

# Оглавление

|  |           |
|--|-----------|
| <b>Введение .....</b>  | <b>8</b>  |
| <b>Глава 1. Окно графического редактора AutoCAD 2018 .....</b>           | <b>10</b> |
| 1.1. Рабочий стол пользователя .....                                     | 13        |
| Упражнение 1.1. Вычерчивание отрезка прямой линии .....                  | 15        |
| Упражнение 1.2. Стирание отрезка .....                                   | 16        |
| Динамический режим ввода .....   | 16        |
| Отображение режимов черчения .....                                       | 17        |
| Упражнение 1.3. Сохранение чертежа .....                                 | 18        |
| 1.2. Меню и панели инструментов .....                                    | 19        |
| Контекстные меню .....   | 21        |
| Панели инструментов .....  | 21        |
| Упражнение 1.4. Вызов панели инструментов .....                          | 21        |
| 1.3. Настройка AutoCAD для индивидуального пользователя .....            | 22        |
| Упражнение 1.5. Настройка параметров рабочей среды .....                 | 23        |
| 1.4. Системы координат .....   | 24        |
| Упражнение 1.6. Вычерчивание ромба .....                                 | 25        |
| Привязка координат .....   | 26        |
| 1.5. Управление экраном .....  | 26        |
| <b>Глава 2. Графические примитивы .....</b>                              | <b>28</b> |
| 2.1. Свойства примитивов .....   | 28        |
| Установка цвета, толщины и типа линий .....                              | 29        |
| 2.2. Геометрические элементы для черчения .....                          | 30        |
| <b>Глава 3. Редактирование чертежа .....</b>                             | <b>36</b> |
| 3.1. Удаление примитивов .....   | 36        |
| Отмена предыдущих команд .....   | 36        |
| Упражнение 3.1. Построение рамки формата A4 .....                        | 37        |
| 3.2. Геометрические построения с использованием объектных привязок ..... | 39        |
| Упражнение 3.2. Построение вторых проекций .....                         | 40        |
| 3.3. Слои .....  | 45        |
| Упражнение 3.3. Создание слоев и перенос объектов .....                  | 46        |
| <b>Глава 4. Преобразование элементов чертежа .....</b>                   | <b>48</b> |
| 4.1. Выбор и редактирование объектов .....                               | 48        |
| 4.2. Копирование и изменение местоположения объектов .....               | 49        |
| 4.3. Корректировка размеров объектов .....                               | 53        |

|  |            |
|--|------------|
| 4.4. Конструирование объектов .....  | 55         |
| Упражнение 4.1. Редактирование чертежа .....   | 57         |
| 4.5. Использование ручек редактирования .....  | 64         |
| Упражнение 4.2. Использование ручек редактирования .....   | 65         |
| <b>Глава 5. Оформление чертежей .....</b>  | <b>67</b>  |
| 5.1. Выполнение штриховки .....  | 67         |
| Упражнение 5.1. Выполнение штриховки .....   | 68         |
| 5.2. Нанесение размеров .....  | 70         |
| Простановка отдельных размеров .....   | 70         |
| Отрисовка группы размеров .....  | 73         |
| Редактирование размеров .....  | 74         |
| 5.3. Изменение размерного стиля .....  | 74         |
| Упражнение 5.2. Простановка размеров .....   | 77         |
| 5.4. Текстовые вставки .....   | 81         |
| Создание текста .....  | 81         |
| Создание нового текстового стиля .....   | 82         |
| Упражнение 5.3. Текстовые вставки .....  | 83         |
| 5.5. Вывод графической информации на печать .....  | 85         |
| <b>Глава 6. Методика создания чертежа .....</b>  | <b>86</b>  |
| 6.1. Рекомендации по созданию чертежей .....   | 86         |
| 6.2. Выполнение чертежа .....  | 87         |
| 6.3. Поэтапное выполнение чертежа корпусной детали .....   | 88         |
| Упражнение 6.1. Построение чертежа корпусной детали .....  | 88         |
| 6.4. Варианты индивидуальных графических заданий .....   | 92         |
| <b>Глава 7. Трехмерное моделирование в AutoCAD .....</b>   | <b>102</b> |
| 7.1. Трехмерное рабочее пространство .....   | 103        |
| 7.2. Режимы отображения и просмотра .....  | 104        |
| 7.3. Методы каркасного и поверхностного моделирования .....  | 106        |
| Упражнение 7.1. Команда Mesh (Сетка). Примитивы поверхностные .....                                    | 108        |
| Упражнение 7.2. Команды Elevation (Уровень) и Thickness (Высота).<br>Треугольник «эзотерический» ..... | 108        |
| Упражнение 7.3. Команда 3D Face (Трехмерная грань). Пирамида<br>пятигранная .....                      | 110        |
| Упражнение 7.4. Команда Revolved Surface (Поверхность вращения).<br>Ладья вращения .....               | 111        |
| Упражнение 7.5. Команда Tabulated Surface (Поверхность сдвига).<br>Рельсы сдвинутые .....              | 112        |

|   |            |
|---|------------|
| Упражнение 7.6. Команда Ruled Surface (Поверхность соединения). Крыло трансзвуковое .....                               | 113        |
| Упражнение 7.7. Команда Edge Surface (Поверхность по кромкам). Ковёр-самолет .....                                      | 115        |
| 7.4. Моделирование самолета «Летучая мышь» .....  | 116        |
| Упражнение 7.8. Самолет «Летучая мышь» .....  | 116        |
| <b>Глава 8. Твердотельное моделирование в AutoCAD .....</b>   | <b>120</b> |
| Упражнение 8.1. Прimitives твердотельные .....  | 120        |
| 8.1. Методы твердотельного моделирования .....  | 121        |
| Упражнение 8.2. Команда Extrude (Выдавливание). Упаковка «Сердечная» .....  | 121        |
| Упражнение 8.3. Команда Revolve (Вращение). Манжета и бокал с вином .....   | 123        |
| Упражнение 8.4. Команда Sweep (Изгиб). Сверло искривленное .....  | 125        |
| Упражнение 8.5. Команда Loft (Лофтинг). Статуэтка и ракета .....  | 125        |
| Упражнение 8.6. Команды Union (Объединение), Subtract (Вычитание), Intersect (Пересечение). Конструирование плиты ..... | 127        |
| 8.2. Моделирование самолета-амфибии Бе-200 .....  | 129        |
| Упражнение 8.7. Моделирование самолета-амфибии Бе-200 .....   | 129        |
| <b>Глава 9. Окно графического редактора Autodesk Mechanical Desktop .....</b>   | <b>132</b> |
| 9.1. Основные термины 3D-моделирования Autodesk Mechanical Desktop .....  | 133        |
| 9.2. Режимы отображения .....   | 134        |
| 9.3. Создание трехмерных моделей на основе эскиза. Команда Extrude .....  | 136        |
| Упражнение 9.1. Применение команды Extrude .....  | 136        |
| 9.4. Просмотр трехмерных моделей .....  | 137        |
| 9.5. Дополнительные возможности команды Extrude .....   | 139        |
| Упражнение 9.2. Подкова на счастье .....  | 139        |
| 9.6. Добавление в трехмерную модель скруглений и фасок .....  | 141        |
| Упражнение 9.3. Звезда самурая .....  | 141        |
| 9.7. Создание рабочих плоскостей произвольного положения .....  | 143        |
| Упражнение 9.4. Сверление наклонных отверстий .....   | 144        |
| 9.8. Создание трехмерных моделей вращением. Команда Revolve (Вращение) .....  | 146        |
| Упражнение 9.5. Ваза на подставке .....   | 146        |
| Самостоятельная работа .....  | 148        |

