи всех отраслей промышленности 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. 4.1).

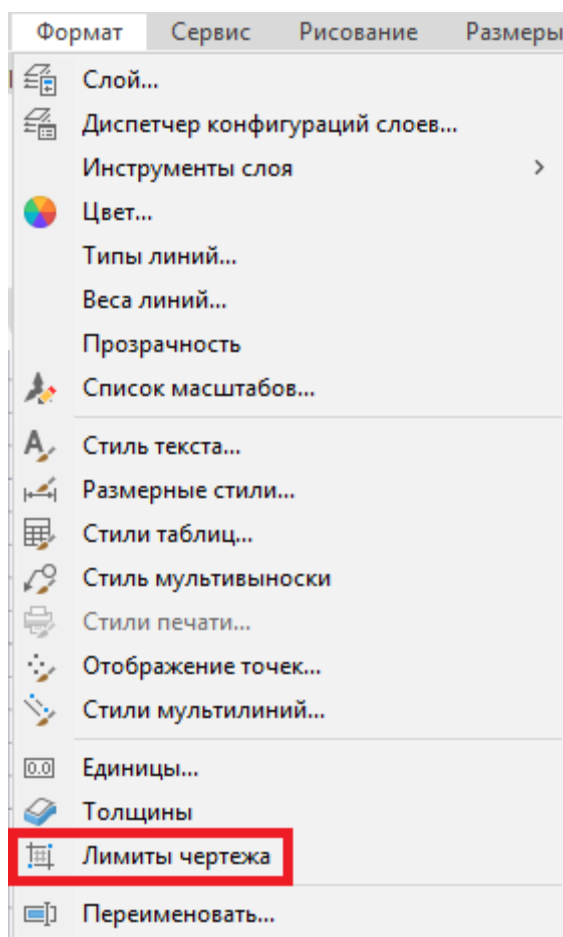


**Рис. 4.1.** Включение строки меню

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. 4.2).



**Рис. 4.2.** 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 A4 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. 4.3).

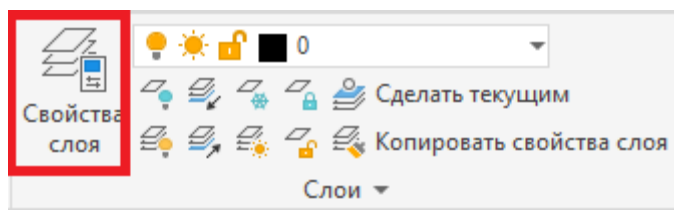



Рис. 4.3. Расположение кнопки «Свойства слоя»

После вызова диспетчера свойств слоев появится окно (рис. 4.4), 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.

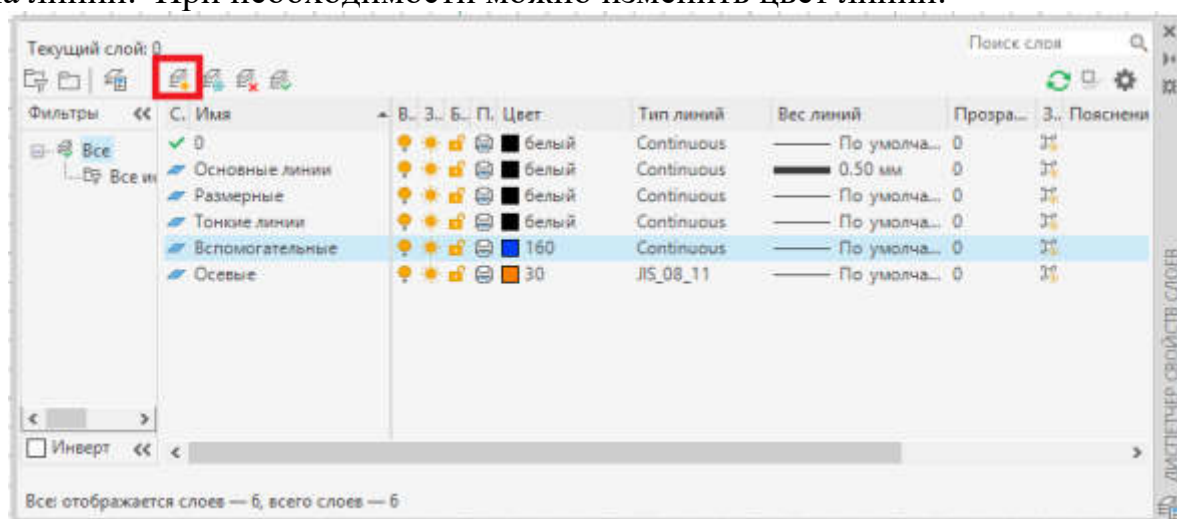
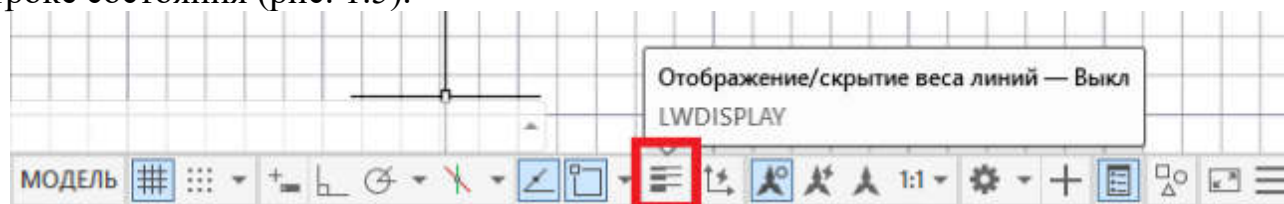


Рис. 4.4. Диспетчер свойств слоев

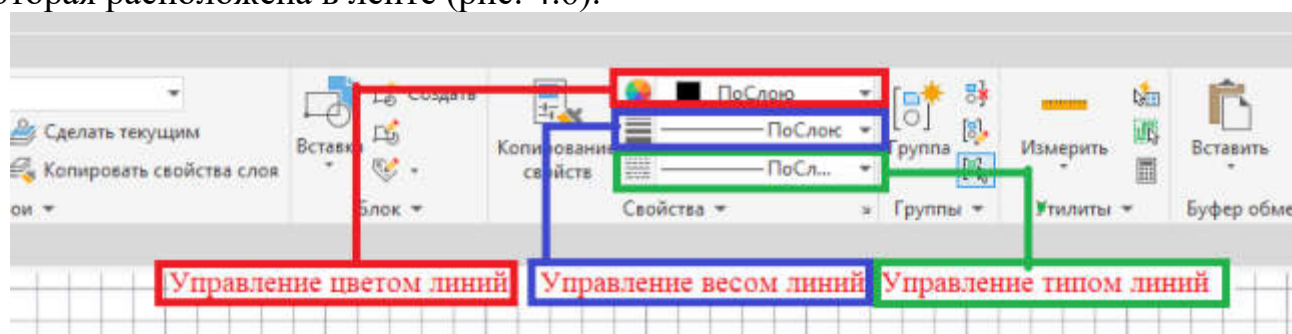
В программе AutoCAD вес линий по умолчанию задан 0,25 мм, поэтому если вес линии для определенного типа линий соответствует значению по умолчанию, то

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

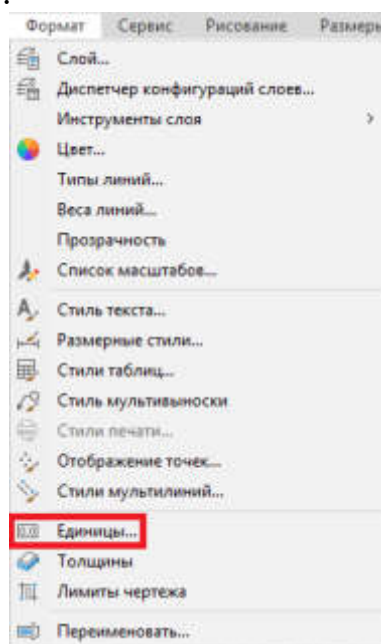
Доступ к свойствам объектов дополнительно можно осуществить через строку меню во вкладке «Формат» или зайти в раздел «Свойства» вкладки «Главная», которая расположена в ленте (рис. 4.6).



**Рис. 4.6.** 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. 4.7).



**Рис. 4.6.** 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. 4.7). При выполнении чертежей пожарной техники в рамках дисциплины «Компьютерная графика» необходимо установить единицы измерения в миллиметрах, а точность два знака после запятой.

