

А.С. СУПРУН Н.К. КУЛАЧЕНКОВ

**ОСНОВЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ
В СРЕДЕ AUTOCAD**



Санкт-Петербург

2013

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, МЕХАНИКИ И ОПТИКИ**

А.С. Супрун Н.К. Кулаченков
ОСНОВЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ
В СРЕДЕ AUTOCAD

Учебное пособие



Санкт-Петербург

2013

Супрун А.С., Кулаченков Н.К. Основы моделирования в среде AutoCAD – СПб: НИУ ИТМО, 2013. – 58 с.

Учебное пособие направлено на формирование у студента основных навыков работы в среде AutoCAD, необходимых для разработки инженерно-конструкторской документации, компьютерного моделирования устройств, систем и процессов.

Учебное пособие предназначено для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению подготовки 210700 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи» и по другим направлениям подготовки бакалавров.

Рекомендовано к печати Ученым советом факультета Инфокоммуникационных технологий 19.03.2013, протокол № 3.



В 2009 году Университет стал победителем многоэтапного конкурса, в результате которого определены 12 ведущих университетов России, которым присвоена категория «Национальный исследовательский университет». Министерством образования и науки Российской Федерации была утверждена программа его развития на 2009–2018 годы. В 2011 году Университет получил наименование «Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики»

© Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики, 2013

©А.С. Супрун, Н.К. Кулаченков, 2013

Содержание

Введение.....	5
1. Настройка рабочей среды. Работа с командной строкой в системе AutoCAD.....	5
1.1 Рабочая среда AutoCAD.....	5
1.2 Графическая зона.....	8
1.3 Строка состояния.....	8
1.4 Установка панелей инструментов.....	9
1.5 Командная строка. Особенности работы в системе AutoCAD.....	9
1.6 Диалоговое окно Options(Настройка).....	10
2. Задание координат в системе AutoCAD. Объектная и шаговая привязки в системе AutoCAD.....	13
2.1 Способы задания координат.....	13
2.2 Шаговая и объектная привязки.....	14
3. Создание графических объектов-примитивов.....	18
3.1 Построение прямолинейных отрезков (линий).....	18
3.2 Разметочные (вспомогательные) линии.....	18
3.3 Построение вспомогательных лучей. Команда _ray (ЛУЧ).....	19
3.4 Построение кругов.....	19
3.5 Построение прямоугольников.....	20
3.6 Построение многоугольников.....	21
3.7 Дуги и их построение на чертеже.....	22
3.8 Построение полилиний.....	23
4. Редактирование и модификация объектов.....	27
4.1 Окно-панель Properties(Свойства).....	27
4.2 Свойства объектов чертежа.....	29
4.3 Способы выбора объектов.....	30
4.4 Удаление объектов.....	31
4.5 Перемещение объектов.....	31
4.6 Копирование объектов.....	32
4.7 Поворот объектов.....	32
4.8 Масштабирование объектов.....	33
4.9 Подрезание объектов.....	33
4.10 Зеркальное отображение объектов.....	34
4.11 Построение подобных объектов.....	35
4.12 Построение фасок.....	36
4.13 Построение плавного сопряжения.....	37
4.14 Создание упорядоченной группы объектов.....	39
5. Использование слоев в системе AutoCAD. Простановка размеров в системе AutoCAD. Текст в чертежах AutoCAD. Блоки.....	42
5.1 Слои и их свойства.....	42
5.2 Использование диспетчера размерных стилей.....	43
5.3 Простановка размеров.....	46
5.4 Нанесение штриховки.....	47
5.5 Ввод и редактирование текста.....	49
5.6 Блоки.....	51
ЛИТЕРАТУРА.....	57

Введение

Программа AutoCAD представляет собой систему автоматизированного проектирования, относящуюся к классу так называемых САД-систем (Computer Aided Design System) – систем, предназначенных для проектирования моделей объектов и разработки конструкторской документации.

Разработанная американской компанией Autodesk, система является многофункциональной и позволяет выполнять чертежи любой сложности.

Данное методическое пособие предназначено для студентов младших курсов технических специальностей и основывается на официальной русской и английской версиях AutoCAD. Кроме того, данное пособие подходит для изучения нескольких версий AutoCAD (2005-2013).

1. Настройка рабочей среды. Работа с командной строкой в системе AutoCAD

1.1 Рабочая среда AutoCAD

Произведя установку всех необходимых компонентов и выполнив запуск системы AutoCAD, пользователю открывается основное окно программы. Начиная с версии 2010, рабочее пространство имеет характерный ленточный интерфейс. На рис. 1.1 представлено рабочее пространство AutoCAD 2013.