|   |            |
|---|------------|
| 9.9. Создание трехмерных моделей изгибом. Команда Sweep (Изгиб).....                              | 148        |
| Упражнение 9.6. Змея из прутка.....   | 149        |
| Самостоятельная работа.....   | 150        |
| 9.10. Создание трехмерных моделей лофтингом. Команда Loft.....                                    | 151        |
| Упражнение 9.7. Кубок победителя .....  | 151        |
| 9.11. Создание трехмерных моделей оболочек. Команда Shell (Оболочка).....                         | 154        |
| Упражнение 9.8. Кузов джипа .....   | 154        |
| Самостоятельная работа.....   | 156        |
| 9.12. Выполнение индивидуального задания по твердотельному моделированию .....                    | 157        |
| Упражнение 9.9. Хомут (или кандалы).....  | 157        |
| 9.13. Варианты индивидуального задания по твердотельному моделированию .....                      | 159        |
| <b>Глава 10. Создание пространственного трубопровода .....</b>                                    | <b>162</b> |
| 10.1. Техническое задание.....  | 163        |
| 10.2. Конкретные данные по техническому заданию.....  | 164        |
| 10.3. Состав полного комплекта конструкторской документации.....                                  | 165        |
| Упражнение 10.1. Построение пирамиды и точек выхода, входа трубопровода .....                     | 166        |
| Упражнение 10.2. Построение поверхности пирамиды и её эквидистантной поверхности.....             | 168        |
| Упражнение 10.3. Построение плоскости уровня.....   | 172        |
| Упражнение 10.4. Построение поверхностей входа и выхода.....                                      | 173        |
| Упражнение 10.5. Выбор варианта трассировки. Построение прямолинейного участка трубопровода ..... | 175        |
| Упражнение 10.6. Построение пространственного сопряжения прямолинейных участков трассы .....      | 177        |
| Упражнение 10.7. Прокладка второго маршрута трассы.....   | 179        |
| Упражнение 10.8. Расчет длины трасс. Выбор оптимальной трассы.....                                | 181        |
| Упражнение 10.9. Построение трубопровода.....   | 182        |
| Упражнение 10.10. Чертежи модели. Компоновка чертежа.....   | 184        |
| Упражнение 10.11. Построение теоретического чертежа.....  | 186        |
| Упражнение 10.12. Построение монтажного чертежа и рабочих чертежей крепежных деталей.....         | 188        |
| <b>Глава 11. Визуализация трехмерных объектов .....</b>   | <b>194</b> |
| 11.1. Тонирование .....   | 194        |
| 11.2. Тонирование по умолчанию.....   | 195        |

---

|  |            |
|--|------------|
| 11.3. Создание источников освещения .....              | 196        |
| 11.4. Применение материалов.....                       | 198        |
| 11.5. Использование фона.....                          | 201        |
| 11.6. Завершающая стадия тонирования.....              | 203        |
| Упражнение 11.1. Тонирование вазы .....                | 204        |
| Упражнение 11.2. Выбор фона при тонировании вазы ..... | 207        |
| Упражнение 11.3. Моделирование «Черного дьявола».      |            |
| Поверхность Кунса .....                                | 212        |
| <b>Заключение.....</b>                                 | <b>215</b> |
| <b>Контрольные вопросы .....</b>                       | <b>217</b> |
| <b>Библиографический список .....</b>                  | <b>220</b> |

# Введение

В соответствии с учебными планами многоуровневого высшего образования студенты специальности «Самолето- и вертолетостроение», направлений «Дизайн» и «Технология художественной обработки материалов» изучают курс инженерной и компьютерной графики. При изучении этого курса от студентов требуется выполнение графических работ с применением современных систем автоматизированного проектирования. Также они должны получить навыки по созданию трехмерных объектов с использованием современных компьютерных систем трехмерного моделирования. В качестве таких систем в данной работе используются графическая система автоматизированного проектирования – Autodesk AutoCAD и трехмерного моделирования Autodesk Mechanical Desktop (Autodesk Inventor).

Эти графические системы разработаны фирмой Autodesk (США), предназначены для автоматизации инженерно-графических работ и трехмерного моделирования. Графическая система AutoCAD со времени появления первой версии превратилась в мощную среду, без которой трудно представить работу современного промышленного предприятия или конструкторских бюро. Системы проектирования и компьютерного моделирования стали основными инструментами промышленного дизайнера при разработке изделий машиностроения и различных отраслей промышленности. В учебном пособии описаны методы компьютерного моделирования трехмерных объектов из области промышленного дизайна.

Новейшая версия, описанная в пособии, AutoCAD 2018, является результатом её эволюционного развития. Графическая система AutoCAD 2018 устанавливается в операционной системе Windows 7 и выше, занимает дисковое пространство порядка 5 Гбайт, разработчики рекомендуют оперативную память не менее 2 Гбайт.