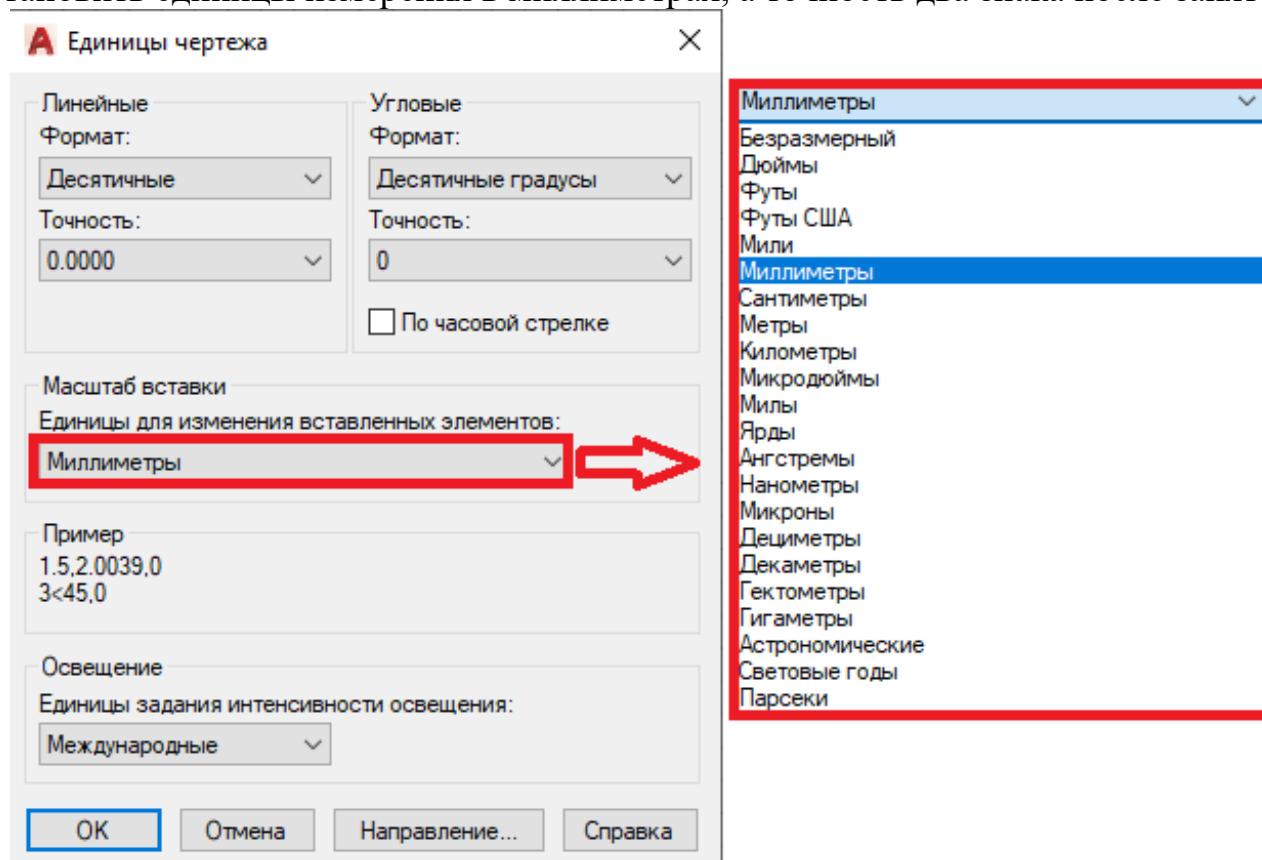


Рис. 4.7. Настройка единиц измерения

### 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 концентричных размерных

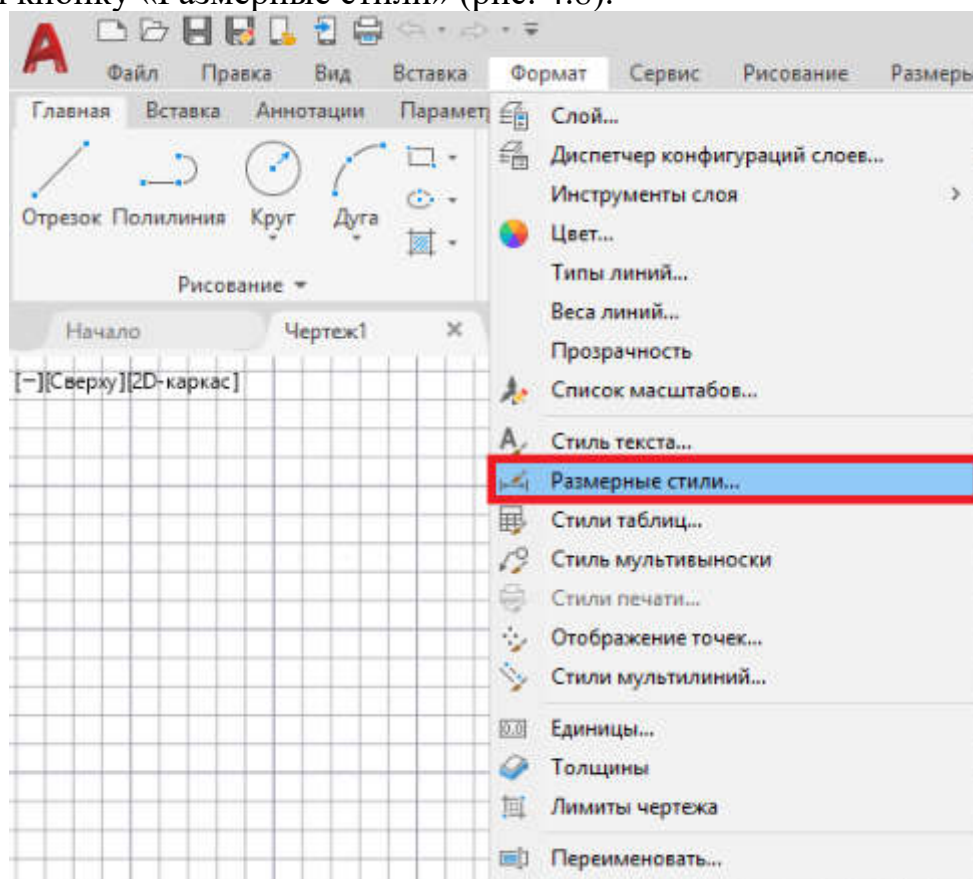


линий на небольшом расстоянии друг от друга размерные числа над ними рекомендуется располагать в шахматном порядке.

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. 4.8).



**Рис. 4.8.** Запуск диалогового окна «Диспетчер размерных стилей»

В появившемся диалоговом окне «Диспетчер размерных стилей» доступно три стиля ISO-25, Standart, Аннотативный (рис. 4.9). Удобнее отредактировать стиль ISO-25, так как редактирование данного стиля будем минимальным в соответствии со стандартами ЕСКД.

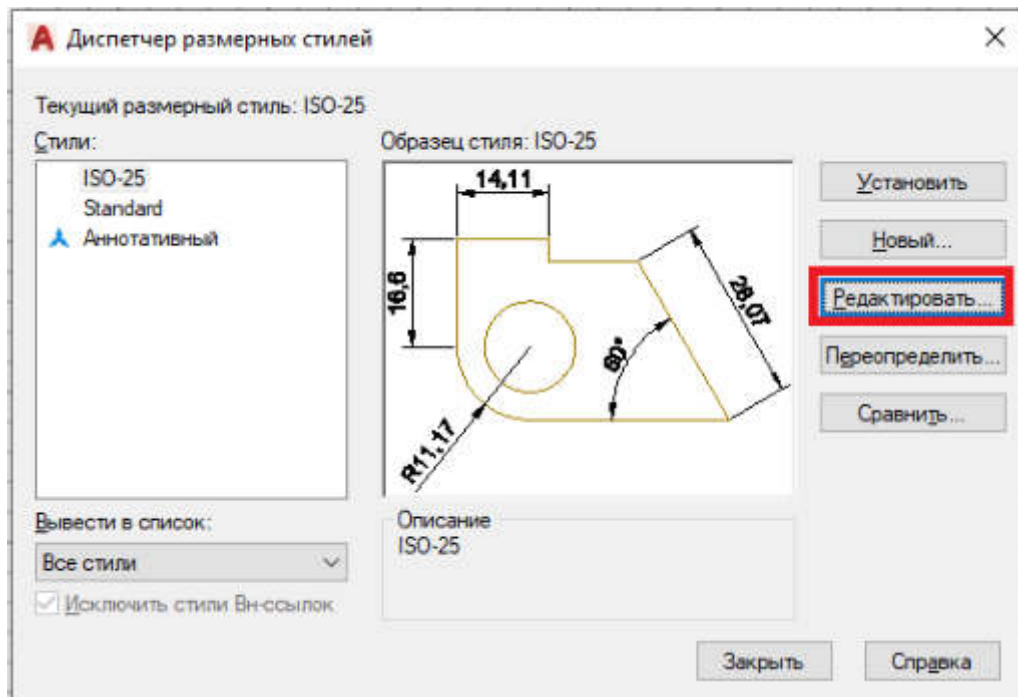


Рис. 4.9. Диалоговое окно «Диспетчер размерных стилей»

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. 4.10).

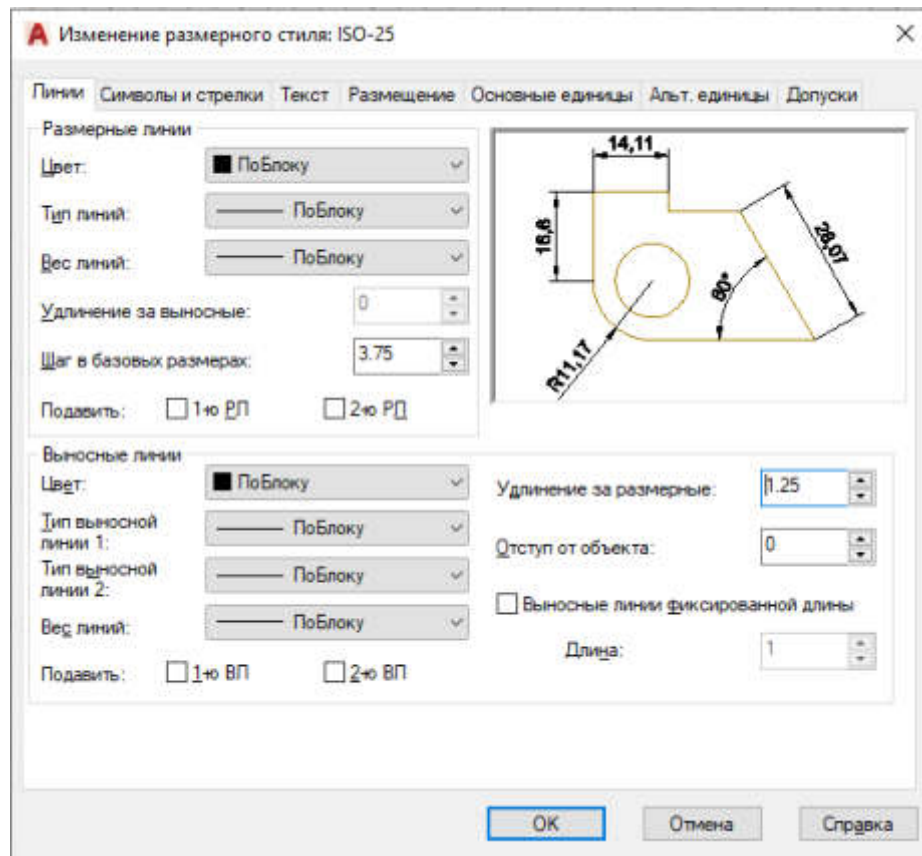


Рис. 4.10. Диалоговое окно «Изменение размерного стиля: ISO-25»

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 изменений нажимаем клавишу «Ок».

