

**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»**

(направление подготовки 20.03.01 «Техносферная безопасность»)

**Иваново**

**Иванов В.Е., Легкова И.А.**

Методические рекомендации для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине «Компьютерная графика» (направление подготовки 20.03.01 «Техносферная безопасность») – Иваново: Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России. – 36 с.

В методических рекомендациях содержится краткое изложение основных разделов дисциплины «Компьютерная графика» и рекомендации по изучению ее отдельных тем. Целью методических рекомендаций является повышение эффективности самостоятельной подготовки обучающихся по дисциплине «Компьютерная графика».

## Содержание

Введение .....	4
1 Основы компьютерной графики .....	5
1.1 Роль и задачи компьютерной графики .....	5
1.2 Основные сведения о системе AutoCAD .....	6
2 Основы двумерных графических построений .....	10
2.1 Работа графических примитивов .....	10
2.2 Инструменты обеспечения точности построений .....	15
2.3 Работа инструментов редактирования чертежа .....	17
2.4 Простановка размеров .....	22
3 Трехмерная графика в системе AutoCAD .....	25
3.1 Построение пространственных моделей .....	25
3.2 Общие принципы редактирования трехмерных объектов .....	33
Вопросы для самоконтроля .....	35
Список литературы .....	36

## 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.

Дисциплина «Компьютерная графика» относится к базовой части профессионального цикла основной образовательной программы подготовки обучающихся по направлению подготовки 20.03.01 «Техносферная безопасность» профиль «Пожарная безопасность».

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.

## **1 Основы компьютерной графики**

### **1.1 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.

## 1.2 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.

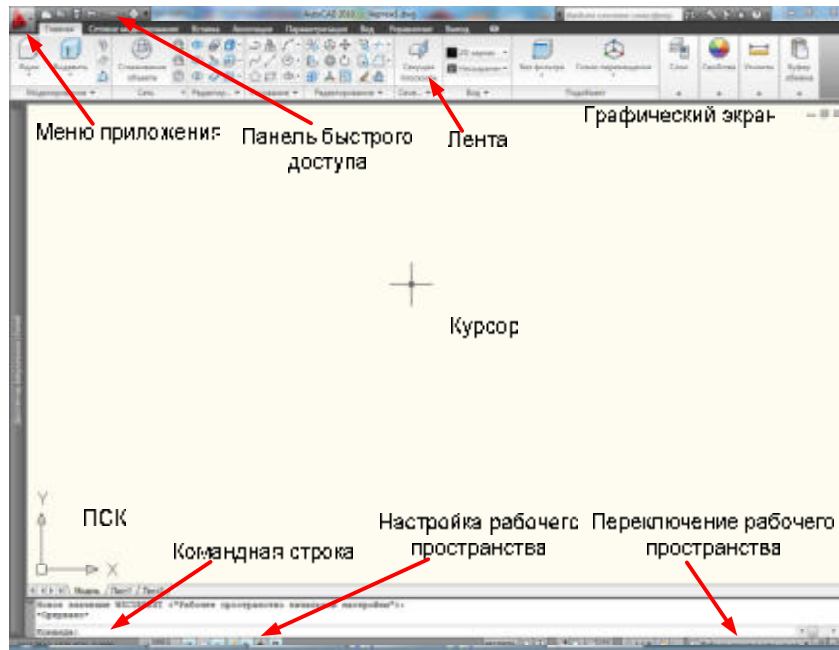


Рисунок 1.1 – Рабочее окно AutoCAD 2010

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

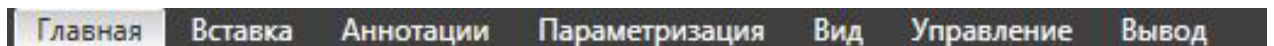


Рисунок 1.2 – Лента с вкладками

- 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.

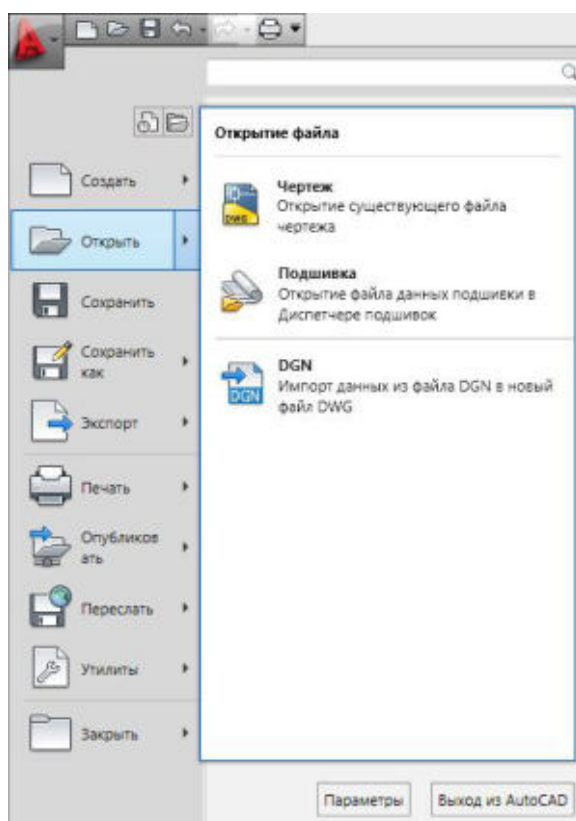


Рисунок 1.3 – Меню приложения

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.

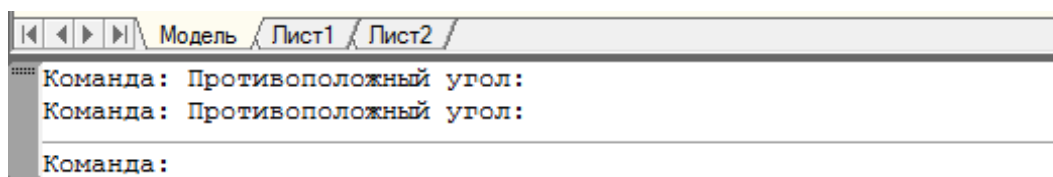


Рисунок 1.4 – Командная строка

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.

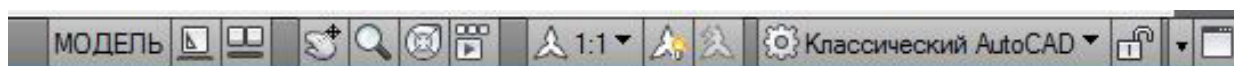


Рисунок 1.5 – Строка состояния

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).

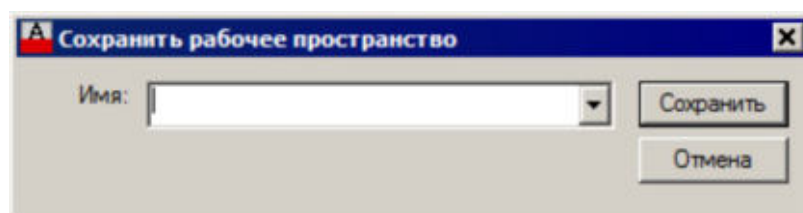


Рисунок 1.6 – Диалоговое окно «Сохранить рабочее пространство»

## 2 Основы двумерных графических построений

В AutoCAD используются абсолютные и относительные координаты. И абсолютные и относительные координаты могут быть декартовыми (прямоугольными) вида X, Y или полярными.