В зависимости от целей использования рабочая среда имеет различную компоновку. Всего в системе AutoCAD реализовано четыре вида рабочих пространств:

2D Drafting & Annotation – двумерное моделирование;

AutoCAD Classic – классический AutoCAD;

3D Modeling – трехмерное моделирование;

Initial Setup Workspaces – рабочее пространство начальной настройки.

Переход между рабочими пространствами осуществляется выбором из раскрывающегося списка на панели инструментов ***Workspaces*** (*Рабочие пространства*) (рис. 1.2.).

Данное методическое пособие предназначено для работы с рабочим пространством ***AutoCAD Classic*** (*Классический AutoCAD*) (рис. 1.3.).

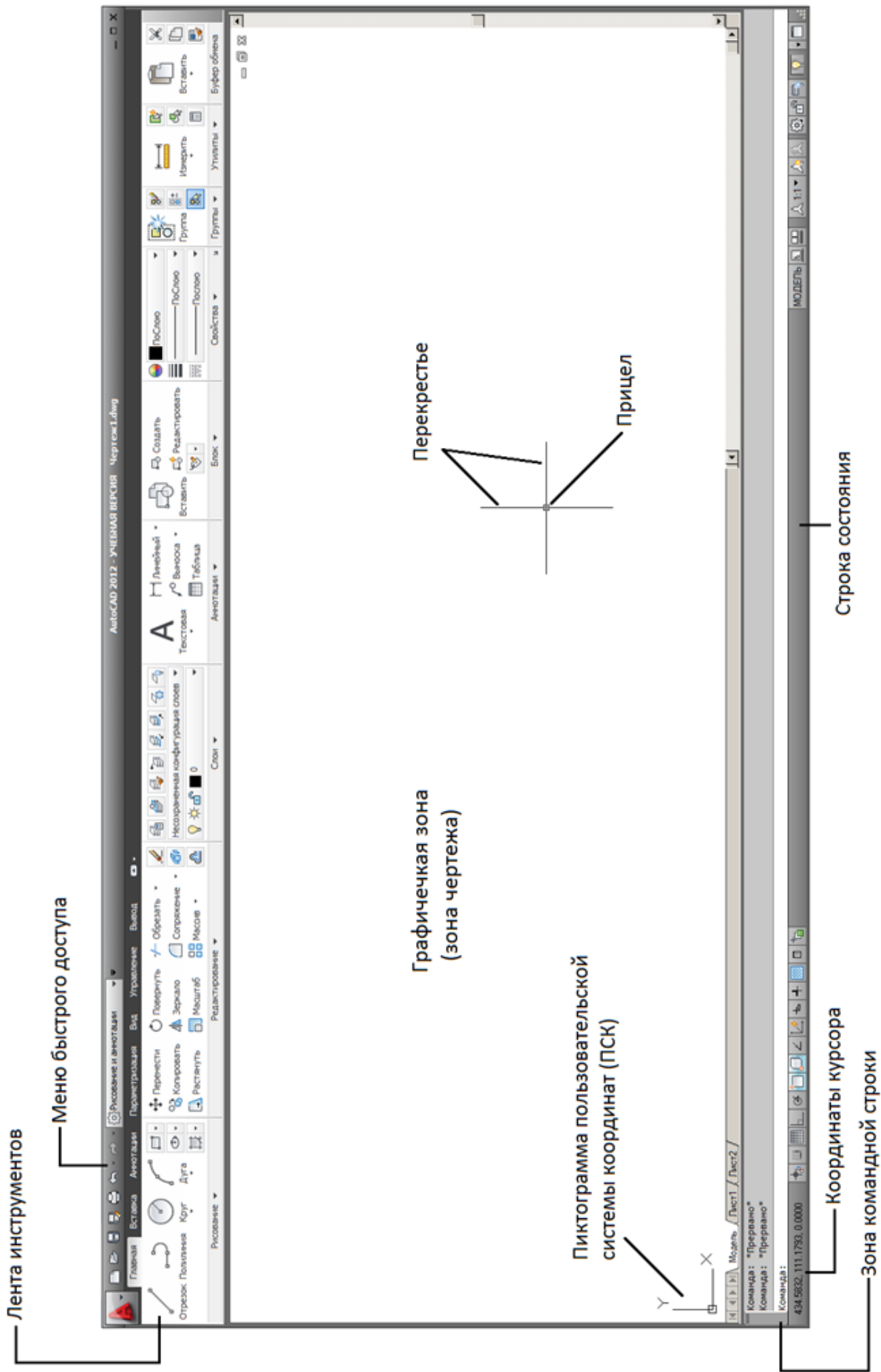


Рис. 1.1 Рабочее пространство AutoCAD 2012 по умолчанию.