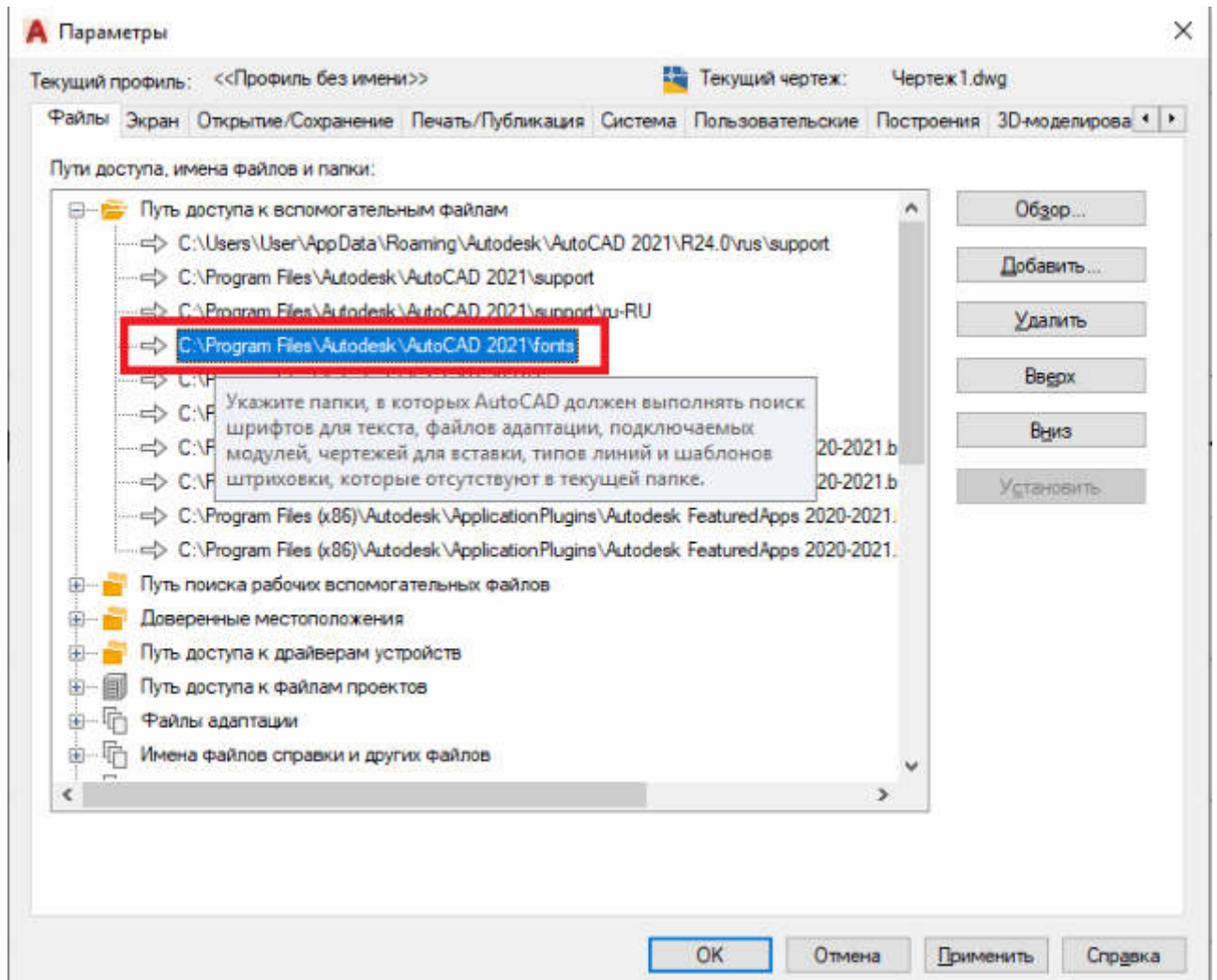
Настройка размерных стилей завершена.

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. 4.11).



**Рис. 4.11.** 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. 4.12). Установив все необходимые параметры текста нажимаем кнопку «Применить», затем «Закрыть».

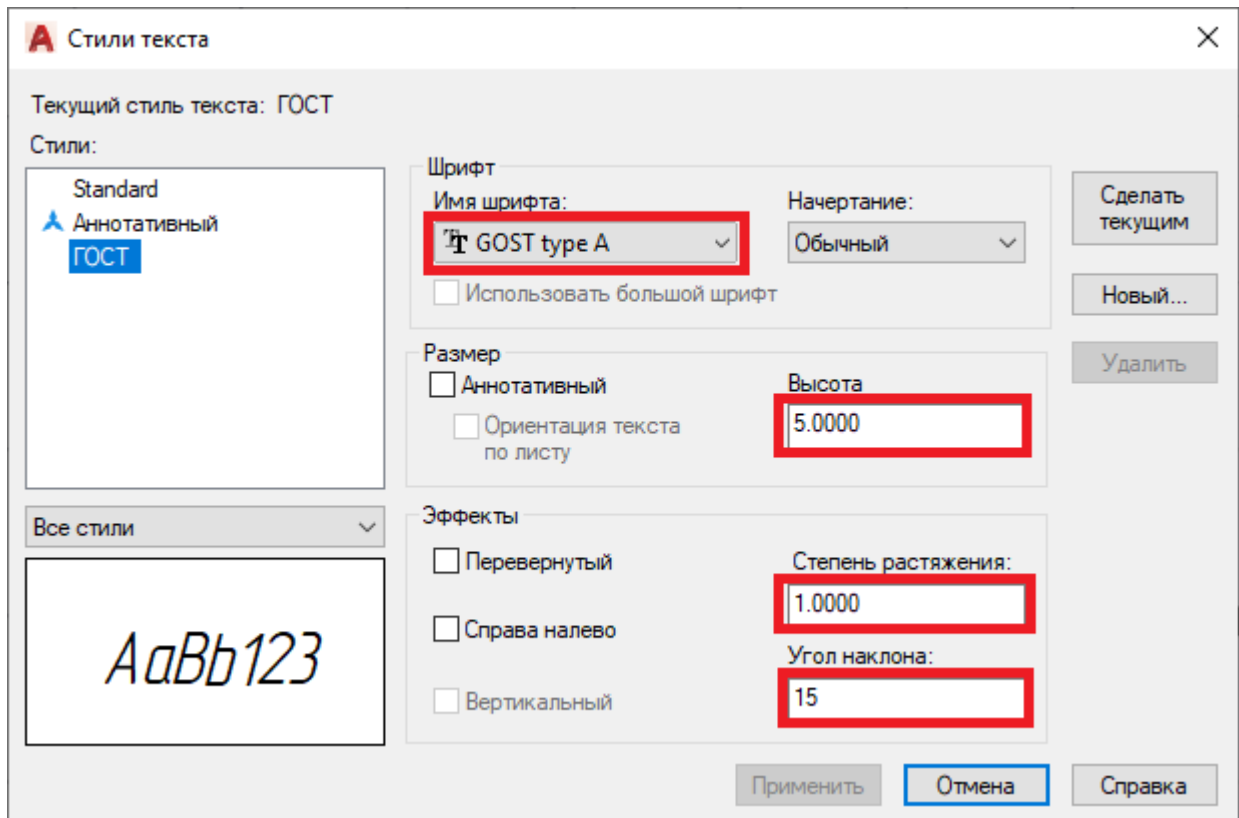


Рис. 4.12. Диалоговое окно «Стили текста»

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. 4.13).

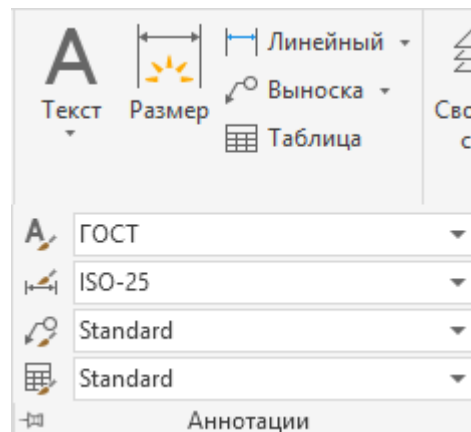


Рис. 4.13. Раздел «Аннотации»



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. 4.14).




Рис. 4.14. Команды строки состояния

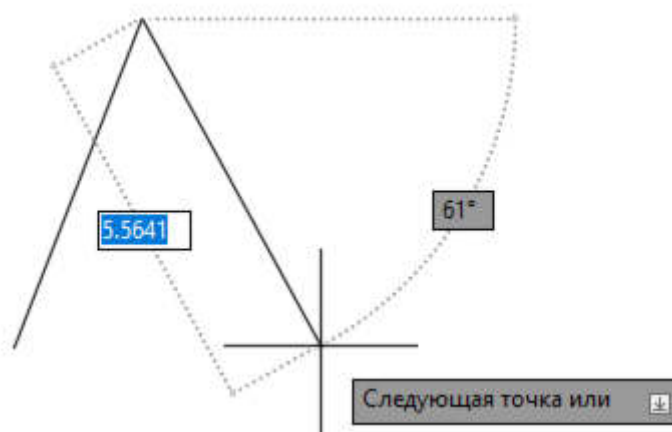
Из команд, которые расположены в строке состояния основными являются: отображение сетки чертежа, привязка курсора к сетке, режим динамического ввода, ортогональное ограничение перемещений курсора (режим орто), отображение опорных линий привязки, привязка курсора к опорным точкам (объектная привязка), 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. 4.15). 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.

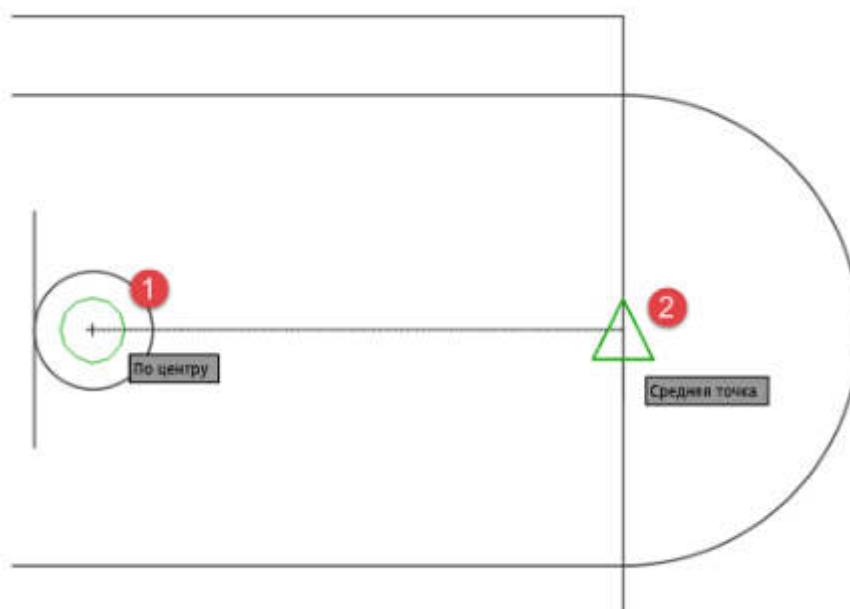


**Рис. 4.15.** Построение с включенным режимом «Динамический ввод»

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. 4.16).