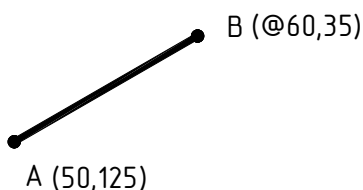
Рассмотрим на примере построения отрезка три метода ввода координат.

Вывод отрезка в системе абсолютных декартовых координат



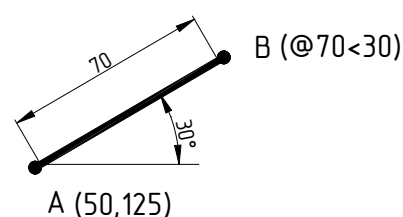
От точки: 50,125  
К точке: 110,160

Вывод отрезка в системе относительных декартовых координат



От точки: 50,125  
К точке: @ 60,35

Вывод отрезка в системе полярных координат



От точки: 50,125  
К точке: @ 70<30

Полярные координаты записываются (вводятся) так:  $r < A$ . Здесь  $r$  – радиус-вектор,  $A$  – угол от предыдущей точки в градусах, отсчитываемый против часовой стрелки. Например, запись  $40 < 60$ , означает отрезок длиной 40 миллиметров, расположенный под углом  $60^\circ$ . Относительные координаты задают смещение от последней введенной точки и записываются так: @X, Y для декартовых координат или @ $r < A$  для полярных.

### 2.1 Работа графических примитивов

В AutoCAD можно создавать базовые геометрические объекты, такие как отрезки, окружности, текст и др., называемые примитивами. Графический примитив – это элемент чертежа, обрабатываемый системой как целое, а не как совокупность объектов. Команды вывода графических примитивов содержатся в выпадающем меню «Рисование» или используются соответствующие кнопки на панели инструментов рисования.

#### «Точка»



– команда «Точка», определяется указанием ее координат. Перед вызовом команды выбирается графическое отображение точки на чертеже через выпадающее меню «Формат», команду «Стиль точки».

#### «Отрезок»



– отрезок, задается двумя точками. Работа с командой:

1) указателем и щелчком по левой клавише мыши задать начальную точку отрезка, или в командной строке на запрос «от точки» ввести координаты с

клавиатуры;

2) указателем и щелчком по левой клавише мыши указать конечную точку отрезка или в командной строке с клавиатуры на запрос: «к точке» ввести соответствующие координаты;

3) продолжить вычерчивание контура, состоящего из отрезков;

4) выйти из команды, нажав правую клавишу мыши, при этом готовность программы к новым командам отражает пустая командная строка запросом: «Введите новую команду».

Запросы команды «Отрезок» организованы циклически. Это означает, что при построении непрерывной ломаной линии конец предыдущего отрезка служит началом следующего. При перемещении к каждой следующей точке за перекрестьем тянется «резиновая нить». Это позволяет отслеживать положение строящегося отрезка ломаной линии. При этом каждый отрезок ломаной линии представляет собой отдельный примитив. Цикл заканчивается после нажатия клавиши Enter в ответ на очередной запрос.

### «Прямая»



– прямая, вспомогательный элемент, не ограничивается пространством чертежа. Работа с командой:

1) указателем и щелчком по левой клавише мыши устанавливаем опорную точку прямой;

2) указателем и щелчком по левой клавише мыши устанавливаем направление прямой;

3) аналогично установить вторую и последующие прямые;

4) выйти из команды щелчком по правой клавише мыши.

### «Прямоугольник»



– команда «Прямоугольник», является единым графическим примитивом, задается двумя противоположными точками. Работа с командой:

1) указателем и левой клавишей мыши задать сначала левый нижний угол прямоугольника (можно ввести координаты в командной строке);

2) указателем и левой клавишей мыши задать противоположный правый верхний угол прямоугольника (либо ввести координаты в командной строке).

### «Многоугольник»



– команда «Многоугольник», обеспечивает формирование правильного многоугольника с числом сторон от 3 до 1024. Работа с командой:

1) в командной строке с клавиатуры ввести число сторон многоугольника;

2) указателем и левой клавишей мыши указать центр многоугольника (либо ввести координаты центра в командной строке);

3) в экранном меню выбрать положение многоугольника относительно окружности (вписать в окружность или описать вокруг нее);

4) указателем и левой клавишей мыши (либо с клавиатуры в командной строке)

задать радиус окружности и ориентацию многоугольника.

### «Полилиния»



— команда «Полилиния», представляет собой связанную последовательность отрезков и дуг, обрабатываемых как единый графический примитив. Работа с командой:

- 1) указать начальную точку;
- 2) в экранном меню выбрать команду «Ширина»;
- 3) в командной строке установить *начальную* ширину полилинии;
- 4) в командной строке ввести *конечную* ширину полилинии (эти значения могут быть разными), причём установленная ширина полилинии сохраняется в течение сеанса работы с программой;
- 5) указателем и левой клавишей мыши (или координатами в командной строке) зафиксировать последующие точки полилинии.

### «Круг»



— команда «Круг», можно строить различными способами, по умолчанию предлагается задать центр и радиус. Работа с командой:

- 1) в экранном меню выбрать один из четырех способов построения окружности: — по центру и радиусу; — по центру и диаметру; — по 2 точкам окружности (2Т); — по 3 точкам окружности (3Т); — по двум касательным и радиусу (ККР); — по трем точкам касания (ККК);
- 2) в командной строке с клавиатуры вводят необходимые параметры, согласно выбранному способу построения окружности.

### «Дуга»



— команда «Дуга» представляет собой часть окружности. Работа с командой:

- 1) после выбора команды в экранном меню выбрать один из десяти способов построения дуги (по умолчанию программа предлагает задать дугу тремя точками);
- 2) например, в экранном меню выбрать набор команд Начало, центр, направление;
- 3) указать начальную точку дуги;
- 4) указать центр окружности, частью которой является дуга;
- 5) задать абсолютный угол, определяющий направление дуги, в командной строке, или указателем мыши на экране показать это направление. Следует помнить о том, что построение дуги, так же как и полидуги, происходит против часовой стрелки.

### «Сплайн»



— команда «Сплайн», представляет собой плоскую кривую, проходящую через заданный набор точек, применяется для рисования кривых произвольной формы. Работа с командой:

- 1) указать первую точку кривой;
- 2) указать вторую и последующие точки кривой;
- 3) для выхода из режима ввода координат точек щелкнуть правой кнопкой мыши;
- 4) при необходимости с помощью вспомогательных касательных к концам сплайна изменять положение последних сегментов кривой.