Данное пособие является переработанным изданием учебных пособий:

- *Аббасов И. Б.* Создаем чертежи на компьютере в AutoCAD 2012: учеб. пособие. – М.: ДМК Пресс, 2011. – 136 с.;
- *Аббасов И. Б., Ли В. Г., Илющенко Н. Л.* Трехмерное моделирование в графической системе Mechanical Desktop: учеб. пособие. – Таганрог: Изд-во ТРТУ, 2004. – 112 с.

Представленный в пособии учебно-методический материал прошел успешную апробацию в течение 20 лет в Инженерно-технологической академии Южного федерального университета в г. Таганроге. В данной работе рассматриваются следующие вопросы:

- настройка графической системы AutoCAD под конкретного пользователя;
- методика создания, редактирования и оформления чертежей в соответствии со стандартами ЕСКД, которая описывает технологию выполнения чертежей в данной системе «от простого к сложному»;
- поэтапное выполнение индивидуальных заданий в графической среде AutoCAD по методике, описанной в данной работе;
- варианты индивидуальных графических заданий по техническому черчению для построения линий пересечения поверхностей;
- описание и настройка трехмерного рабочего пространства графической системы AutoCAD;
- методы построения трехмерных объектов в виде каркасных, поверхностных и твердотельных моделей;
- основные способы создания трехмерных объектов в графической системе Autodesk Mechanical Desktop;
- варианты индивидуальных заданий по созданию трехмерной корпусной детали;
- исходные данные для проведения трассировки, техническое задание;
- поэтапное построение пространственного трубопровода;
- выполнение конструкторской документации пространственного трубопровода;
- присвоение материалов трехмерным моделям;
- визуализация сцен с трехмерными моделями;
- контрольные вопросы.

По мере освоения материала в тексте учебного пособия приведены контрольные задания для самостоятельного выполнения.

## Окно графического редактора AutoCAD 2018

Графическая система AutoCAD 2018 запускается в операционной системе Windows. Стартовое окно имеет вид как на рис. 1.1, после запуска появится экран приветствия программы.



Рис. 1.1. Стартовое окно

После загрузки появится рабочее пространство **2D Drafting & Annotation** (2D-черчение и аннотации). В AutoCAD существует несколько типов рабочих пространств.

Настроить эти пространства можно с помощью строки состояния внизу экрана **Workspace Switching** (Переключение рабочих

пространств), как на рис. 1.2, слева. Аналогичный выбор можно сделать также с помощью панели в строке заголовка в верхнем левом углу рабочего окна (рис. 1.2, справа).

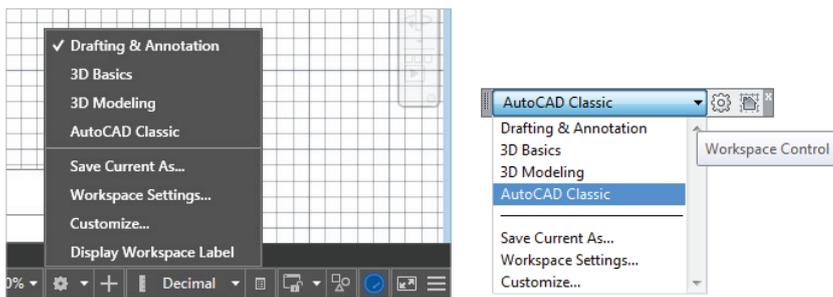


Рис. 1.2. Панели выбора рабочих пространств

В AutoCAD существуют следующие типы рабочих пространств:

- **2D Drafting & Annotation** (2D-черчение и аннотации), рабочее пространство для работы с плоской графикой и с чертежной аннотацией;
- **3D Basic и 3D Modeling** (3D-базовый и 3D-моделирование), рабочие пространства для трехмерного моделирования;
- **AutoCAD Classic** (AutoCAD классический), классическое рабочее пространство для плоского черчения.

Необходимо отметить, что по умолчанию рабочая зона традиционно имеет черный цвет. При желании цвет рабочей зоны можно менять на любой другой понравившийся вам цвет. Для этого можно набрать команду **Options** (Настройки) в командной строке внизу рабочего окна и на вкладке **Display** (Экран) щелкнуть на кнопке **Colors** (Цвета) (рис. 1.3). Откроется потом диалоговое окно **Drawing Window Color** (Окно цветов чертежа). В данном диалоговом окне можно установить цвет для каждого элемента экрана.

Выбираем белый цвет для рабочей зоны двумерного пространства, как на рис. 1.3. Также на вкладке **Display** (Экран) выбираем светлую схему интерфейса программы – окно **Color scheme** (Цветовая схема), меняем **Dark** (Тёмная) на **Light** (Светлая).

В рабочем пространстве **2D Drafting & Annotation** (2D-черчение и аннотации) верхнюю часть экрана занимает панель **Ribbon** (Лента). Вместо прежних выпадающих списков подменю панель **Ribbon** (Лента) предлагает выдвигающиеся вкладки. Они расположены в верхней части панели, рис. 1.4.

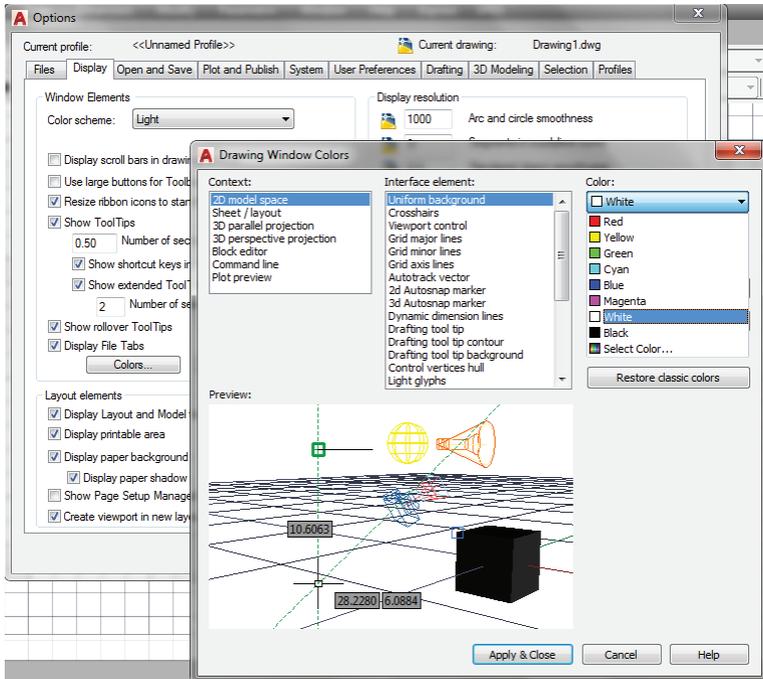


Рис. 1.3. Панели выбора

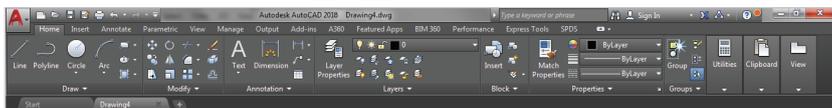


Рис. 1.4. Панель Ribbon (Лента)