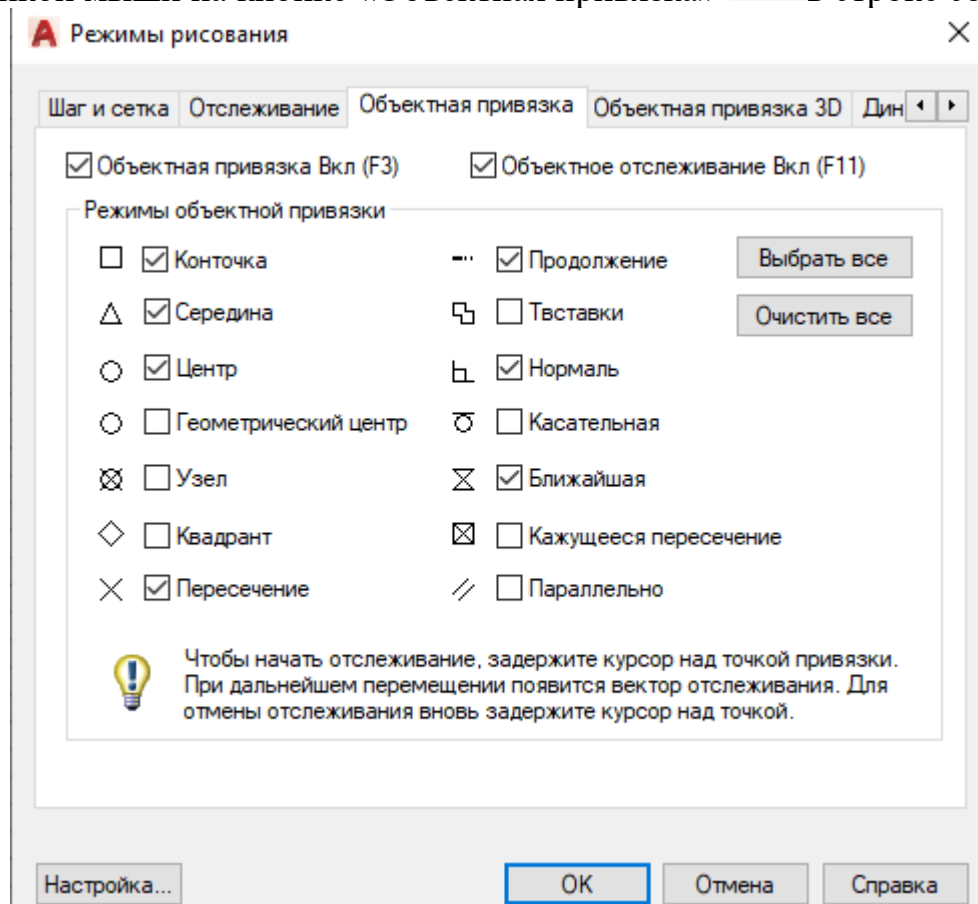
Объектную привязку можно включать во время любого запроса указания точек. По умолчанию при перемещении курсора над объектной привязкой на объекте отображаются маркер и подсказка. Эта функция называется AutoSnap (Автопривязка). Она обеспечивает визуальное отображение текущего режима объектной привязки.



**Рис. 4.16.** 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. 4.17), 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 4.17.** 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.

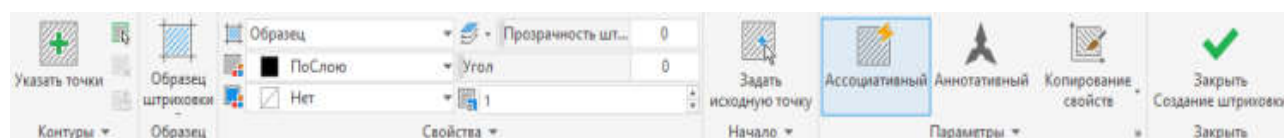
### Нанесение штриховки

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. 4.18). В этом окне производятся все действия, связанные с выбором и нанесением штриховки и градиента.



**Рис. 4.18.** Окно с настройками штриховки

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

## Тема 5. Трехмерная графика в САПР

3D графика – это создание объемной модели при помощи специальных компьютерных программ. На основе чертежей, рисунков, подробных описаний или любой другой графической или текстовой информации создается объемное изображение.

Трехмерное моделирование сегодня применяется в очень многих сферах. В случае возникновения пожара или чрезвычайной ситуации трехмерная модель объекта (помещения, оборудования) позволяет быстро сориентироваться на местности, принять правильные решения по тушению, спасению людей и имущества, сэкономив драгоценное время.

Трехмерная модель позволяет и просто промоделировать чрезвычайную ситуацию, проработав заранее варианты принятия решений.

Преимущества у трехмерного моделирования перед другими способами визуализации довольно много. Трехмерное моделирование дает очень точную модель, максимально приближенную к реальности. Современные программы помогают достичь высокой детализации. При этом значительно увеличивается наглядность проекта.

Широко используется для 3D моделирования и AutoCAD.

В AutoCAD можно создавать три типа трехмерных моделей: каркасные, поверхностные и объемные.

- *Каркасные модели*, как следует из названия, отображаются в виде ребер и не имеют объема. Например, линия, начерченная в трехмерном пространстве, уже может считаться каркасной моделью.

- *Поверхностные модели*, в отличие от каркасных, содержат еще информацию о поверхностях, формирующих объект, поэтому они обеспечивают более точное описание объектов.

- *Твердотельные модели* представляют собой точные копии реальных объектов, так как, кроме всего прочего, содержат информацию об объеме, занимаемом этими объектами.

### Методы создания трехмерных твердотельных моделей

Методы создания трехмерных твердотельных моделей подразделяются на два класса:

- Метод конструктивного представления (C-Rep);
- Метод граничного представления (B-Rep).

#### Метод конструктивного представления.

Метод конструктивного представления заключается в построении твердотельных моделей, из базовых составляющих элементов, называемых твердотельными примитивами и определяемых формой, размерами, точкой привязки и ориентацией.

Модель конструктивной геометрии представляет собой бинарный древовидный граф, где множество вершин – базовые элементы формы – примитивы, из которых

конструируется объект, а множество ребер обозначают теоретико-множественные операции, выполняемые над соответствующими базовыми элементами формы.

Каждый примитив модели задан множеством атрибутов, таких как координаты точки привязки локальной системы координат к системе целого объекта; углы поворота, метрические параметры объекта.

Булевы операции являются существующим инструментарием для построения модели с-гер при определении взаимоотношений между соседними примитивами. Булевы операции базируются на понятиях алгебраической теории множеств и имеют обычный смысл, когда применяются к твердотельным объектам. Наиболее часто следующие операции: пересечение, объединение и разность.

### **Метод граничного представления.**

Граничное представление – описание границ объекта или точного аналитического задания граней, описывающих тело. Это единственный метод, позволяющий создать точное, а не приближенное представление геометрического твердого тела. При таком подходе от пользователя требуется задание контуров или границ объекта, видов объектов, указание линий связей между этими видами, чтобы можно было установить взаимное соответствие.

Для построения 3D модели в меню «Переключение рабочего пространства» выберите пункт «3D моделирование».

К трехмерным примитивам в системе AutoCAD относятся следующие: тела, поверхности, сети (полигональные, многогранные и гладкие), а также трехмерные спирали, полилинии и сплайны.

### **Отображение модели**

В AutoCAD 2010 применяется такой подход к отображению моделей, при котором можно использовать *Визуальные стили*. Под стилем визуализации понимается сохраненный набор параметров внешнего вида модели, включающий в себя вид граней и ребер модели, цвет фона, световые блики и многое другое. Поэтому, можно однажды настроить отображение модели и сохранить эти настройки в виде стиля визуализации, чтобы затем при необходимости быстро возвращаться к нужному отображению модели.

Изменить внешний вид объекта можно, выбрав один из пунктов в подменю «Вид» → «Визуальные стили», либо щелкнув на одном из значков в списке, который расположен в группе «Визуальные стили» на вкладке «Визуализация» ленты, либо на панели инструментов «Вид» → «Визуальные стили» (рис. 5.1).

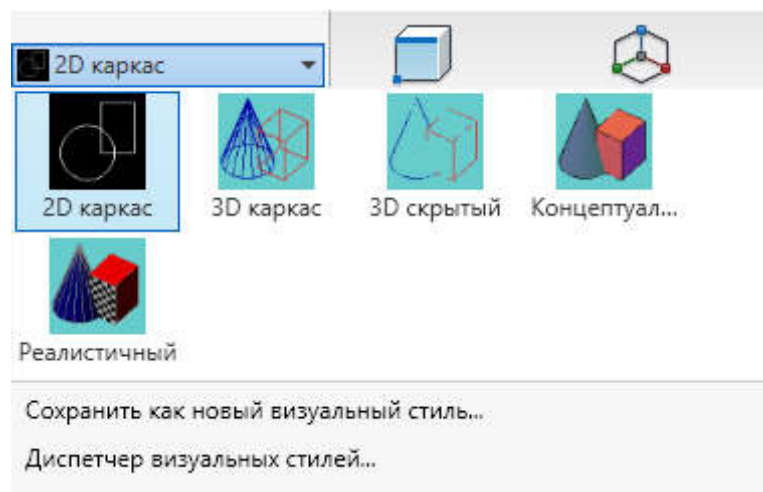


Рисунок 5.1 – Раскрытый список кнопки «Визуальные стили»

По умолчанию в программе имеются пять различных стилей визуализации.

- 2D каркас – объекты отображаются в виде отрезков и кривых, с учетом типов и весов линий. Этот режим обычно используется для представления двухмерных объектов.
- 3D каркас – объекты также отображаются в виде отрезков и кривых, но без учета типов и весов линий. Данный режим наиболее удобно использовать при редактировании, так как видны все ребра модели.
- 3D скрытый – как и в предыдущем случае, модель отображается в каркасном виде, однако грани, скрытые поверхностями, показываться не будут. Данный режим можно считать эквивалентом выполнения команды HIDE.
- Реалистичный – объекты раскрашиваются с учетом присвоенного им цвета или типа материала.
- Концептуальный – объекты также заливаются с учетом присвоенного им цвета или типа материала. Кроме того, в этом случае реалистичность вида достигается за счет сглаженности поверхностей и плавности цветовых переходов.

Каждому видовому экрану может быть назначен свой стиль визуализации.

При выборе одного из четырех последних визуальных стилей в правом верхнем углу графического экрана появляется панель режима «Орбита» (рис. 5.2).



Режим «Орбита» служит для просмотра модели и установки точки зрения. При использовании данного инструмента пользователь как бы вращается вокруг пространственной модели, что позволяет рассмотреть ее под различными углами. В режиме Орбита нельзя использовать другие команды для редактирования модели.

Рисунок 5.2 – Режим «Орбита»

## Создание простых трехмерных объектов

Наиболее употребительные инструменты создания трехмерных объектов сосредоточены в подменю «Моделирование» и в панели инструментов «Моделирование» (рис. 5.3).