### «Эллипс»



— команда «Эллипс», представляет собой плоскую кривую. Работа с командой:

- 1) задать начальную точку первой оси эллипса;
  - 2) задать конечную точку первой оси эллипса;
  - 3) задать точку, соответствующую второй полуоси эллипса;
- при необходимости установить центр эллипса щелкнуть по команде «Центр» в экранном меню, а затем задать величину полуосей.

### «Штриховка»



— команда («Штрих»), позволяет штриховать область, ограниченную замкнутой кривой линией, как указанием точки внутри контура, так и выбором объектов. Она автоматически определяет контур и игнорирует любые целые примитивы и их составляющие, которые не являются частью контура.

После запуска команды на экране появляется диалоговое окно (рис. 2.1), в котором производятся все действия, связанные с выбором и нанесением штриховки и градиента.

Принцип работы команды:

- 1) в диалоговом окне (рис. 2.1) выбрать вкладку «Штриховка»;
- 2) в области «Тип и массив» открыть строчку «Образец»;
- 3) выбрать тип штриховки, выбор подтвердить кнопкой «ОК»;
- 4) задать масштаб отклонения штриховки от образца в строке «Масштаб» (масштаб – это коэффициент или число, на которое умножается расстояние между элементами штриховки);
- 5) задать угол отклонения штриховки от образца в строке «Угол»;
- 6) выбрать кнопку «Добавить точки выбора» или «Добавить объекты» в области «Контуры»;
- 7) левой клавишей мыши выбрать точку внутри области штриховки, выбор подтвердить правой клавишей мыши;
- 8) вернувшись в диалоговое окно штриховки, выбрать кнопку «ОК».

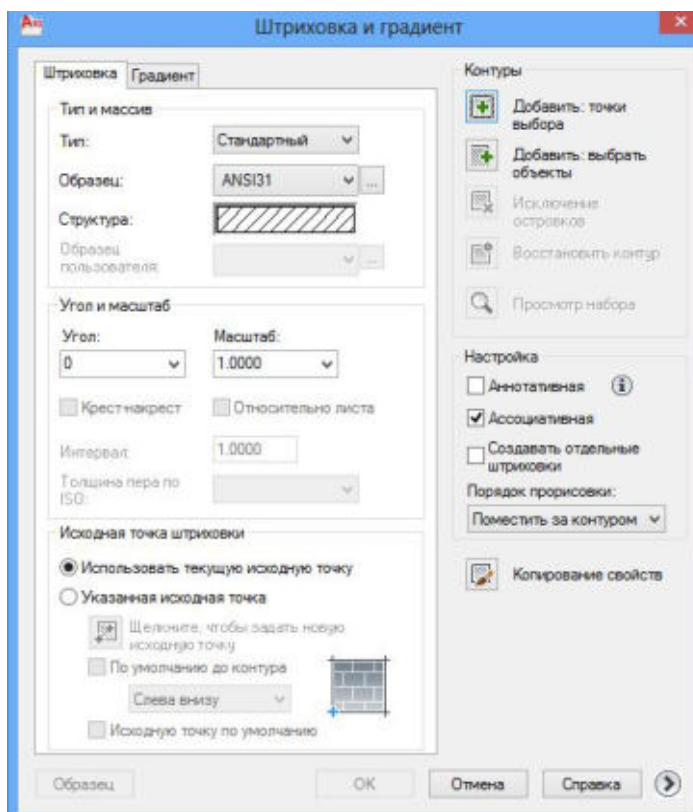


Рисунок 2.1 – Диалоговое окно штриховки и градиента

### Управление свойствами линий

Для создаваемых объектов можно установить тип линий, их вес и цвет. Управление свойствами линий осуществляется через выпадающее меню «Формат» или в строке свойств объектов (рис. 2.2).

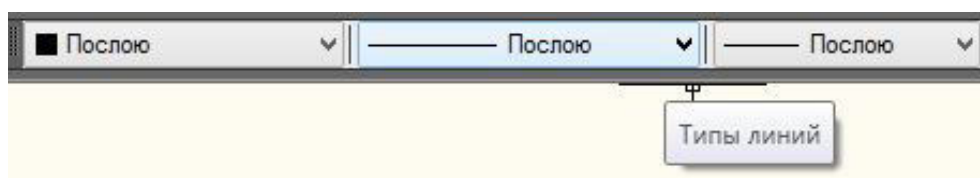


Рисунок 2.2 – Строка свойств объекта

Если необходимо установить тип линии, которого нет в раскрывшемся списке типов линий, необходимо выбрать команду «Другой». В появившемся на экране диалоговом окне «Диспетчер типов линий» выбрать команду «Загрузить». Выбрать нужный тип линии из предлагаемых образцов библиотеки и нажать кнопку ОК.

Для назначения веса линии необходимо открыть список управления весом линии, выбрать нужный параметр веса и сделать его текущим, щелкнув по нему левой клавишей мыши.











Чтобы увидеть вес линии на экране, нужно щелкнуть левой клавишей мыши на кнопке «Отображение линий в соответствии с весами» в строке состояния внизу экрана.

## 2.2 Инструменты обеспечения точности построений

AutoCAD предоставляет несколько функций для обеспечения необходимой точности построений. В нижней части окна программы расположена панель с набором кнопок, предназначенных для повышения точности и скорости построений (рис. 2.3).



Рисунок 2.3 – Панель инструментов обеспечения точности построений

-  Шаговая привязка. Если режим включен, то курсор перемещается по узлам сетки с определенным настраиваемым шагом.
-  Отображение сетки. Если режим включен, то на экране отображается сетка в виде точек с шагом по умолчанию 10 миллиметров. Если кликнуть на пиктограмме правой кнопкой мыши, появится контекстное меню. Пункт Настройка позволяет перейти в окно настроек режимов рисования. В этом окне можно изменять значение шага, тип привязки, отображение сетки.
-  Режим «Орто». При включенном режиме вычерчиваются только горизонтальные или вертикальные линии.
-  Полярное отслеживание. Включенный режим позволяет вычерчивать линии через определенное значение угла.
-  Объектная привязка. При включенном режиме курсор «прилипает» к какой-либо точке объекта. Выбор привязки осуществляется кликом правой кнопки мыши на пиктограмме.
-  Объектное отслеживание. Расширяет и дополняет возможности объектной привязки.
-  Разрешить/запретить динамическую ПСК. Включает динамическое создание пользовательской системы координат.
-  Динамический ввод. При включенном режиме у курсора появляются окна, дублирующие команды командной строки и позволяющие вводить необходимые значения.
-  Отображение линий в соответствии с весами.
-  Быстрые свойства. При включенном режиме в момент выбора объекта возникает окно с рядом его свойств.



## Объектная привязка

Методы задания координат точек с помощью клавиатуры не являются единственными. Обычно гораздо удобнее задавать точки, если известно, как должны быть расположены новые объекты относительно имеющихся. Например, если вы знаете, что создаваемый отрезок должен начинаться с середины существующего, то с помощью режима *объектной привязки* можно легко указать расположение начала нового отрезка, даже не зная численные значения координат этой точки.