На панели **Ribbon** (Лента) имеются следующие основные вкладки:

- **Home** (Главная), содержит необходимые инструменты для работы с плоской графикой;
- **Insert** (Вставка), используется для вставки блоков;
- **Annotate** (Аннотации), содержит команды для оформления чертежа, таблиц, надписей и т. д.;
- **Parametric** (Параметрическая), посвящена недавно появившемуся новшеству по созданию параметрических чертежей;
- **View** (Вид), предназначена для просмотра чертежа в разных проекциях;

- **Manage** (Управлять), содержит панели для настроек интерфейса, проверки чертежей стандартам;
- **Output** (Вывод), предназначена для отправки чертежей в печать или передачи по электронной почте;
- **Add-Ins** (Добавить ссылки), для поиска и редактирования объектов в программе Inventor Fusion;
- **Autodesk 360** (Autodesk 360), содержит возможности для передачи и обработки чертежей по сети в реальном времени;
- **Performance** (Представление), позволяет записать информацию и связаться с группой разработчиков программы;
- **Express Tools** (Экспресс-инструменты), здесь содержатся в сокращенном виде панели предыдущих вкладок.

Состав и количество вкладок, а также состав панелей можно менять. Для этого можно щелкнуть правой кнопкой мыши в заголовке любой панели. В появившемся меню выбрать строки **Show Tabs** (Показать вкладки) или **Show Panels** (Показать панели).

Далее мы опишем традиционное рабочее пространство для двумерной графики **AutoCAD Classic** (AutoCAD классический). Данное пространство является давно устоявшимся, поэтому освоение графического редактора начнем с этого рабочего пространства. Для этого с помощью переключателя **Workspace Switching** (Переключение рабочих пространств) (рис. 1.2) строки состояния выберите рабочее пространство **AutoCAD Classic** (AutoCAD классический).

## 1.1. Рабочий стол пользователя

На рис. 1.5 показано рабочее окно режима **AutoCAD Classic** (AutoCAD классический) графического редактора AutoCAD 2018. При этом в строке заголовка появится имя файла, автоматически присвоенное будущему чертежу, – **Drawing 1**.

На экране можно выделить пять функциональных зон.

1. **Рабочая графическая зона** – это основная область, находящаяся в середине экрана, где выполняется чертеж. В левом нижнем углу зоны находится пиктограмма пользовательской системы координат. Направления стрелок совпадают с положительным направлением осей. Все построения осуществляются в пространстве модели (**Model**). В режиме

пространства листа (**Layout**) построения выносятся на виртуальный «бумажный лист» для дальнейшего вывода на печать. Эти режимы находятся под пиктограммой пользовательской системы координат.

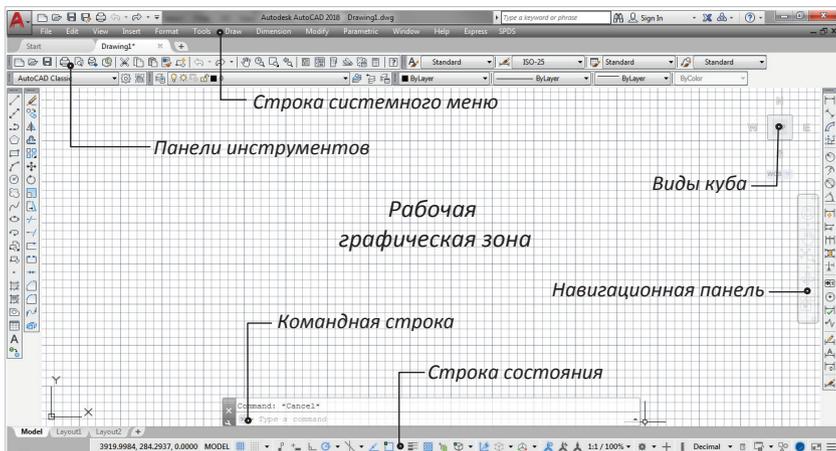


Рис. 1.5. Рабочее окно режима **AutoCAD Classic** (AutoCAD классический)

2. **Системное меню и панели инструментов.** В самом верху находится строка заголовка с панелью быстрого доступа, а под ней строка системного меню **AutoCAD Classic** (AutoCAD классический). Ниже размещаются вкладки с наименованиями открытых чертежей, далее две строки, занятые панелями инструментов. Слева от рабочей зоны расположены «плавающие» панели инструментов **Draw** (Рисование), **Modify** (Редактирование), справа – **Dimension** (Размеры). Их можно перемещать в любое место экрана. В AutoCAD имеется также множество других панелей инструментов, которые будут вызываться по мере необходимости.
3. **Панель навигации и виды на гранях куба.** Панель **Navigation Bar** (Панель навигации) содержит инструменты для работы в трехмерном пространстве. Система манипуляторов **View Cube** (Виды куба) размещена в правом верхнем углу рабочей зоны. Щелчок на грани куба переводит проекцию в соответствие с видом на выбранной грани, на ребре и вершине куба меняет взгляд со стороны выбранного элемента, на символах компаса меняет соответствующую ориентацию.

4. **Командная строка.** Под рабочей графической зоной находится командная строка. Любую команду AutoCAD можно запустить, набрав её имя в командной строке. Если команда запущена посредством пиктограммы панели инструментов или пункта меню, то в командной строке отображается реакция системы на соответствующую команду. Это свойство присутствует с момента создания графического редактора, когда отсутствовали пиктограммы команд. Все, что вводится с клавиатуры, немедленно отображается в командной строке. Если случайно вызвана не та команда или необходимо отменить текущую команду, можно нажать клавишу **Esc** на клавиатуре.
5. **Строка состояния.** В строке состояния отображаются текущие координаты перекрестия (указателя мыши). В этой же строке находятся кнопки отображения режимов черчения.