Для создания трехмерных тел предназначены следующие кнопки: «Ящик», «Цилиндр», «Конус», «Шар», «Пирамида», «Клин», «Тор» (рис. 3.3).

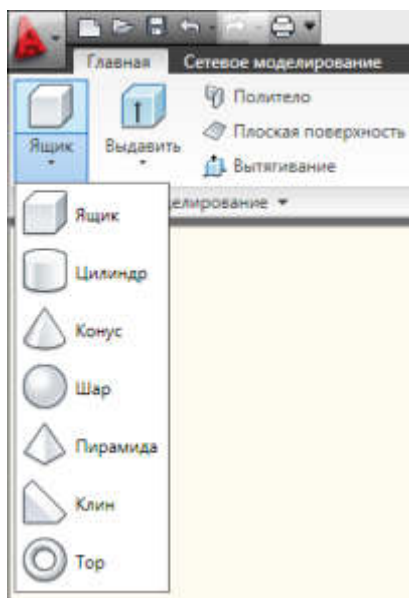


Рисунок 5.3 – Создание трехмерных моделей

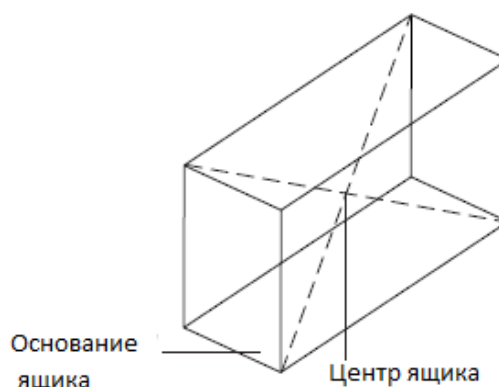


Рисунок 5.4 – Ящик

### «Ящик»

Ящик (рис. 5.4) является одной из фигур, которые приходится строить наиболее часто. Чтобы приступить к его созданию, вызовите команду «Ящик».

Далее необходимо указать координаты одной из вершин основания параллелепипеда, затем его противоположную точку. Если выбрать параметр Center, то программа попросит задать центр параллелепипеда. В ответ на последний запрос необходимо задать высоту параллелепипеда.

### «Конус»

Команда «Конус» позволяет построить прямой конус с окружностью или эллипсом в основании. Данная команда также дает возможность создавать не только полный, но и усеченный конус (рис. 5.5).

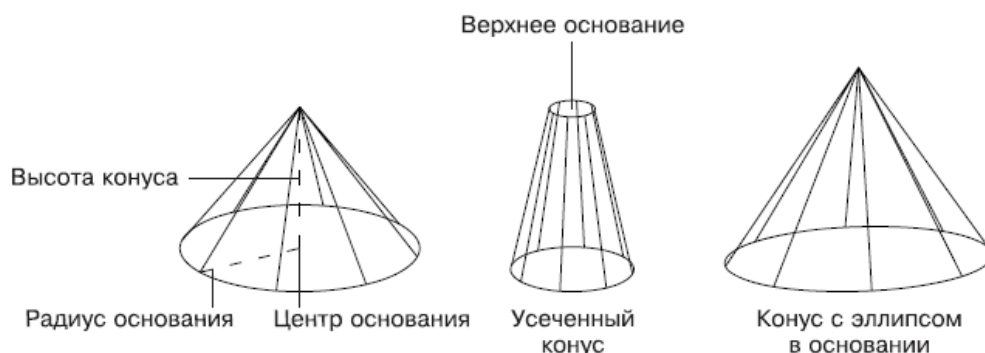


Рисунок 5.5 – Конус

Чтобы приступить к построению конуса, выполните команду «Конус». Укажите координаты центральной точки основания конуса или выберите один из параметров, чтобы задать конфигурацию основания каким-либо другим способом. Параметры такие же, как и в случае с построением цилиндра.

Если вы не выбирали дополнительный параметр, а просто указали центральную точку основания, необходимо ввести радиус или, выбрав параметр «Диаметр», определить диаметр круга в основании конуса. Затем задайте высоту конуса.

При построении усеченного конуса необходимо ввести значение радиуса верхнего основания. Если нажать клавишу «Enter», выбрав тем самым значение «0», установленное по умолчанию, то будет построен не усеченный, а полный конус.

### «Цилиндр»

Еще одной типовой фигурой является цилиндр (рис. 5.6). Как и в случае с конусом, основанием цилиндра может быть как окружность, так и эллипс.

Построение цилиндра начинается с вызова команды «Цилиндр». Внешне цилиндр похож на конус, поэтому при его построении необходимо задать практически те же параметры.

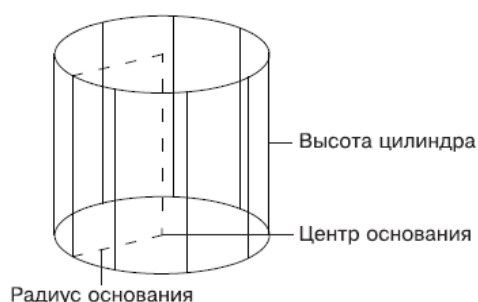


Рисунок 5.6 – Цилиндр

После вызова команды укажите координаты центральной точки основания цилиндра или выберите один из параметров, чтобы задать конфигурацию основания каким-либо другим способом.

- Выберите параметр 3Т, чтобы задать основание цилиндра путем определения трех точек окружности.
- Параметр 2Т позволяет определить размеры основания, указав координаты двух диаметрально противоположных точек окружности.
- Параметр ККР предоставляет возможность создать круглое основание цилиндра путем указания двух касательных к окружности и значения ее радиуса. Касательные линии должны существовать на чертеже до вызова команды создания цилиндра.

• Выбрав параметр «Эллиптический», вы сможете создать в качестве основания эллипс. В этом случае необходимо задать большую и малую оси эллипса, а при желании также указать центр эллиптического основания.

Если вы не выбрали дополнительный параметр, а просто указали центральную точку основания, то введите радиус или, выбрав параметр «Диаметр», определите диаметр круга в основании цилиндра.

Появится последний запрос: Вы можете указать высоту или определить наклон цилиндра, выбрав один из следующих параметров.

- При выборе параметра 2Точки высота будет равна расстоянию между двумя указанными точками, а основание цилиндра – параллельно плоскости ХУ.

- Выберите параметр «Конечная точка оси», чтобы указать координаты центральной точки верхнего основания. Так можно построить цилиндр, который будет наклонен к плоскости  $XU$ .

### «Шар»

Построение шара (рис. 5.7) выполняется очень просто, так как необходимо указать минимальное количество параметров.

Чтобы приступить к построению шара, выполните команду «Шар». Укажите центральную точку шара или выберите один из параметров.

- Выбрав параметр 3Т, можно создать шар, указав любые три точки, лежащие на его поверхности.

- Параметр 2Т позволяет определить размеры шара, указав координаты двух диаметрально противоположных точек.

- Параметр ККР предоставляет возможность создать шар путем указания двух касательных к нему и значения радиуса. Касательные должны существовать на чертеже до вызова команды создания шара.

Укажите радиус или выберите параметр «Диаметр», чтобы задать диаметр шара.

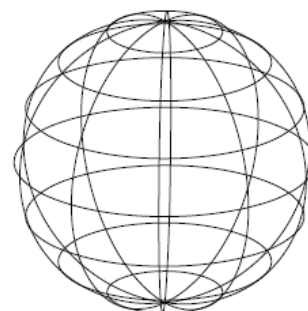


Рисунок 5.7 – Шар

### «Пирамида»

Команда «Пирамида» позволяет создавать пирамидальные тела различной конфигурации (рис. 5.8). Основанием пирамиды служит правильный многоугольник.



Рисунок 5.8 – Пирамида

Приступая к созданию пирамиды, щелкните кнопку «Пирамида». После запуска команды введите координаты центральной точки основания пирамиды или выберите один из параметров.

Можно определить конфигурацию основания пирамиды, задав координаты двух соседних угловых точек многоугольника.

Задайте количество сторон многоугольника в основании пирамиды. По умолчанию создается пирамида с квадратом в основании, то есть данному параметру присвоено значение 4.



Если на предыдущем этапе вы указали центр пирамиды, то необходимо указать радиус окружности, вписанной в многоугольник, то есть окружности, для которой все стороны многоугольника будут являться касательными.

Далее задайте высоту пирамиды или выберите один из параметров.

- 2Точки – высота будет равной расстоянию между двумя указанными точками. При этом основание пирамиды расположится параллельно плоскости XY.

- Выберите параметр «Конечная точка оси», чтобы указать координаты верхней точки пирамиды.

- Введите значение радиуса верхнего основания для построения усеченной пирамиды.

### Создание трехмерных объектов сложной формы

Команды для создания сложных по форме трехмерных объектов расположены на вкладке «Моделирование» (рис. 5.9).

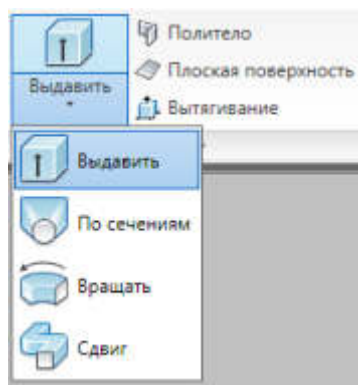


Рисунок 5.9 – Создание трехмерных объектов сложной формы

#### «Выдавить»

Для получения объемных тел путем выдавливания различных двухмерных объектов применяется команда «Выдавить». Данную операцию часто называют *экструзией*. Исходными объектами в данном случае могут быть полилинии, окружности, эллипсы, дуги, эллиптические дуги, кольца, области, сплайны, линии, плоские трехмерные поверхности, плоские грани тел. При этом результат экструзии зависит от того, является исходный объект замкнутым или нет. Если форма замкнутая, то итогом выдавливания будет тело (рис. 5.10); если же применяется незамкнутый профиль, то получится поверхностный объект.

Вызовите команду «Выдавить». Последовательно укажите объекты, которые послужат для выдавливания. За один прием можно выполнить экструзию нескольких объектов, как замкнутых, так и незамкнутых. Главное, чтобы при этом применялись одинаковые параметры. Таким образом, за одну операцию можно получить одновременно и тела, и поверхности. Выделение объектов завершается нажатием клавиши «Enter». Следующий шаг: задать высоту экструзии.