Когда режим объектной привязки включен, при наведении указателя мыши на объект, к которому он может быть привязан, точка привязки отмечается маркером, вид которого зависит от типа точки. Об этом же информирует возникающая рядом с указателем подсказка с названием типа точки. Кроме того, указатель сам как бы притягивается к обозначенной точке. Пользователю достаточно щелкнуть кнопкой мыши, и создаваемой точке будут присвоены абсолютно такие же координаты, как у точки привязки.

Чтобы использовать режим объектной привязки максимально эффективно, его желательно настроить в соответствии со своими потребностями. Включить, отключить и настроить объектную привязку можно на соответствующей вкладке диалогового (рис. 2.4).

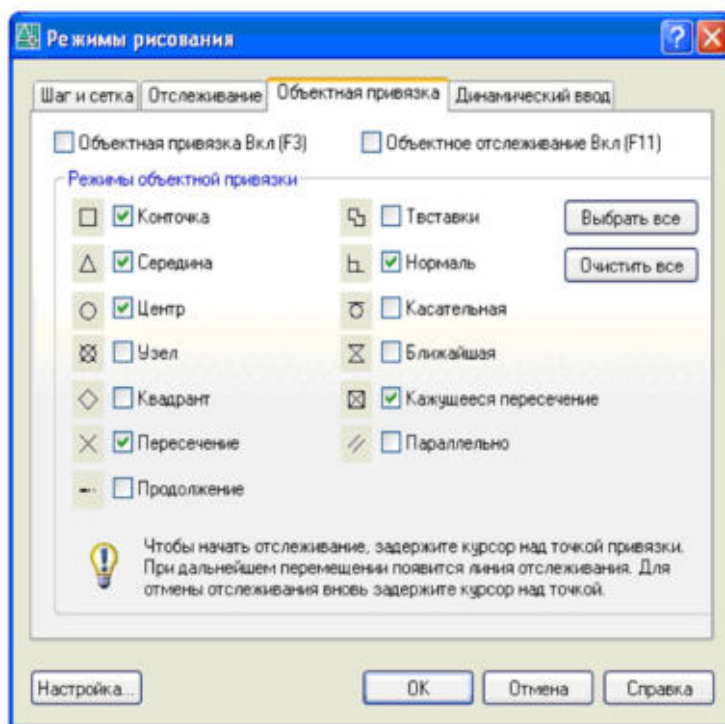


Рисунок 2.4 – Диалоговое окно объектных привязок

Наиболее часто применяемые команды объектной привязки следующие:



– «Конточка», привязка к ближайшей конечной точке линии или дуги, границы области и трехмерного тела;



– «Середина», средняя точка таких объектов, как линия или дуга;





– «Центр», центр окружности, дуги или эллипса (необходимо указывать на линию дуги или окружности эллипса, а не на их центр);



– «Узел», привязка к точечному элементу;



– «Пересечение», пересечение двух линий, линий с дугой или окружностью, двух окружностей и/или дуг, сплайнов, границ области. Оба объекта должны пересекать мишень. Реализует расширенный режим привязки к точке пересечения продолжения двух объектов. При этом с помощью маркера выбирается один объект и затем дается возможность выбора второго объекта;



– «Ближайшая», привязка к точке на линии, дуге или окружности, которая является ближайшей к позиции перекрестья;



– «Кажущееся пересечение», привязка к точке предполагаемого пересечения. Ищет точку «пересечения» двух объектов, которые не имеют явной точки пересечения в пространстве, а имеют лишь видимую на экране точку пересечения;



– «Нормаль», привязка к точке на линии, окружности, эллипсе, сплайне или дуге, которая образует совместно с последней точкой нормаль к этому объекту;



– «Касательная», привязка к точке на окружности или дуге, которая при соединении с последней точкой образует касательную.

## 2.3 Работа инструментов редактирования чертежа

Команды AutoCAD позволяют вносить в чертеж различные изменения. Ввод команд редактирования осуществляется через выпадающее меню «Редактирование», команды могут вводиться в командной строке или выбираться на плавающей панели инструментов редактирования.

«Ручки» отображаются в базовых точках на объекте после его выбора. Позволяют захватывать объект и выполнять над ним различные операции: увеличение размеров объекта, перенос, смещение.

Принцип работы с инструментом:

- 1) указателем и левой клавишей мыши выбрать одну из «ручек», сделав ее «горячей» (красной);
- 2) в командной строке или экранном меню выбрать необходимую команду редактирования и задать параметры.



**«Стереть»**

– команда «Стереть», предназначена для удаления построенного объекта. Принцип работы с командой: указателем и левой клавишей мыши отметить удаляемые объекты и нажать правую клавишу мыши. При удалении большой группы объектов указатель мыши установить сбоку от удаляемой группы и, перемещая мышь, заключить эту группу объектов в рамку, затем нажать сначала левую, потом правую клавишу мыши.

**«Переместить»**

– команда «Переместить» обеспечивает перенос объектов на выбранное расстояние.

При запуске команды в области командной строки AutoCAD появляется приглашение выбрать объекты для перемещения. Сделав это, нажмите клавишу Enter для принятия набора выделения.

Затем необходимо выбрать один из трех вариантов действия:

- назначить базовую точку;
- выбрать параметр «Перемещение»;
- ввести расстояние смещения, используя декартовы координаты.

При выборе первого варианта укажите базовую точку, используя функцию «Объектная привязка» в строке состояния. Затем выберите точку назначения, после чего выделенные объекты переместятся в новое место.

Вы также можете использовать ввод направленного расстояния для размещения второй точки. При использовании этого способа следует просто указать с помощью мыши направление, в котором вы хотите переместить выделенные объекты, и ввести с клавиатуры значение расстояния, на которое вы хотите их передвинуть.

Параметр «Переместить» позволяет назначить расстояние смещения в командной строке, используя декартовы или полярные координаты. Значение координаты, вводимое вами, всегда является относительным расстоянием, на которое будут перемещены выделенные объекты, даже если вы не поставите знак @.

**«Копировать»**

– команда «Копировать» обеспечивает копирование созданных объектов. Команда работает так же, как и команда перемещения, но переносит не оригинал, а копию выбранного объекта.

После запуска команды выделите объекты, которые вы хотите скопировать, и нажмите клавишу Enter для подтверждения набора выделения.

Далее, как и в предыдущем случае, у вас есть четыре варианта действия:

- назначить базовую точку;
- выбрать параметр Перемещение;
- выбрать параметр Режим;
- ввести расстояние смещения, используя декартовы координаты.

### «Зеркальное отражение»



– команда «Зеркальное отражение» обеспечивает формирование зеркальных отражений существующих на рисунке объектов, удаляя или сохраняя при этом оригиналы.

После запуска команды выберите объекты, которые вы хотите отразить, и нажмите клавишу Enter, чтобы принять набор выделения. Затем AutoCAD предложит вам определить две крайние точки линии, относительно которой должны отразиться выбранные объекты, как показано на рисунке 2.5.