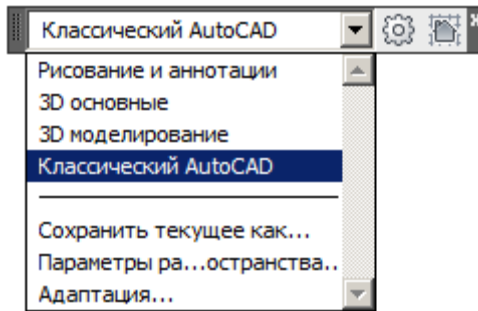


Рис. 1.2 Панель инструментов *Workspaces* (Рабочие пространства)

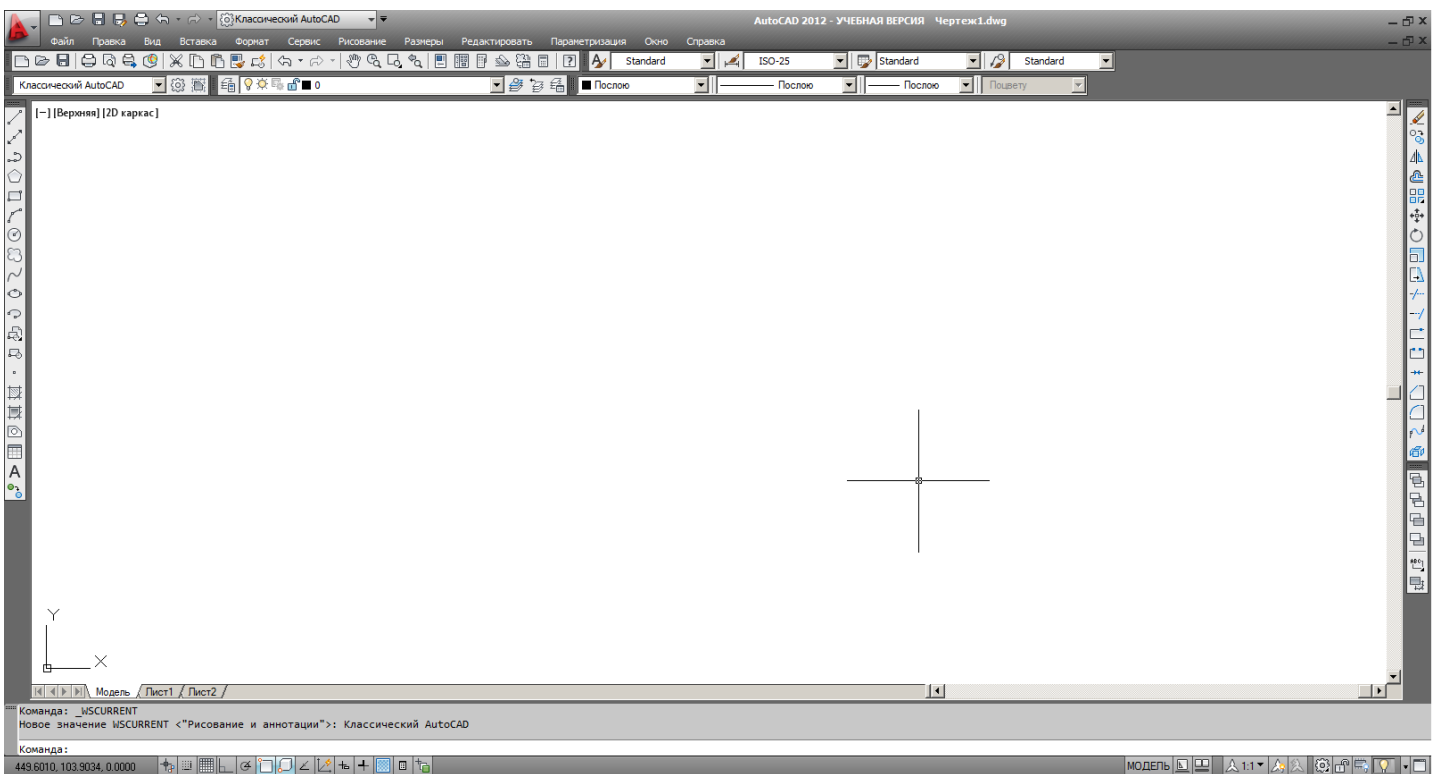


Рис. 1.3 Рабочее пространство AutoCAD Classic

1.2 Графическая зона

Графическая зона – пространство (по умолчанию черного цвета) в середине рабочего окна, в котором производятся все построения.

В левом нижнем углу размещена пиктограмма пользовательской системы координат (ПСК), две стрелки указывают положительное направление соответствующих осей координат.

Ниже ПСК располагаются текущие значения координат курсора. В AutoCAD графическая зона представляет собой пространственную систему координат, в которой пользователь может задавать координаты точек как произвольно с помощью мыши, так и с заданной точностью с помощью клавиатуры.