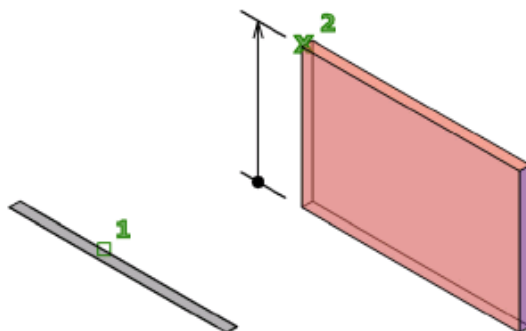


Рисунок 5.10 – Тело, полученное выдавливанием прямоугольника

### «Вращать»

С помощью команды «Вращать» можно создать трехмерные объекты путем вращения образующей кривой вокруг заданной оси. Как и в случае экструзии объектов, в качестве образующей кривой используются полилинии, окружности, эллипсы, дуги, эллиптические дуги, кольца, области, сплайны, линии, плоские трехмерные поверхности, плоские грани тел. При этом итоговый объект – тело или поверхность – зависит от того, будет ли исходный объект соответственно замкнутым или разомкнутым.

На рисунке 5.11 показан объект, полученный путем поворота прямоугольника вокруг вертикальной оси. Обратите внимание, что тело получилось незамкнутым, так как был указан угол вращения меньше  $360^\circ$ .

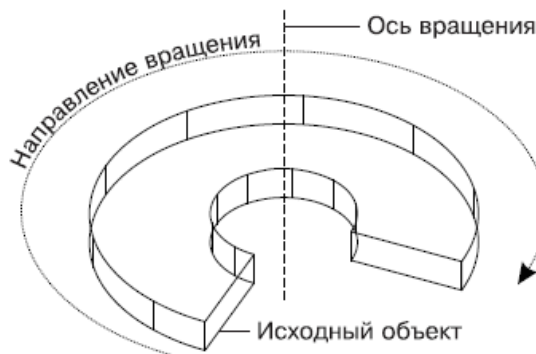


Рисунок 5.11 – Тело вращения

Чтобы создать объемное тело вращения, щелкните на кнопке «Вращать». После запуска команды необходимо выбрать исходные объекты, предназначенные для создания тел вращения. Нажмите клавишу «Enter», после того как завершите выбор объектов.

Укажите первую – начальную, а затем и вторую – конечную – точки оси вращения. Задайте угол вращения или нажмите клавишу «Enter», чтобы принять значение по умолчанию  $360^\circ$ , создав замкнутый объект.

### «Сдвиг»

Команда «Сдвиг» используется для создания нового тела или поверхности посредством сдвига разомкнутой или замкнутой плоской кривой (профиля) вдоль

разомкнутой или замкнутой 2D или 3D траектории. Команда вычерчивает тело или поверхность заданного профиля вдоль указанной траектории. Команду «Сдвиг» можно использовать сразу для нескольких объектов при условии, что все они находятся в одной плоскости.

При выборе объекта для сдвига выполняется автоматическое выравнивание этого объекта по объекту, используемому в качестве траектории (рис. 5.12).

Щелкните на кнопке «Сдвиг». После запуска команды выберите объекты для сдвига. После выберите траекторию сдвига.

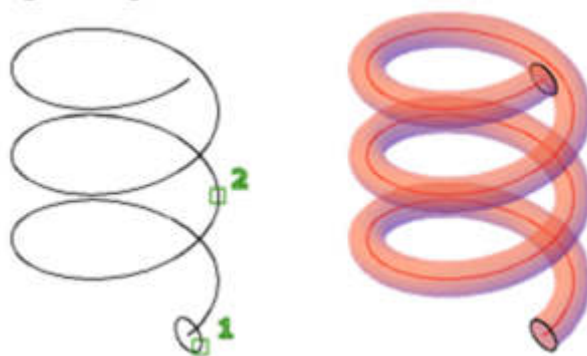


Рисунок 5.12 – Создание пружины при помощи команды сдвиг

### Общие принципы редактирования трехмерных объектов

Трехмерные объекты, как и двухмерные, можно легко видоизменять с помощью команд редактирования. Все команды редактирования, применяемые на плоскости, так или иначе могут быть использованы и в трехмерном пространстве (рис. 5.13). Они располагаются на вкладке «Редактирование». Для редактирования трехмерных объектов есть также команды панели «Редактирование тела» (рис. 3.14).

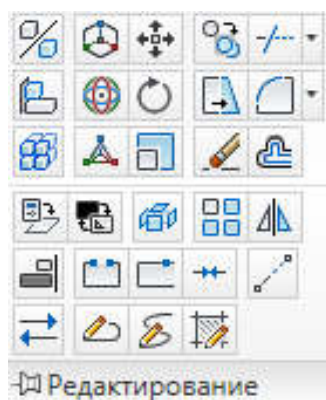


Рисунок 5.13 – Панель «Редактирование»

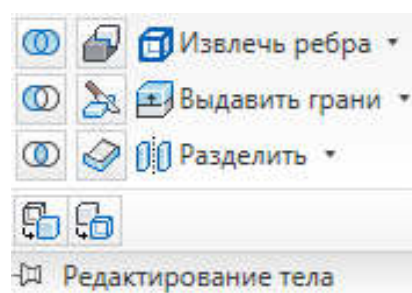


Рисунок 5.14 – Панель «Редактирование тела»

Иногда 3D модель формируется из нескольких «примитивов», но тут есть свои подводные камни: в частности, для наложения текстур очень желательно, чтобы у такой модели не было невидимых, «внутренних» граней (или даже их фрагментов), а при стыковке нескольких примитивов подобное – не редкость.

Для исключения внутренних граней применяются булевы операции: объединение, вычитание. Операция объединения позволяет составить из двух

соприкасающихся или пересекающихся объектов один, чья поверхность состоит из суммы поверхностей исходных объектов, за вычетом тех областей, где происходит пересечение.

Что касается деформаций в процессе трехмерного моделирования, то здесь ключевыми можно назвать экструдирование отдельных элементов – вершин, рёбер и/или граней, разделение, при котором ребро или грань разбивается на несколько равных частей, и перемещение и вращение отдельных элементов. Более сложные приёмы – «разрезание» одной или нескольких граней (или одного или нескольких рёбер) в произвольных местах.

## Методические рекомендации для подготовки к промежуточной аттестации

### Критерии оценки знаний обучающихся

Оценка «отлично» ставится, если обучающийся глубоко и прочно усвоил весь программный материал, исчерпывающе, последовательно, грамотно и логически стройно его излагает, тесно увязывает с задачами и деятельностью МЧС России, не затрудняется с ответом при видоизменении задания, свободно справляется с задачами и практическими заданиями, правильно обосновывает принятые решения, умеет самостоятельно обобщать материал, не допускает ошибок.

Оценка «хорошо» ставится, если обучающийся твердо знает программный материал, грамотно и по существу излагает его, не допускает существенных неточностей в ответе на вопрос, может правильно применять теоретические положения и владеет необходимыми умениями и навыками при выполнении практических заданий.

Оценка «удовлетворительно» ставится, если обучающийся усвоил только основной материал, но не знает отдельных деталей, допускает неточности, не совсем правильные формулировки, нарушает последовательность в изложении программного материала и испытывает затруднения в выполнении практических заданий.

Оценка «неудовлетворительно» («не зачтено») ставится, если обучающийся не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, с большим затруднением выполняет практические задания, задачи.

### Перечень вопросов для проведения промежуточной аттестации (в форме дифференцированного зачета) по итогам освоения дисциплины

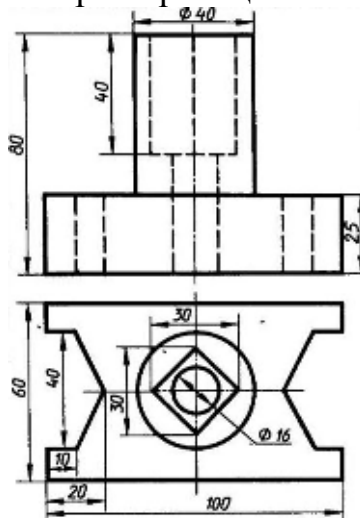
#### «Компьютерная графика»

1. Первоначальная настройка пакета САПР.
2. Способы ввода координат.
3. Настройка сетки.
4. Виды простых примитивов. Их построение.
5. Прямая, отрезок, точка. Приемы работы с ними.
6. Прямоугольник, правильный многоугольник. Приемы работы с ними.
7. Окружность, эллипс, дуга. Приемы работы с ними.
8. Полилиния – построение и назначение.
9. Мультилиния - построение и назначение.
10. Объектные привязки. Их назначение.
11. Типы линий, назначение типов линий объектам.
12. Штриховка, Приемы работы со штриховкой.
13. Редактирование с помощью ручек.
14. Команды редактирования – обрезка, удлинение.
15. Команды редактирования – разорвать в точке, разорвать между двумя точками.
16. Команды редактирования – фаска, скругление.
17. Массивы – назначение, создание массива.
18. Текст в САПР. Работа с текстом. Редактирование текстовых стилей.

19. Блок. Понятие, применение.
20. Создание динамического блока.
21. Редактирование блоков. Команды поворот, отражение.
22. Виды размеров и правила их простановки.
23. Размеры. Простановка и редактирование.
24. Редактирование размерных стилей.
25. Форматы чертежей. Настройка границ изображения.
26. Операции масштабирования.
27. Операции копирования.
28. Операции поворота.
29. Операции подобия и переноса.
30. Слои, назначение. Приемы работы с ними.
31. Пользовательские системы координат. Приемы работы с ними.
32. Твёрдотельные примитивы. Их виды. Построение примитивов.
33. Объекты ящик (параллелепипед), шар, цилиндр.
34. Объекты пирамида, конус, тор.
35. Зуммирование и панорамирование.
36. Операции слияние и вычитание. Приемы работы с ними.
37. Операция сечение. Приемы работы.
38. Операция оболочка. Приемы работы.
39. Создание трехмерного объекта операцией выдавливание.
40. Создание трехмерного объекта операцией вращение.
41. Создание трехмерного объекта операцией сдвиг.
42. Создание трехмерного объекта операцией вытягивание.