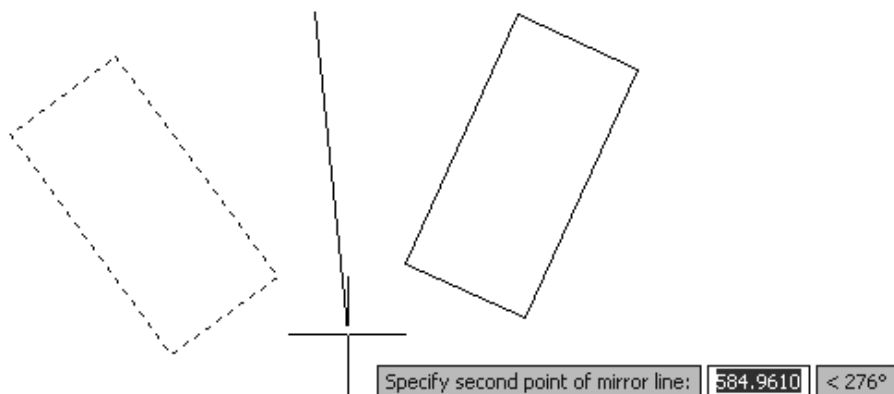


Рисунок 2.5 – Выбор осевой линии для зеркального отражения объектов

После выбора второй точки программа спросит вас, нужно ли удалять первоначально выбранные объекты. У вас есть выбор: оставить исходные объекты на чертеже вместе с их копиями или оставить только отраженные объекты, а первоначальные удалить. По умолчанию предлагается не стирать исходные объекты, поэтому при выборе этого варианта достаточно нажать клавишу Enter. Чтобы стереть оригиналы объектов, вы можете выбрать параметр Yes или ввести команду Y с последующим нажатием клавиши Enter. В любом случае, каким бы ни был ваш выбор, выполнение команды завершается зеркальным отражением объекта.

### «Смещение»



– команда «Смещение» создает параллельные кривые и отрезки, концентрические круги, многоугольники.

После вызова программа нужно указать расстояние смещения, выбрать объект для смещения и указать точку, определяющую сторону смещения. Укажите любую точку по ту сторону от исходного объекта, куда вы хотите его сместить.

### «Повернуть»



– команда «Повернуть» обеспечивает поворот группы объектов на заданный угол.

Принцип работы команды:

- 1) указателем и левой клавишей мыши выбрать объекты, закончить выбор, нажав правую клавишу мыши;
- 2) указателем и левой клавишей мыши указать базовую точку, вокруг которой осуществляют поворот объекта;
- 3) левой клавишей мыши повернуть объект или задать в командной строке угол поворота в градусах (положительное значение угла считать против часовой стрелки).

### «Масштаб»



– команда «Масштаб» применяется для увеличения масштаба объекта на чертеже заданного формата. Принцип работы команды:

- 1) указателем и левой клавишей мыши выбрать масштабируемые объекты, закончить выбор, нажав правую клавишу мыши;
- 2) указателем и левой клавишей мыши указать базовую точку, внутри объекта;
- 3) задать коэффициент масштабирования (коэффициент увеличения – 4; коэффициент уменьшения – 0,25);
- 4) нажать Enter.

### «Массив»



– Массивом называют множество однородных предметов, образующих единое целое. Массивы программы AutoCAD – это совокупность копий одного объекта, расположенных на равном расстоянии друг от друга. Так как массивы связаны со смещением координат, они могут быть прямоугольными и круговыми.

После запуска команды появится диалоговое окно (рис. 2.6).

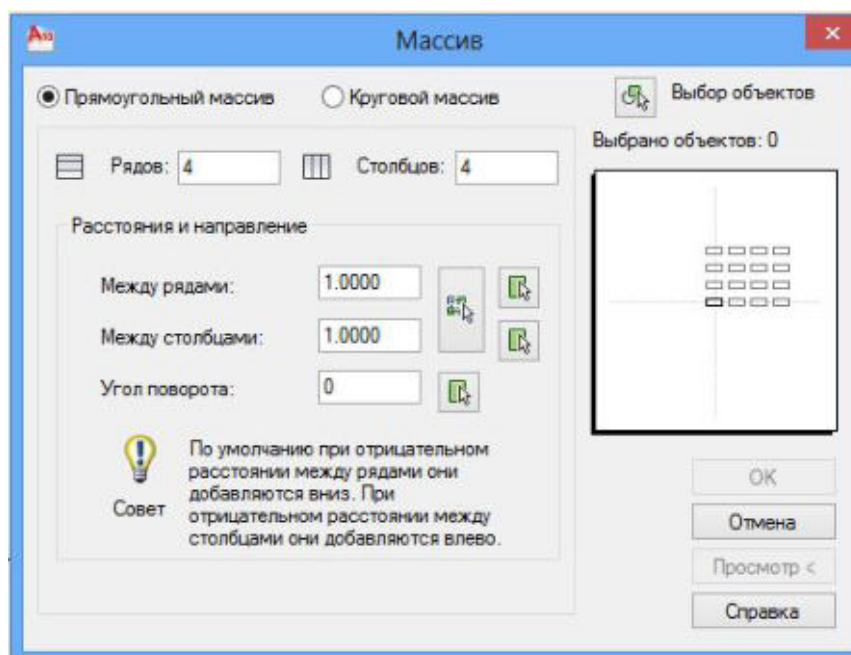


Рисунок 2.6 – Диалоговое окно «Массив»

В верхней части окна расположен переключатель, позволяющий выбрать тип

массива: прямоугольный или полярный. Справа от него находится кнопка «Выбор объектов», нажав которую можно выбрать объекты для копирования. Содержимое центральной части окна изменяется в зависимости от выбранного типа массива. Здесь можно указать различные параметры копирования. Справа находится область предварительного просмотра.

### «Обрезать»



– команда «Обрезать» обеспечивает частичное стирание отрезка, дуги и т. д. точно до режущей кромки.

Принцип работы команды:

- 1) указателем и левой клавишей мыши отметить режущие кромки и нажать правую клавишу мыши;
- 2) указателем и левой клавишей мыши выбрать удаляемую часть объекта и нажать правую клавишу мыши.

### «Удлинить»



– команда «Удлинить» удлиняет созданные объекты до граничной кромки.

Принцип работы команды:

- 1) указателем и левой клавишей мыши выбрать объект, до которого необходимо удлинить и нажать правую клавишу мыши;
- 2) указателем и левой клавишей мыши выбрать объект удлинения и нажать правую клавишу мыши.

### «Разорвать»



– команда «Разорвать» позволяет разорвать объект между двумя заданными точками.

Принцип работы команды: указателем и левой клавишей мыши выбрать первую, а затем вторую точку на объекте.

Разрыв криволинейных объектов производится против часовой стрелки.

### «Фаска»



– команда «Фаска», «подрезает» два пересекающихся отрезка на указанном расстоянии от точки пересечения и соединяет концы отрезков новым линейным сегментом. Фаска может задаваться как по длинам двух срезаемых отрезков, так и по длине одного отрезка и углу срезания.