Для понимания базовых характеристик графического редактора AutoCAD попробуем вычертить графический примитив в виде отрезка согласно приведенной инструкции в упражнении.

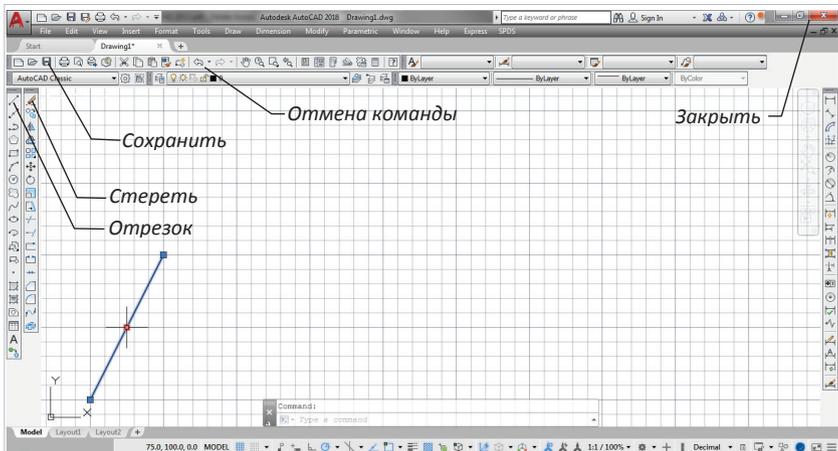


Рис. 1.6. Вычерчивание отрезка прямой линии

### Упражнение 1.1. Вычерчивание отрезка прямой линии

1. Выберите пиктограмму **Line** (Отрезок) на панели инструментов **Draw** (Рисование) (рис. 1.6), щелкнув на ней кнопкой

мыши (или ввести через командную строку). В командной строке при этом появится приглашение на ввод команды:

**Command: Line Specify first point:**

(Команда: Отрезок. Определить первую точку).

2. Ввести через запятую без пробела координаты X и Y первой точки отрезка, а затем второй точки:

**Command: Line Specify first point: 50,50 Enter,**

(Команда: Отрезок. Определить первую точку: 50,50 Enter);

**Specify next point or [Undo]: 100,150 Enter,**

(Определить следующую точку или [Отменить]: 100,150 Enter);

**Specify next point or [Undo]: Enter,**

(Определить следующую точку или [Отменить]: Enter).

3. Повторным нажатием клавиши **Enter** завершить построения.

## Упражнение 1.2. Стирание отрезка

1. Укажите на построенный отрезок, т. е. установите прицел перекрестия (маркер) на отрезке и щелкните левой кнопкой мыши. При этом отрезок выделится пунктиром, и на его концах появятся «ручки».
2. Нажмите клавишу **Delete** на клавиатуре или укажите мышью на пиктограмму **Erase** (Стереть) на панели инструментов **Modify** (Редактирование) (рис. 1.6). Отрезок будет удален.

AutoCAD позволяет отменить любую выполненную команду или группу команд. Для того чтобы восстановить изображение после нежелательного его удаления, достаточно в верхней строке панели инструментов (рис. 1.6) щелкнуть мышью на пиктограмме левой стрелки **Undo** (Отмена).

## Динамический режим ввода

Необходимо подчеркнуть, что в AutoCAD существует также режим динамического ввода данных. Режим динамического ввода **Dynamic Input** (Динамический ввод) включается нажатием кнопки **Dynamic Input** (Динамический ввод) в строке состояния (рис. 1.7).

При выполнении описанной выше команды в динамическом режиме рядом с курсором появится строка подсказок, как на рис. 1.7. В ней отображается запрос команды на ввод координат

нат точки. С появлением режима динамического ввода (с версии AutoCAD 2006) панель текущих координат в нижнем левом углу рабочего окна редактора (рис. 1.5) утратила свою значимость, так как в ней повторяется та же информация.

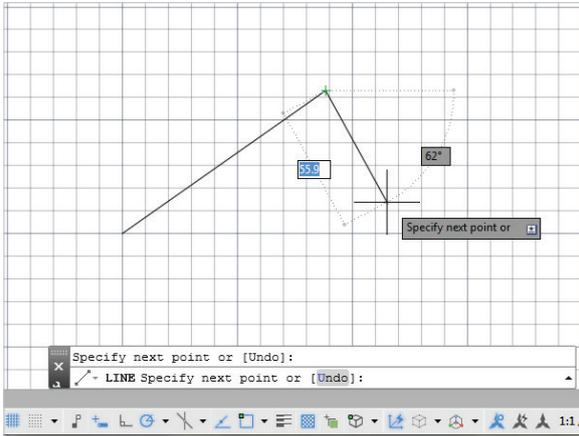


Рис. 1.7. Вычерчивание отрезка прямой линии в динамическом режиме

Режим динамического ввода имеет две разновидности: **Pointer Input** (задание точки её координатами) и **Dimension Input** (задание точки расстоянием и углом). Настройка этих режимов осуществляется с помощью диалогового окна **Tools/Drafting Settings** (Инструменты/Параметры привязки).

В дальнейшем мы будем работать в классическом режиме ввода, поэтому режим динамического ввода пока можно отключить отжатием кнопки **Dynamic Input** (Динамический ввод) в строке состояния.

## Отображение режимов черчения

Дальше мы часто будем использовать различные режимы черчения, поэтому рассмотрим панель включения режимов в строке состояния (рис. 1.8).