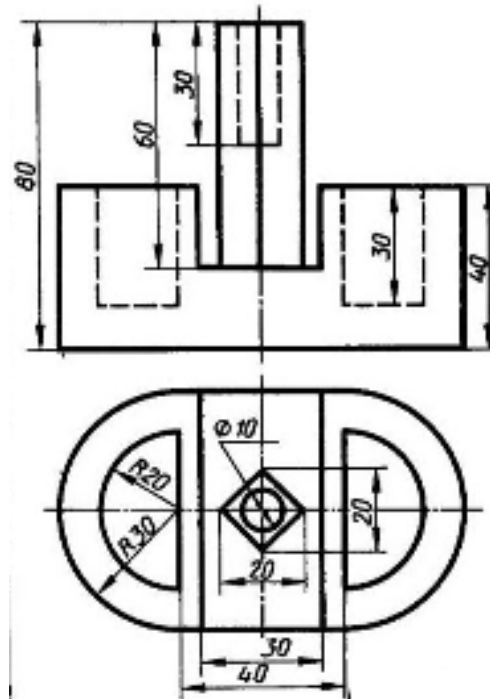
**Перечень практических заданий для проведения промежуточной аттестации (в форме дифференцированного зачета) по итогам освоения дисциплины «Компьютерная графика»**

1. Выполнить построение отрезка в абсолютных координатах длиной 50 мм.
2. Выполнить чертеж детали в трех проекциях.



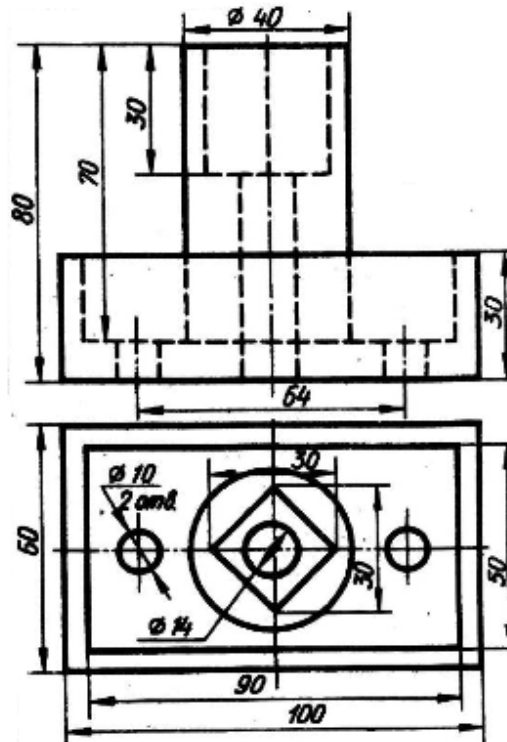
3. Построить три графических примитива (окружность, многоугольник, эллипс).

4. Выполнить чертеж детали.



5. Выполнить построение шестиугольника, вписанного в окружность диаметром 60 мм.

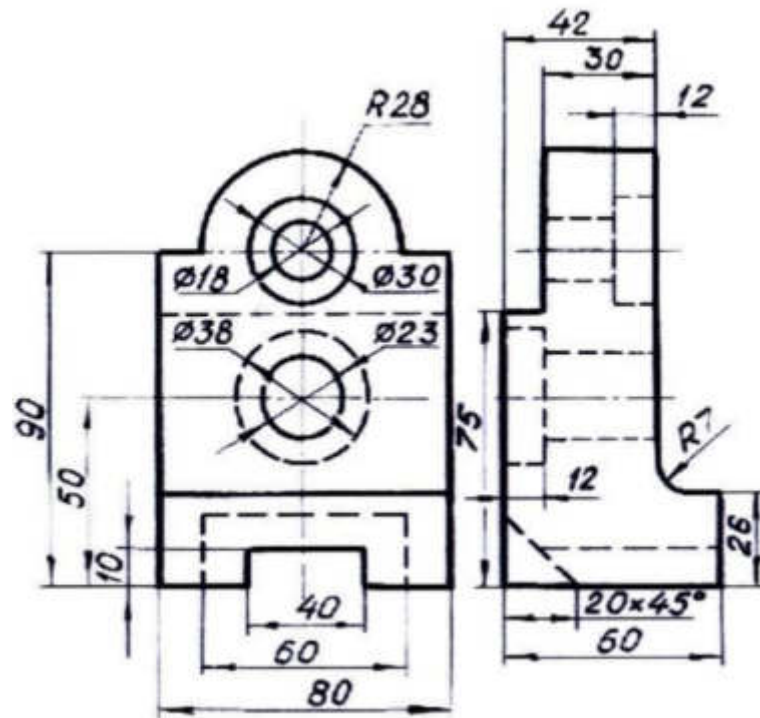
6. Выполнить чертеж детали.



7. Выполнить построение пятиугольника, описанного вокруг окружности диаметром 30 мм.

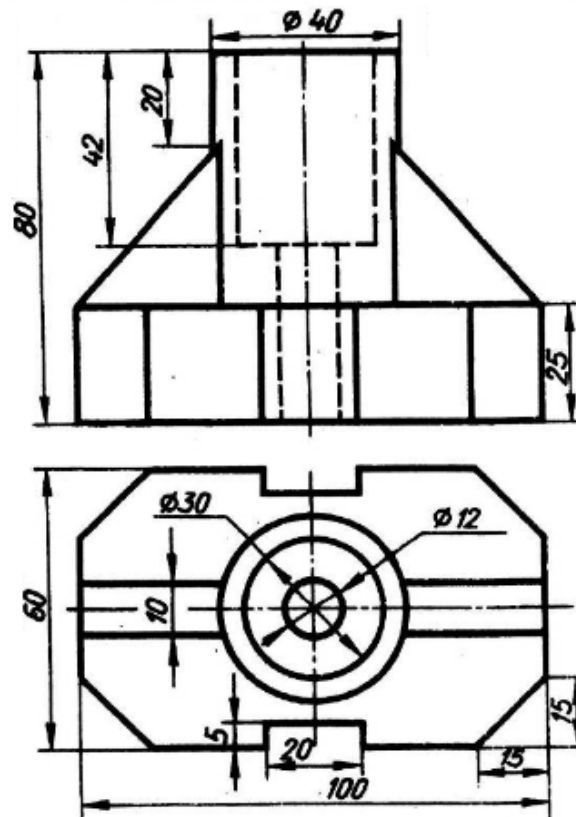
8. Выполнить чертеж детали.





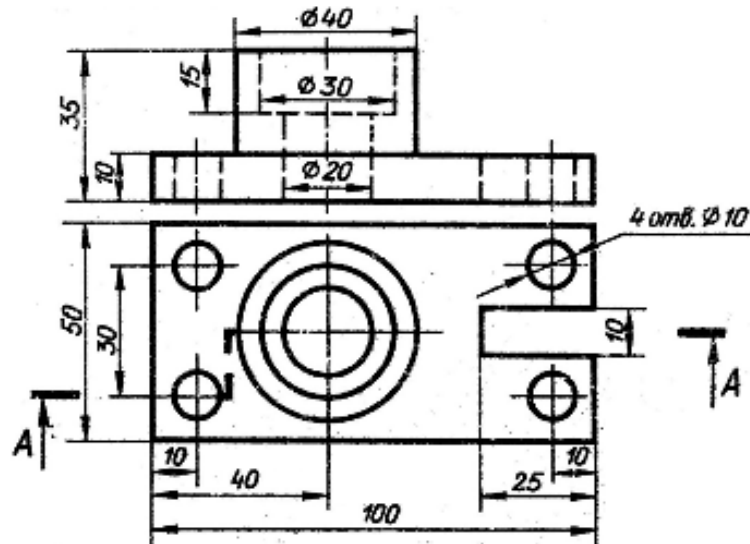
9. Начертить с помощью полилинии стрелку длиной 5 мм и шириной в основании 2 мм.

10. Выполнить чертеж детали.



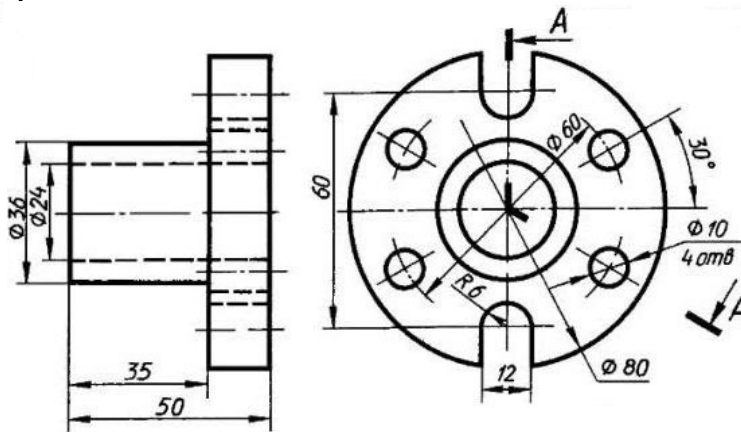
11. Выполнить построение рамки чертежа формата A3 при помощи команды отрезок.

12. Выполнить чертеж детали.



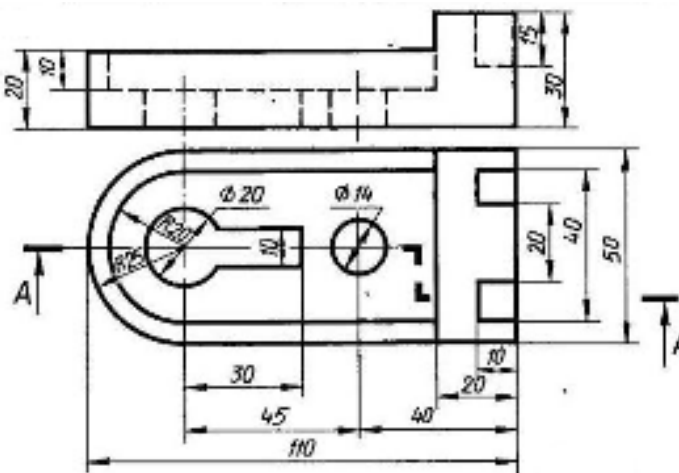
13. Выполнить построение рамки чертежа формата A4 при помощи команды отрезок.

14. Выполнить чертеж детали.



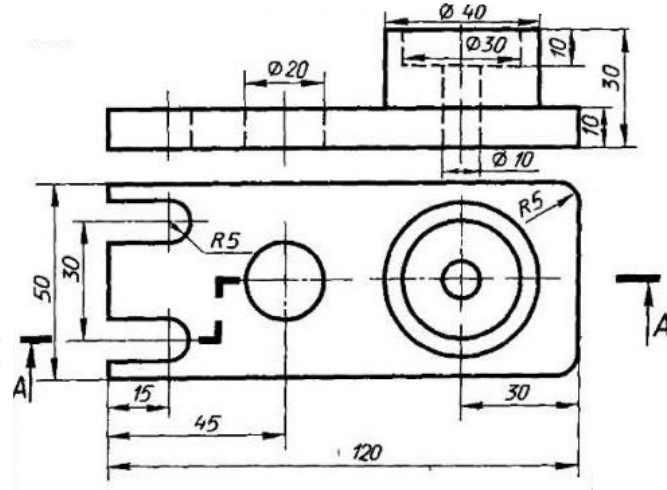
15. Выполнить построение рамки чертежа формата A3 при помощи команды прямоугольник.