Принцип работы команды:

- 1) после выбора команды в экранном меню выбрать команду «Расстояние»;
- 2) с клавиатуры в командной строке ввести первую длину фаски в мм (по одной стороне срезания фаски);
- 3) с клавиатуры в командной строке ввести вторую длину фаски в мм (по другой стороне срезания фаски);
- 4) указателем и левой клавишей мыши выбрать сначала одну сторону срезания

фаски, а затем вторую.

### «Сопряжение»



– команда «Сопряжение» осуществляет плавное сопряжение отрезков, дуг, окружностей или линейных сегментов полилиний дугой заданного радиуса.

Принцип работы команды:

- 1) после выбора команды в экранном меню выбрать команду «Радиус»;
- 2) в командной строке с клавиатуры ввести радиус сопрягающей дуги в мм;
- 3) указателем и левой клавишей мыши выбрать сначала первый, затем второй объект сопряжения.

## 2.4 Простановка размеров

Операции нанесения размеров выполняются с помощью команд, которым соответствуют пункты падающего меню «Размеры» и кнопки панели инструментов «Размер» (рис. 2.7).

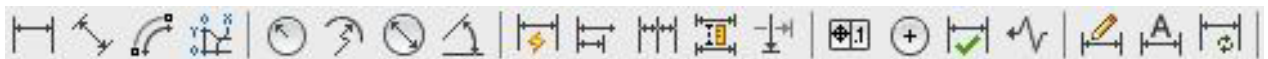


Рисунок 2.7 – Панель «Размер»

По умолчанию в AutoCAD все размеры создаются *ассоциативными*, т. е. зависимыми от объектов, к которым данные размеры привязаны. Это означает, что при редактировании основного объекта будут автоматически изменяться и все связанные с ним размеры.

Перед нанесением размеров на объект необходимо настроить все параметры, определяющие вид размера на рисунке. Такая настройка производится в команде «Размерные стили». Выбор команды осуществляется через выпадающее меню «Формат». После выбора команды активируется диалоговое окно (рис. 2.8).

Размерный стиль определяет следующие характеристики:

- формат и положение размерных линий, линий-выносок, стрелок и маркеров центра;
- внешний вид, положение и поведение размерного текста;
- правила взаимного положения текста и размерных линий;
- формат и точность значений и допусков и т. д.



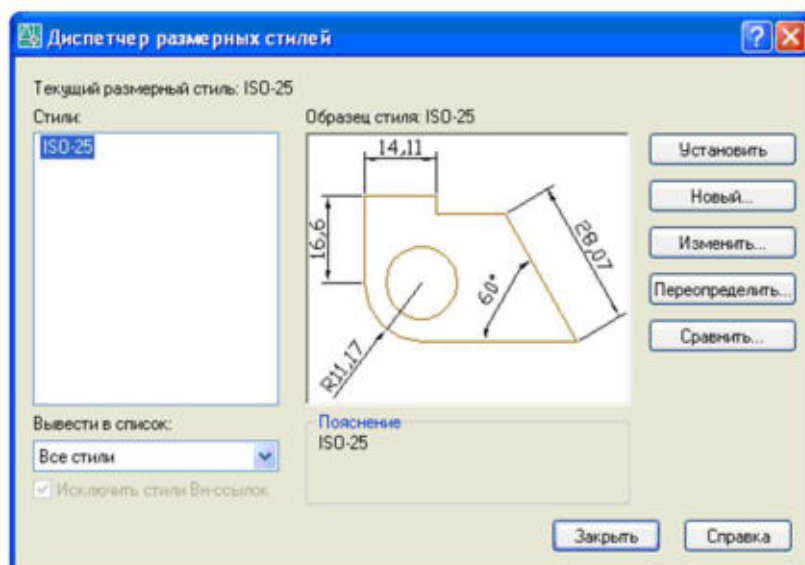


Рисунок 2.8 – Диалоговое окно «Диспетчер размерных стилей»

### Выполнение одиночных размеров, размеров от общей базы и размерных цепей

Команда простановки размеров задается из выпадающего меню «Размеры» или может быть использована пиктограмма на одноименной плавающей панели инструментов.

В изображения размеров входят следующие составные элементы:

- размерная линия – линия со стрелками на концах, выполняется параллельно измерению, для угловых размеров размерной линией является дуга;
- размерные стрелки – стрелки, засечки или произвольный маркер, определяемый как блок, для обозначения концов размерной линии;
- выносные линии – проводят для простановки линейных или угловых размеров от объекта к размерной линии;
- размерный текст – текстовая строка, содержащая величину размера и другую пояснительную информацию;
- выноски – используются, если размерный текст невозможно расположить рядом с объектом;
- маркер центра – небольшой крестик, отмечающий центр окружности или дуги.

Все элементы, составляющие размер, рассматриваются как один размерный примитив.



– линейный размер, проставляется вертикально или горизонтально относительно объекта. Работа с командой:

- левой клавишей мыши указать первую точку обмеряемого объекта;
- левой клавишей мыши указать вторую точку обмеряемого объекта;
- щелчком по левой клавише мыши зафиксировать положение размерной линии на чертеже.



– параллельный размер, проставляется параллельно обмеряемому объекту. Работа с командой: аналогично предыдущей.



– базовый размер, представляет собой последовательность линейных размеров, отсчитываемых от одной базовой линии. Работа с командой:

- проставить первый линейный размер;
- выбрать команду «базовый размер»;
- левой клавишей мыши указать конечную точку второй размерной линии, третьей и т. д.



– размерная цепь. Работа с командой: аналогично предыдущей.



– диаметр, строит диаметр окружности или дуги. При простановке размера диаметра текст по умолчанию начинается со знака Ø. Работа с командой:

- левой клавишей мыши указать точку на окружности;
- зафиксировать положение размерной линии на чертеже.



– радиус, строит радиус окружности или дуги. Работа с командой аналогично предыдущей.



– угловой размер. При простановке углового размера текст по умолчанию заканчивается знаком градуса (°). Когда угол образуется двумя непараллельными прямыми, размерная дуга стягивает угол между ними. Работа с командой:

- левой клавишей мыши указать одну сторону обмеряемого угла;
- левой клавишей мыши указать вторую сторону угла;
- левой клавишей мыши зафиксировать положение размерной линии на чертеже.



– маркер центра, определяет центр любой окружности или дуги. Работа с командой:

- левой клавишей мыши указать окружность или дугу.



### 3 Трехмерная графика в системе AutoCAD

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.

Преимуществ 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.