Рис. 1.8. Панель выбора режимов черчения

- **Grid Display** (Отображение сетки), отображает на экране координатную сетку;

- **Snap Mode** (Шаговая привязка), устанавливает привязку курсора к точкам сетки чертежа;
- **Infer Constraints** (Показать связи), используется для черчения в параметрическом режиме, показывает геометрические связи (параллельность, перпендикулярность и т. д.) соответствующими значками на экране между составными частями чертежа, мы будем работать в классическом режиме черчения, поэтому эту кнопку в дальнейшем можно отключать;
- **Dynamic Input** (Динамический ввод), отображает на экране динамической командной строки;
- **Ortho Mode** (Ортогональный режим), отображает режим ввода в ортогональных декартовых координатах;
- **Polar Tracking** (Полярный режим отслеживания), отображает режим ввода в полярных координатах;
- **Isometric Drafting** (Изометрический чертёж), включает режим изометрического черчения;
- **Object Snap Tracking** (Объектное отслеживание), включает режим отслеживания при объектной привязке;
- **Object Snap** (Объектная привязка), устанавливает режим привязки к геометрическим элементам объектов;
- **Show/Hide Lineweight** (Отображение толщины линий), задает режим отображения толщины линий;
- **Show/Hide Transparency** (Отображение прозрачности), задает режим отображения прозрачных элементов;
- **Selection Cycling** (Выбор цикличности), устанавливает режим цикличности выделения;
- **3D Object Snap** (3D-объектная привязка), устанавливает объектную привязку в трехмерном пространстве;
- **Allow/Disallow Dynamic UCS** (Разрешить/Запретить динамическую ПСК), устанавливает отсчет координат в динамическом режиме;
- **Quick Properties** (Ускоренный вызов свойств), задает автоматическое появление на экране таблицы свойств объекта.

### Упражнение 1.3. Сохранение чертежа

1. Щелкните на меню **File** (Файл) в верхней строке панели инструментов, выберите из выпадающего списка **Save As** (Сохранить как). На экране появится диалоговое окно **Save Drawing As** с перечнем папок на выбранном диске.

2. Вызовите или создайте новую папку. В строке **File Name** (Имя файла) введите имя чертежа – Чертеж 1 – и щелкните на кнопке **Save** (Сохранить) данного окна. Всем создаваемым в AutoCAD файлам чертежей автоматически присваивается расширение **.dwg**.

Для выхода из системы можно использовать одно из следующих действий:

- щелкнуть мышью на кнопку **Close** (Заккрыть) – крестик в правом верхнем углу экрана;
- набрать в командной строке слово **Quit** и нажать **Enter**;
- выбрать в меню **File/Exit** (Файл/Выход).

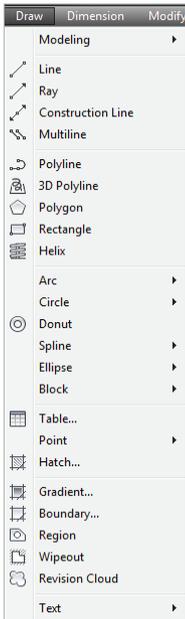
Если информация на чертеже не была сохранена, то AutoCAD предложит её сохранить. Можно принять это предложение, ответив **Yes** (Да), можно выйти из системы без сохранения последних изменений, ответив **No** (Нет), или отказаться от выхода и вернуться к чертежу, нажав **Cancel** (Отмена).

## 1.2. Меню и панели инструментов

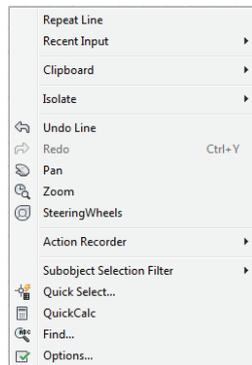
Вызов команд рабочего пространства **AutoCAD Classic** (AutoCAD классический) осуществляется из меню или при помощи пиктограмм панелей инструментов. Строка системного меню в версии AutoCAD 2018 состоит из следующих выпадающих меню [2]:

- **File** (Файл) – меню предназначено для открытия, сохранения, печати, экспорта в другие форматы файлов (чертежей) и выхода из системы;
- **Edit** (Правка) – меню редактирования частей чертежа в рабочей зоне;
- **View** (Вид) – меню управления экраном, переключения режимов пространства листа и модели, установки точки зрения для трехмерных моделей, тонирования, управления параметрами дисплея;
- **Insert** (Вставить) – меню команд вставки блоков и объектов из других приложений;
- **Format** (Формат) – меню установки границ чертежа и единиц измерений, управления стилем текста, размерами, работы со слоями, цветом, типом и толщиной линий;

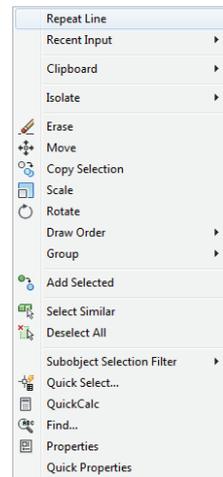
- **Tools** (Инструменты) – меню средств управления системой, установки параметров черчения, привязок и пользовательской системы координат;
- **Draw** (Черчение) – меню построения графических примитивов и трехмерных моделей;
- **Dimension** (Размер) – меню команд нанесения размеров;
- **Modify** (Редактирование) – меню редактирования графических объектов;
- **Parametric** (Параметрический) – меню команд создания параметрического чертежа;
- **Window** (Окно) – меню управления и сортировки открытых чертежей (файлов);
- **Help** (Справка) – меню справки;
- **Express** (Экспресс) – меню для вызова команд предыдущих вкладок в сокращенном виде;
- **SPDS Autodesk Extension** (Расширение SPDS для AutoCAD) – меню для расширения приложений AutoCAD с помощью российских строительных стандартов.



а)



б)



в)

Рис. 1.9. Содержание меню **Draw** (Черчение) и контекстные меню

На рис. 1.9а в качестве примера изображена часть выпадающего меню **Draw** (Черчение). Чтобы увидеть его на экране, следует указать курсором на наименовании **Draw** (Черчение) системного меню и щелкнуть мышью. Также можно выводить на экран подменю, если справа находится черный треугольник.

## Контекстные меню

Контекстные меню обеспечивают быстрый доступ к списку опций для текущей команды. Контекстные меню открываются после нажатия правой кнопки мыши. На рис. 1.9б приведено контекстное меню по умолчанию. Открывается после нажатия правой кнопкой мыши в области чертежа.

Контекстное меню режима редактирования открывается после выбора какого-либо объекта (например, построенного отрезка (рис. 1.9в)) и нажатия правой кнопки мыши.

## Панели инструментов

Панели инструментов позволяют выполнять команды AutoCAD простым щелчком мыши на выбранной пиктограмме. Панели инструментов могут быть плавающими или с фиксированным месторасположением.

### Упражнение 1.4. Вызов панели инструментов

1. Выберите из строки системного меню **View/Toolbars** (Вид/Панели инструментов).
2. В появившемся диалоговом окне **Customize User Interface** (Настройка интерфейса пользователя) в строке **Toolbars** (Панели инструментов) можно выбрать любую панель инструментов.
3. Для появления на рабочем столе линейки с пиктограммами масштабирования экрана можно щелкнуть правой кнопкой на любой пиктограмме панели инструментов, в конце списка контекстного меню раздела AutoCAD выбрать строчку **Zoom** (Масштаб) (рис. 1.10).