16. Выполнить чертеж детали.



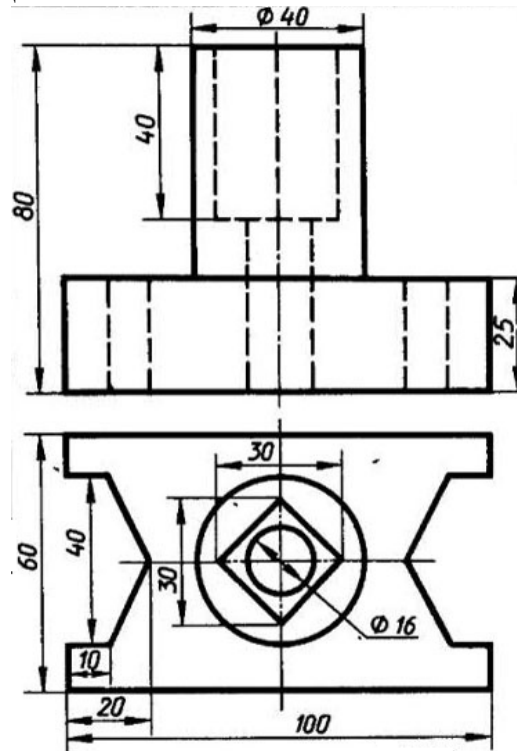
17. Выполнить построение рамки чертежа формата A4 при помощи команды прямоугольник.

18. Выполнить чертеж детали.



19. Выполнить чертеж прямоугольника 100x50 мм.

20. Выполнить чертеж детали.



### Словарь терминов по дисциплине «Компьютерная графика»

Абсолютные координаты	значения координат, измеренные относительно исходной точки системы координат (0,0,0). См. также начало координат, относительные координаты, пользовательская система координат (ПСК), мировые координаты и мировая система координат
Аннотации	текст, размеры, допуски, символы, примечания и другие типы пояснительных символов и объектов
Базовый вид	вид чертежа, который проецируется непосредственно из 3D-модели
Блок	один или несколько объектов, сгруппированные в единый объект. Иногда, для краткости, используется вместо терминов "определение блока" и "вхождение блока". (БЛОК) См. также определение блока и вхождение блока
Быстрый просмотр	инструмент предварительного просмотра, обеспечивающий переключение между открытыми чертежами и листами чертежа
Векторная графика	способ представления объектов и изображений в компьютерной графике, основанный на использовании элементарных геометрических объектов, таких как точки, линии, сплайны и многоугольники. Объекты векторной графики являются графическими изображениями математических функций
Вес линий	значение ширины, которое может быть присвоено всем графическим объектам, кроме шрифтов TrueType ® и растровых изображений
Визуальный стиль	совокупность параметров, определяющих отображение
Выбор рамкой	прямоугольник, позволяющий выбирать группы объектов. Очерчивается в области рисования. См. также текущая рамка и полигональная рамка выбора
Выбор текущей рамкой	прямоугольная рамка выбора, захватывающая все объекты, которые попадают в нее целиком или пересекают ее границы
Выносной элемент	при использовании функции документации модели ссылается на проекционный вид, в котором отображается определенная часть другого вида чертежа, обычно в увеличенном масштабе.
Графический редактор	программное средство для создания и обработки изображений
Зумирование	процесс уменьшения или увеличения видимых размеров области рисования на экране. (ПОКАЗАТЬ)
Каркасная модель	представление объекта с использованием линий и кривых для обозначения его граней
Командная строка	текстовая область, предназначенная для ввода с клавиатуры, отображения запросов и сообщений

Компьютерная графика	это дисциплина, предметом изучения которой является создание, хранение и обработка моделей и их изображений с помощью персональных компьютеров. Под компьютерной графикой так же понимают автоматизацию процессов подготовки, преобразования, хранения и воспроизведения графической информации с помощью компьютера.
Контекстное меню	меню, которое появляется в месте расположения графического курсора при нажатии правой кнопки устройства указания. Набор предлагаемых функций зависит от того, в какой области экрана находится курсор, а также от других факторов (наличие выбранного объекта, выполняемая команда и т.п.). Для программ, работающих под управлением Windows, меню ярлыков теперь называются контекстными меню. Они также иногда называются меню правой кнопки мыши
Кривая Безье	полиномиальная кривая, задаваемая набором определяющих точек. Представляет уравнение, порядок которого на одну ступень меньше количества учитываемых точек. Кривая Безье - частный случай В-сплайновой кривой. См. также В-сплайновая кривая
Массив	множественное копирование выбранных объектов прямоугольного или полярного (кругового) массива. (МАССИВ) 2. Набор элементов данных, в котором идентификация элементов выполняется по нижнему индексу (ключу) и который организован так, что можно выполнить проверку набора и извлечь данные с определенным ключом
Мировая система координат, МСК	фиксированная система координат, которая определяет положение всех объектов и других координатных систем на чертеже. В новых чертежах пользовательская система координат (ПСК) изначально совпадает с МСК. См. также пользовательская система координат (ПСК)
Модель	представление механической детали, например здания, трубопровода, электросети, схемы, диаграммы или другого объекта, в формате 2D или 3D
Начало координат	точка пересечения осей системы координат. Например, точкой начала прямоугольной системы координат является точка пересечения осей X, Y и Z; ее координаты равны (0,0,0)
Нормаль	нормаль представляет собой вектор, который определяет направление, на которое указывает грань, ортогональное ее поверхности. Направление нормали указывает переднюю, или внешнюю, сторону грани
Облако точек	набор из множества точек, размещенных в пространстве модели и формирующих 3D-представление объектов, географических особенностей или областей

Общий вид	интерактивное визуальное представление модели или проекта, выгруженное из приложения Autodesk и доступное для просмотра в средстве просмотра Autodesk
Объект	один или более элементов чертежа (текст, размеры, отрезки, круги, полилинии и т.п.), рассматриваемые как единое целое при создании, обработке и модификации. В прежних версиях программы назывался существующим объектом
Объектная привязка	метод задания определенных мест расположения точек на объекте при создании или редактировании объектов. С помощью объектной привязки можно задать положение центра выбранной окружности или пересечения двух кривых. См. также текущий режим объектной привязки и подавление объектной привязки
Ортогональность	ориентация двух объектов, когда касательные к ним в точке пересечения перпендикулярны друг другу
Относительные координаты	координаты, заданные относительно предыдущих
Палитра	элемент интерфейса пользователя, специфичный для Windows, который в области рисования может быть закрепленным, прикрепленным якорем или плавающим. В закрепляемых окнах находится командная строка, строка состояния, палитра свойств и т. д.
Пиксель	неделимая точка в графическом изображении; наименьший адресуемый элемент растрового изображения. Пиксель характеризуется прямоугольной формой и размерами, определяющими пространственное разрешение изображения
Поверхность	поверхность представляет собой 3D объект-оболочку с неограниченно тонкими стенками. Существует 3 типа поверхностей: аналитические, простые и NURBS-поверхности
Полилиния	объект, состоящий из одного или нескольких связанных между собой прямолинейных и дуговых сегментов, Также называется плинния
Пользовательская система координат, ПСК	активная система координат, которая задает плоскость XY (рабочую плоскость) и направление оси Z для создания чертежей и моделирования. Можно задать начало координат ПСК и ее оси X, Y и Z в соответствии с требованиями к проекту. См. также мировая система координат (МСК)
Примитив	базовые 3D-формы, такие как параллелепипед, конус, цилиндр, пирамида, шар, клин или тор. Можно создавать примитивные 3D-тела и сети

Растровая графика (raster graphics)	вид компьютерной графики, используемой в приложениях, в частности, для рисования, близкого по технике к традиционному процессу (на бумаге или холсте). Данные в памяти ЭВМ хранятся в виде «карты» яркости и цвета для каждого элемента изображения (пикселя) или прямоугольной матрицы пикселей (bitmap), дополненной данными о цвете и яркости каждого из них, а также способе сжатия записи и другими сведениями которые могут содержаться в «заголовке» и «концовке» файла
Растровый формат	цифровое представление изображения, в котором каждому пикселу соответствует определенное количество бит. Цвет пиксела обычно передается как сумма уровней цветовых составляющих (красного, зеленого и синего)
САПР	система автоматизированного проектирования - организационно-техническая система, осуществляющая проектирование при помощи комплекса средств автоматизированного проектирования
Таблица	прямоугольный массив ячеек, содержащих текстовые объекты или блоки. В архитектуре и строительстве таблицу часто называют спецификацией, и в ней содержится информация о материалах, необходимых для возведения проектируемого здания. В обрабатывающей промышленности таблицы часто называют "спецификациями". (ТАБЛИЦА)
Твердотельный примитив	основные 3D-формы, такие как параллелепипед, клин, конус, цилиндр, сфера, тор и пирамида
Текстовый стиль	именованный, сохраненный набор установок, определяющий вид текстовых символов, например, растянутых, сжатых, наклоненных, зеркально отображаемых или расположенных вертикально в столбце
Текстура	проецирование изображения образца поверхности определенного материала (рисунок ткани) на поверхность заданного объекта
Трехмерная графика	раздел компьютерной графики, совокупности приемов и инструментов (как программных, так и аппаратных), предназначенных для изображения объемных объектов
Фрактальная графика	графика, основанная на математических вычислениях. Базовым элементом фрактальной графики является сама математическая формула, то есть никаких объектов в памяти компьютера не хранится и изображение строится исключительно по уравнениям или системе уравнений. Меняя коэффициенты (параметры) уравнений, можно получить другое изображение. Характерная особенность фрактальной графики — наследование свойств. Таким способом строят как простейшие регулярные структуры, так и сложные



	иллюстрации, имитирующие природные ландшафты и трехмерные объекты
Шрифт	набор знаков символов для представления текста в полиграфии, компьютерных системах, причем для этих знаков характерны единство стиля, размеров, одинаковость способов отображения
Штурвалы	набор инструментов, содержащий инструменты двумерной и (для AutoCAD) трехмерной навигации
Яркость (или световая яркость) цифрового изображения	величина уровней интенсивности в пиксельной матрице изображения, снятого цифровой камерой, или оцифрованного аналогово-цифровым преобразователем. Яркость – это величина уровней интенсивности всех пикселей вместе, составляющих цифровое изображение, которое было снято, оцифровано и отображено на экране. Яркость пикселей является очень важным элементом цифровых изображений, так как это единственная величина, которая используется техническими средствами обработки изображений