#### 3.1. 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. 3.1).

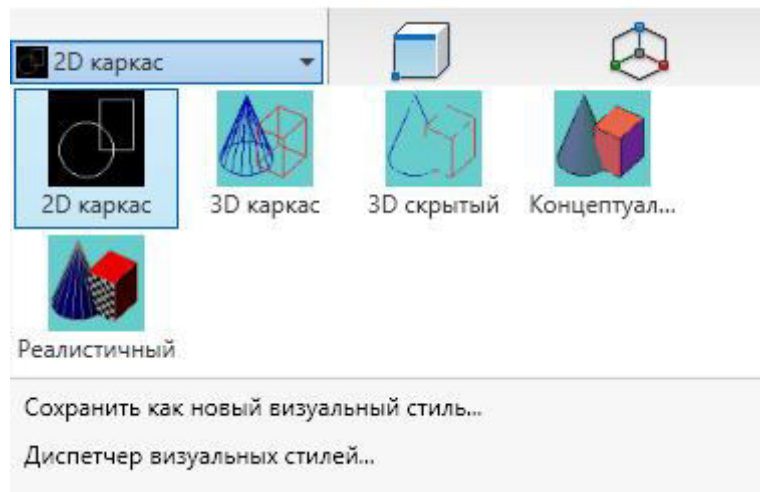


Рисунок 3.1 – Раскрытый список кнопки «Визуальные стили»

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 двумерных 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. 3.2).



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 3.2 – Режим «Орбита»

### Создание простых трехмерных объектов

Наиболее употребительные инструменты создания трехмерных объектов сосредоточены в подменю «Моделирование» и в панели инструментов «Моделирование» (рис. 3.3).

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

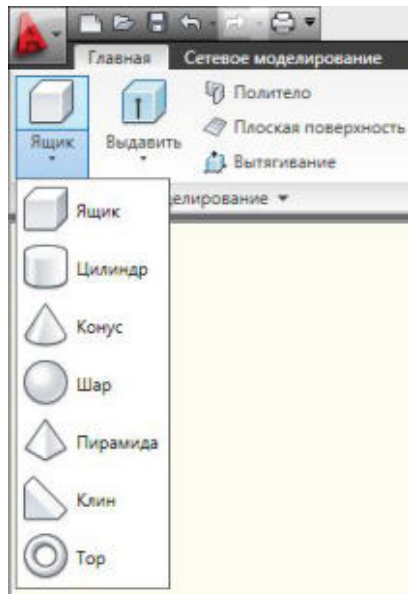


Рисунок 3.3 – Создание трехмерных моделей

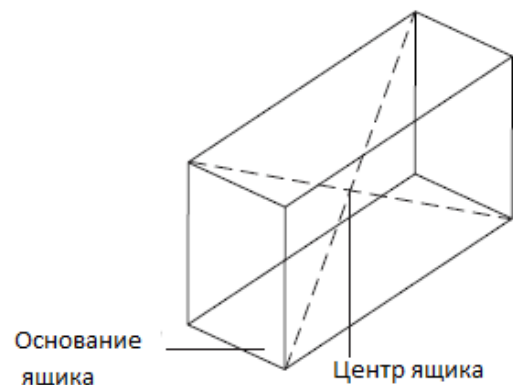


Рисунок 3.4 – Ящик

#### «Ящик»

Ящик (рис. 3.4) 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. 3.5).



Рисунок 3.5 – 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. 3.6). 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.

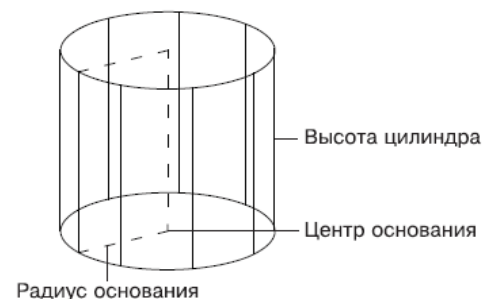


Рисунок 3.6 – Цилиндр

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. 3.7) 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.

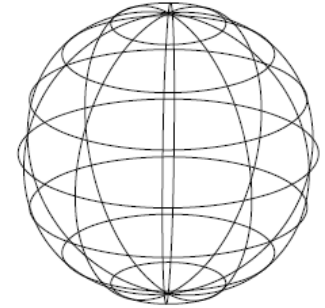


Рисунок 3.7 – Шар

### «Пирамида»

Команда «Пирамида» позволяет создавать пирамидальные тела различной конфигурации (рис. 3.8). Основанием пирамиды служит правильный многоугольник.

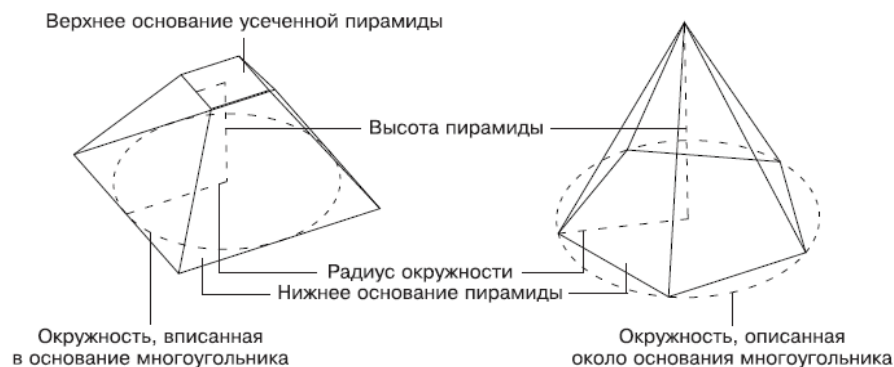


Рисунок 3.8 – Пирамида

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. 3.9).

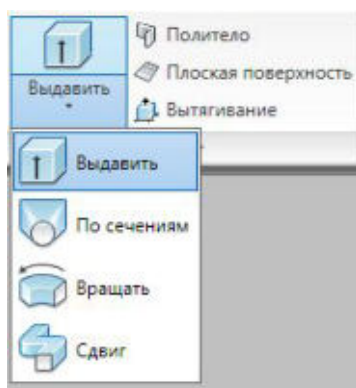


Рисунок 3.9 – Создание трехмерных объектов сложной формы

#### «Выдавить»

Для получения объемных тел путем выдавливания различных двумерных 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. 3.10); 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.



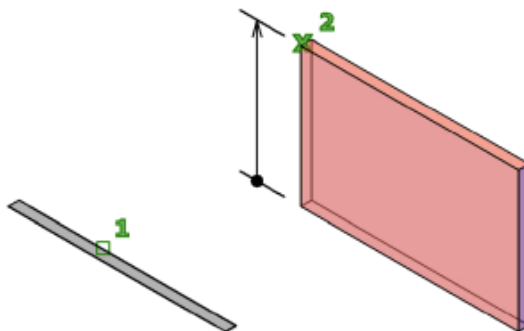


Рисунок 3.10 – Тело, полученное выдавливанием прямоугольника

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

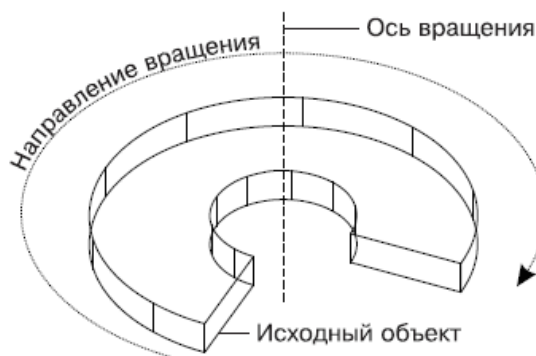


Рисунок 3.11 – Тело вращения

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. 3.12).