Рис. 1.10. Пиктограммы меню **Zoom** (Масштаб)

## 1.3. Настройка AutoCAD для индивидуального пользователя

Перед тем как начать работу над новым чертежом, необходимо настроить рабочую среду, то есть задать размеры рабочего поля чертежа, единицы измерения, установить систему координат и т. д. Система AutoCAD при каждом запуске создает новый чертеж с размером А3 (420×297 мм), при необходимости в дальнейшем можно изменить параметры чертежа вручную. Однако можно также задать режим запуска специального диалогового окна **Startup** (Начало работы).

Для выбора данного режима **Startup** (Начало работы) необходимо в командной строке набрать `startup` и нажать **Enter**. В ответ на команду `Enter new value for STARTUP <0>`: задать новое значение 1.

В дальнейшем при каждом запуске системы AutoCAD будет автоматически открываться окно **Startup** (Начало работы). Для возврата к исходному режиму можно вернуть начальные параметры запуска.

После перезапуска программы AutoCAD появится диалоговое окно **Startup** (Начало работы), на котором имеются четыре режима (рис. 1.11):

- **Open a Drawing** (Открыть чертеж) – открыть существующий файл чертежа;
- **Start from Scratch** (Начать с нуля) – создать новый чертёж с параметрами, которые AutoCAD устанавливает по умолчанию;
- **Use a Template** (Использовать шаблон) – установить в новом чертеже параметры из ранее созданных шаблонов;
- **Use a Wizard** (Использовать мастер) – запустить пошаговый процесс установки параметров нового чертежа, при этом возможны два варианта настройки: детальная **Advanced Setup** и быстрая – **Quick Setup**.

Детальная настройка **Advanced Setup** параметров рабочей среды содержит пять этапов:

- тип единиц измерения линейных величин **Units** и их точность **Precision**, необходимо выбрать систему **Decimal** (Десятичные) и точность до десятой части, нажать кнопку **Next** (Далее) (после каждой установки);

- форматы представления угловых величин **Angle** и их точность, выбираете десятичную систему;
- базу отчета угловых величин, установите **East** (Восток);
- направление отсчета угловых величин, выберите направление против часовой стрелки;
- пределы рабочего поля чертежа, задаете размеры формата A4 (210×2997 мм), далее для завершения процесса нажимаете **Finish** (Готово).

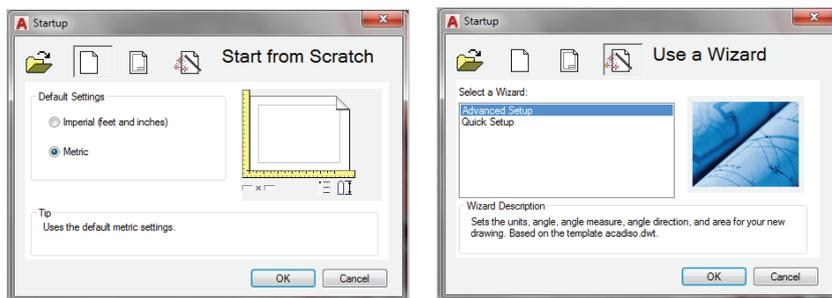


Рис. 1.11. Диалоговые окна **Start from Scratch** (Начать с нуля) и **Use a Wizard** (Использовать мастер)

Для корректировки текущих параметров рабочей среды можно использовать команду **Format/Units** (Формат/Единицы измерения). В следующем упражнении скорректируем параметры рабочего поля чертежа.

### Упражнение 1.5. Настройка параметров рабочей среды

1. Выбираем метрическую систему измерений. Для этого выполните команду **Format/Units** (Формат/Единицы измерения). В появившемся диалоговом окне **Drawing Units** (Единицы измерения чертежа) задайте тип единиц измерения линейных величин **Units** и их точность **Precision** (рис. 1.12). Выберите единицу измерения **Millimeters**, систему **Decimal** (Десятичные), точность до десятой части.
2. Выберите десятичную систему представления угловых величин **Angle** и их точность.
3. Зададим пределы рабочего поля чертежа: размеры формата A4 (210×297 мм). Выполните команду **Format/Drawing Limits** (Формат/Границы чертежа).

4. В командной строке на запрос Specify lower left corner or [ON/OFF] <0.0,0.0>: (Определите координаты нижнего левого угла <0.0,0.0>:) ввести координаты: 0,0.
5. На запрос Specify upper right corner <420.0,297.0>: (Определите координаты верхнего правого угла <420.0,297.0>:) ввести координаты: 210,297.
6. Чтобы увидеть контуры выбранного формата, включите кнопку отображения сетки **Grid Display** (Отображение сетки) в строке состояния. На экране появится лист формата A4 с прямоугольной сеткой.

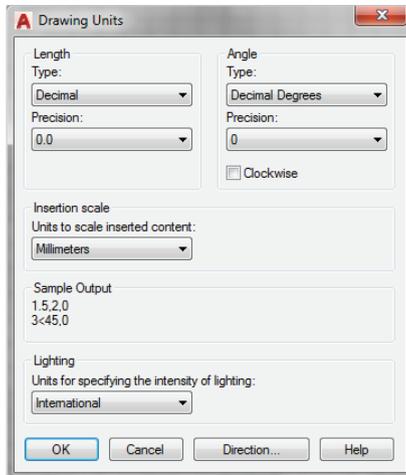


Рис. 1.12. Диалоговое окно **Drawing Units** (Единицы измерения чертежа)

## 1.4. Системы координат

В системе AutoCAD создание любого графического примитива основано на задании последовательности точек. Координаты точек могут вводиться в виде абсолютных и относительных координат.

Ввод абсолютных координат осуществляется в двух форматах:

- *прямоугольных* (декартовых) координат (X, Y);
- *полярных* координат  $r < A$ , где  $r$  – радиус, а  $A$  – угол, заданный в градусах против часовой стрелки.

Относительные координаты задают смещение по осям X и Y от последней введенной точки. Ввод *относительных координат*

осуществляется аналогично вводу абсолютных координат, но перед ними *ставится знак @*, (@dx,dy – для прямоугольной системы, @r < A – для полярной). Текущие координаты курсора мыши отображаются в строке состояния в панели координат (левый нижний угол экрана).