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

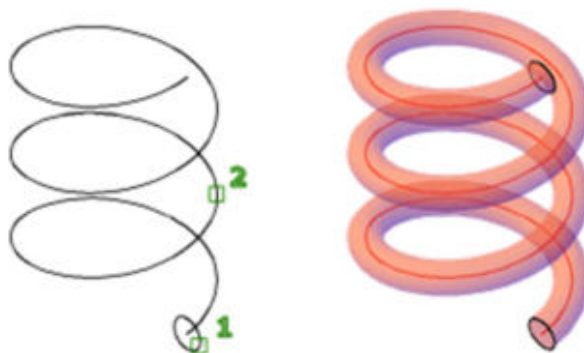


Рисунок 3.12 – Создание пружины при помощи команды сдвиг

### 3.2. 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. 3.13). Они располагаются на вкладке «Редактирование». Для редактирования трехмерных объектов есть также команды панели «Редактирование тела» (рис. 3.14).



Рисунок 3.13 – Панель «Редактирование»

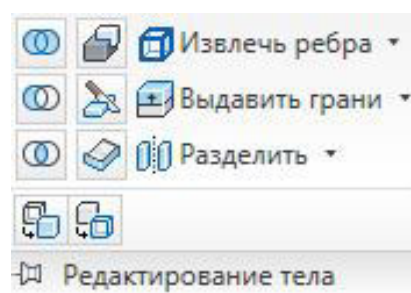


Рисунок 3.14 – Панель «Редактирование тела»

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.

### Вопросы для самоконтроля

1. Какой формат имеют файлы AutoCAD?
2. Можно ли открыть изображение, созданное в AutoCAD 2021 в более ранней версии программы?
3. Какие виды координат применяются в редакторе AutoCAD?
4. Назовите основные примитивы, используемые в AutoCAD.
5. Масштабируется ли вес линии при её увеличении?
6. Какое количество сторон могут иметь многоугольники, формируемые в AutoCAD?
7. Для чего предназначены объектные привязки?
8. Для чего используется привязка «середина»?
9. Для чего используется привязка «центр»?
10. Как включить режим привязок?
11. Используется ли механизм объектных привязок при редактировании объектов?
12. Удаляется ли исходный объект при использовании команды «Отражение»?
13. Что необходимо задать при использовании команды «Фаска»?
14. Что обязательно задается при использовании команды «Сопряжение»?
15. Можно ли нанести штриховку на незамкнутую область чертежа?
16. Имеет ли штриховка такие свойства как вес линии и цвет?
17. Какие виды массивов, используемые в AutoCAD, Вы знаете?
18. Что такое массив программы AutoCAD?
19. Можно ли применить команду «Обрезка» к ничем не ограниченному (не пересекаемому другими элементами чертежа) отрезку?
20. Какие виды размеров Вы знаете?
21. Каким образом можно отредактировать размерный текст?
22. Что такое трехмерная графика?
23. Какие виды трехмерных моделей можно создавать в AutoCAD?
24. Какие виды трехмерных координат используются в AutoCAD?
25. Какие виды твердотельных примитивов Вы знаете?
26. Какие стандартные визуальные стили для отображения модели Вы знаете?
27. Можно ли создать свой собственный визуальный стиль?
28. Используется ли механизм объектных привязок при трехмерном моделировании?
29. Перечислите команды, применяемые в AutoCAD для создания сложных трехмерных моделей.
30. Назовите команды редактирования трехмерных объектов.

## Список литературы

1. Хейфец, А.Л. Инженерная 3D-компьютерная графика. В 2 т. Том 1 : учебник и практикум для академического бакалавриата / А.Л. Хейфец, А.Н. Логиновский, И.В. Буторина, В.Н. Васильева ; под. ред. А.Л. Хейфеса. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Издательство Юрайт, 2019. – 328 с.
2. Хейфец, А.Л. Инженерная 3D-компьютерная графика. В 2 т. Том 2 : учебник и практикум для академического бакалавриата / А.Л. Хейфец, А.Н. Логиновский, И.В. Буторина, В.Н. Васильева ; под. ред. А.Л. Хейфеса. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Издательство Юрайт, 2019. – 279 с.
3. Дегтярёв, В.М. Инженерная и компьютерная графика: учебник для учрежд. высш. проф. обр./ В.М. Дегтярёв, В.П. Затыльников. – М.: Академия, 2011. – 240 с.:
4. Иванов В.Е. Компьютерная графика: практикум / В.Е. Иванов, И.А. Легкова, В.П. Зарубин. – Иваново: ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2020. – 82 с.
5. Чеботарева, И.В. AutoCAD 2010 на практике. – Ростов-на-Дону: Феникс. – 2010. – 160 с.
6. Жарков Н.В. AutoCad 2013. Книга + DVD с библиотеками, шрифтами по ГОСТ, модулем СПДС от Autodesk, форматками, дополнениями и видеоуроками AutoCAD 2013 / Н.В. Жарков, М.В. Финков, Р.Г. Прокди. - СПб.: Наука и техника, 2013. - 620 с. - (Полное руководство).
7. Никитина, С.А. Оформление и представление текстовых и графических документов по техническим дисциплинам: учебное пособие для курсантов, студентов и слушателей всех специальностей и форм обучения высших образовательных учреждений МЧС России / С.А. Никитина, В.П. Зарубин, П.В. Пучков, А.Н. Макурин, С.А. Гарелина, О.В. Токарева – Иваново: ООНИ ЭКО ФГБОУ ВПО ИВИ ГПС МЧС России, 2014. – 108 с. (гриф МЧС).
8. Иванов, В.Е. Инженерная графика: выполнение чертежей деталей: электронное учебное пособие / В.П. Зарубин, И.А. Легкова, В.Е. Иванов. – Иваново: ООНИ ЭКО ИПСА ГПС МЧС России, 2018. – Образовательный сервер Ивановской пожарно-спасательной академии ГПС МЧС России. – Режим доступа: <http://192.168.32.106/eduserver/>
9. Образовательный сервер Ивановской пожарно-спасательной академии ГПС МЧС России. – Режим доступа: <http://192.168.32.106/eduserver/>
10. Единая ведомственная электронная библиотека МЧС России сеть Интранет по адресу: 10.46.0.45.
11. ЭБС «Юрайт».
12. Научная электронная библиотека: <http://elibrary.ru/defaultx.asp>.
13. Электронная библиотека академии: <http://Bibliomchs37.ru>.
14. [www.gost.ru](http://www.gost.ru).
15. Договор о предоставлении доступа к Национальной электронной библиотеке от 20.02.2017 №1/101/НЭБ/1999.