В полярном режиме линии проводятся под различными углами, в ортогональном режиме линии проводятся только вдоль осей координат. Переключение режимов осуществляется щелчком мыши на кнопке **Ortho Mode** (Ортогональный режим) и **Polar Tracking** (Полярный режим отслеживания) в строке состояния.

### Упражнение 1.6. Вычерчивание ромба

1. Откройте файл «Чертеж 1» (если он был закрыт). Выберите пиктограмму **Line** (Отрезок) на панели инструментов **Draw** (Рисование) (рис. 1.6), щелкнув на ней кнопкой мыши. В командной строке при этом появится приглашение на ввод команды: Command: line Specify first point: (Команда: Отрезок. Определить первую точку:)
2. Далее ввести с клавиатуры без пробела координаты X и Y вершин ромба согласно листингу командной строки на рис. 1.13, обращайте внимание на ввод знака @ при наборе координат вершин ромба.

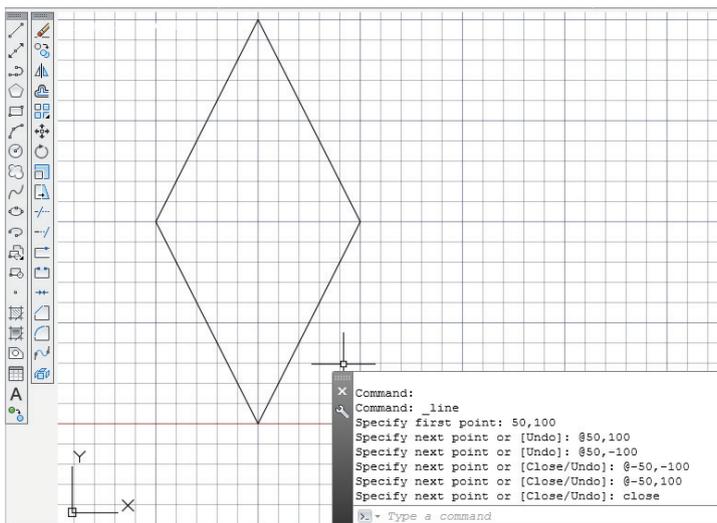


Рис. 1.13. Вычерчивание ромба

## Привязка координат

Для точного ввода координат точек при помощи мыши в AutoCAD имеются специальные команды:

- **Snap Mode** (Шаговая привязка) – режим привязки координат точек к узлам воображаемой сетки, в этом режиме курсор мыши будет перемещаться только по узлам сетки;
- **Object Snap** (Объектная привязка) – режим привязки координат к различным точкам уже созданных объектов.

Включать или отключать эти режимы можно с помощью соответствующих кнопок строки состояния. Регулировать характеристики привязок можно в диалоговом окне **Tools/Drafting Settings** (Сервис/Параметры привязки), установив соответствующую закладку:

- **Snap and Grid** (Привязка и сетка) – для установки параметров привязки и сетки (рис. 1.14, слева);
- **Object Snap** (Объектная привязка) – для установки параметров объектной привязки (рис. 1.14, справа).

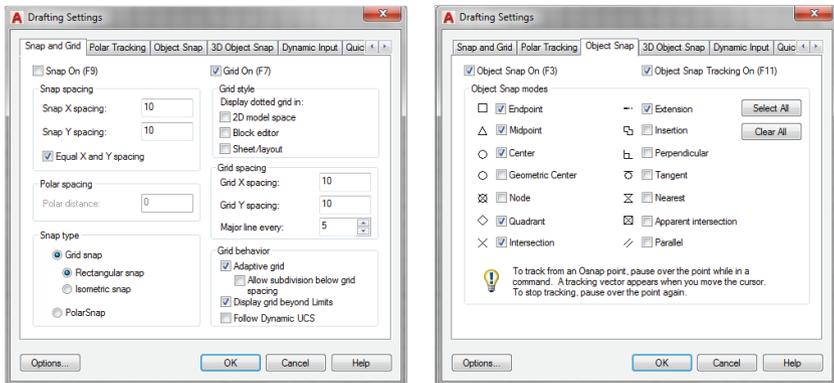


Рис. 1.14. Диалоговые окна **Snap and Grid** (Привязка и сетка) и **Object Snap** (Объектная привязка)

## 1.5. Управление экраном

Для удобства работы с элементами чертежа в AutoCAD предусмотрены различные команды управления изображением на экране. Все они находятся в меню **View** (Вид). Команда **Zoom** (Масштаб)

управляет масштабом изображения на экране. При увеличении масштаба все элементы на экране увеличиваются, как бы приближаясь к пользователю. При последовательном уменьшении масштаба в поле изображения попадает все большая часть чертежа.

Вызвать опции команды **Zoom** (Масштаб) можно при помощи пиктограмм на стандартной панели инструментов. Ниже приведены основные опции этой команды.

- **Zoom Window** (Увеличить до окна). Опция позволяет задать при помощи рамки границы масштабируемого изображения.
- **Zoom Dynamic** (Увеличение динамическое). Опция увеличивает изображение в соответствии с размером заданной рамки.
- **Zoom Scale** (Увеличение масштабируемое). Опция увеличивает изображение по заданному коэффициенту масштабирования.
- **Zoom Center** (Увеличение из центра). Опция масштабирует изображение из заданной центральной точки и коэффициентом увеличения.
- **Zoom Object** (Увеличение объекта). Опция увеличивает выбранный объект во весь экран.
- **Zoom In** (Увеличение). Опция увеличивает изображение в два раза после каждого щелчка мыши на пиктограмме.
- **Zoom Out** (Уменьшение). Опция уменьшает изображение в два раза после каждого щелчка мыши на пиктограмме.
- **Zoom All** (Показать все). Опция масштабирует изображение таким образом, чтобы пределы чертежа совпали с графической зоной экрана.
- **Zoom Extents** (Показать все объекты). Опция позволяет показать все имеющиеся на чертеже графические элементы.



Рис. 1.15. Опции команды **Zoom** (Масштаб)

Команда **View/Redraw** (Вид/Перерисовать все) позволяет перерисовывать на экране изображение, которое по мере работы с чертежом «засоряется» временными маркерами, и тем самым дает возможность очистить его.