1.3 Строка состояния

В самом низу рабочего пространства AutoCAD располагается строка состояния, в левой части которой отображаются текущие координаты курсора, а также размещены кнопки, задающие режимы черчения (рис.1.4).

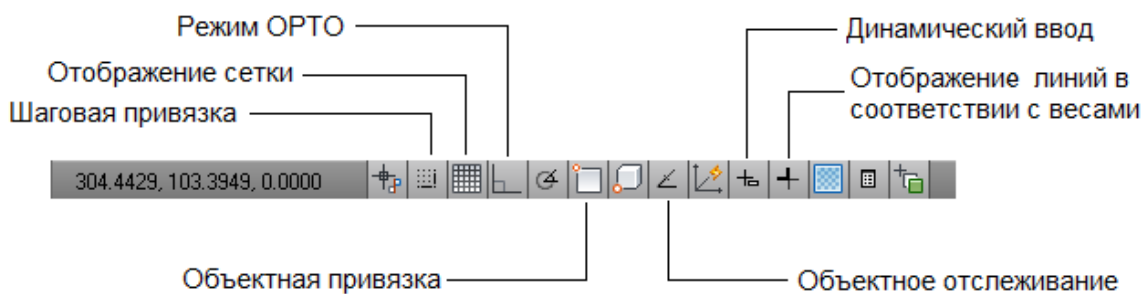


Рис.1.4 Строка состояния системы AutoCAD

Режим ОРТО – включение режима ортогональных построений, что упрощает начертание прямых горизонтальных и вертикальных линий.

Отображение сетки – отображение вспомогательной сетки из точек с заданным шагом.



Шаговая привязка – включение режима привязки к определенным точкам, равномерно отстоящим друг от друга с некоторым интервалом. Точки шаговой привязки и вспомогательной сетки могут не совпадать.

Объектная привязка – включение режима объектной привязки к характерным точкам объектов на чертеже.

Отображение линий в соответствии с весами – включение режима отображения толщины линий на чертеже.

1.4 Установка панелей инструментов

По умолчанию при первом запуске системы AutoCAD на экране не отображены основные панели инструментов, необходимые для работы. Для получения списка плавающих панелей необходимо щелкнуть правой кнопкой мыши по пространству установленных панелей.

Закрепление вызванных панелей инструментов на рабочем столе осуществляется в строке состояния (в правой нижней части рабочего стола) щелчком кнопкой мыши по значку . В открывшемся контекстном меню выбрать *All (Все)* -> *Locked (Блокирован)*. Значок приобретает вид:  - панели закреплены. Выбор пунктов *All (Все)*-> *Unlocked (Разблокирован)* прикрепляет панели на рабочем столе.

1.5 Командная строка. Особенности работы в системе AutoCAD

Зона командной строки – это небольшое встроенное прямоугольное окно внизу рабочего пространства. В AutoCAD команда может быть задана как с помощью панели быстрого доступа, так и непосредственным вводом в командную строку. Над командной строкой располагается *AutoCAD Text Windows (Текстовое окно AutoCAD)*, оно представляет собой протокол последовательности выполнения команд.

При каждом вызове команд в командной строке появляется запрос, характерный только для данной команды. Запрос поясняет, что нужно сделать, чтобы выполнить указанную команду. Если для выполнения команды требуется несколько параметров (например, для построения отрезка нужно указать две точки), то последовательно будет отображено несколько запросов.

Часто в конце запроса имеется значение (признак), стоящее в скобках <>. Это значение по умолчанию. Если оно подходит пользователю, то можно просто нажать «Enter».

Все команды в системе AutoCAD состоят из одного слова. Ввод команды можно осуществлять либо заглавными, либо строчными буквами, как на английском, так и на русском языке. При вводе команды на английском языке перед названием команды необходимо указать символ «_».

ПО ОКОНЧАНИИ ВВОДА КОМАНДЫ НЕОБХОДИМО НАЖАТЬ «ENTER».

Также начинающему пользователю следует помнить следующее:

1. Все действия в AutoCAD выполняются с помощью команд;
2. Каждая команда может быть вызвана тремя способами:
 - щелчком левой кнопки мыши по соответствующей кнопке на панели инструментов;
 - выбором из строки меню;
 - вводом ее имени в командную строку;

3. Использование каждой последующей команды возможно только после завершения предыдущей.

1.6 Диалоговое окно *Options* (Настройки)

Настройка параметров рабочего пространства в системе AutoCAD осуществляется в диалоговом окне *Options* (Настройка) (рис. 1.5), вызов которого можно осуществить следующими способами:

- из строки меню *Tools* (Инструменты) -> *Options* (Настройка);
- вводом в командную строку `_options` (НАСТРОЙКА);

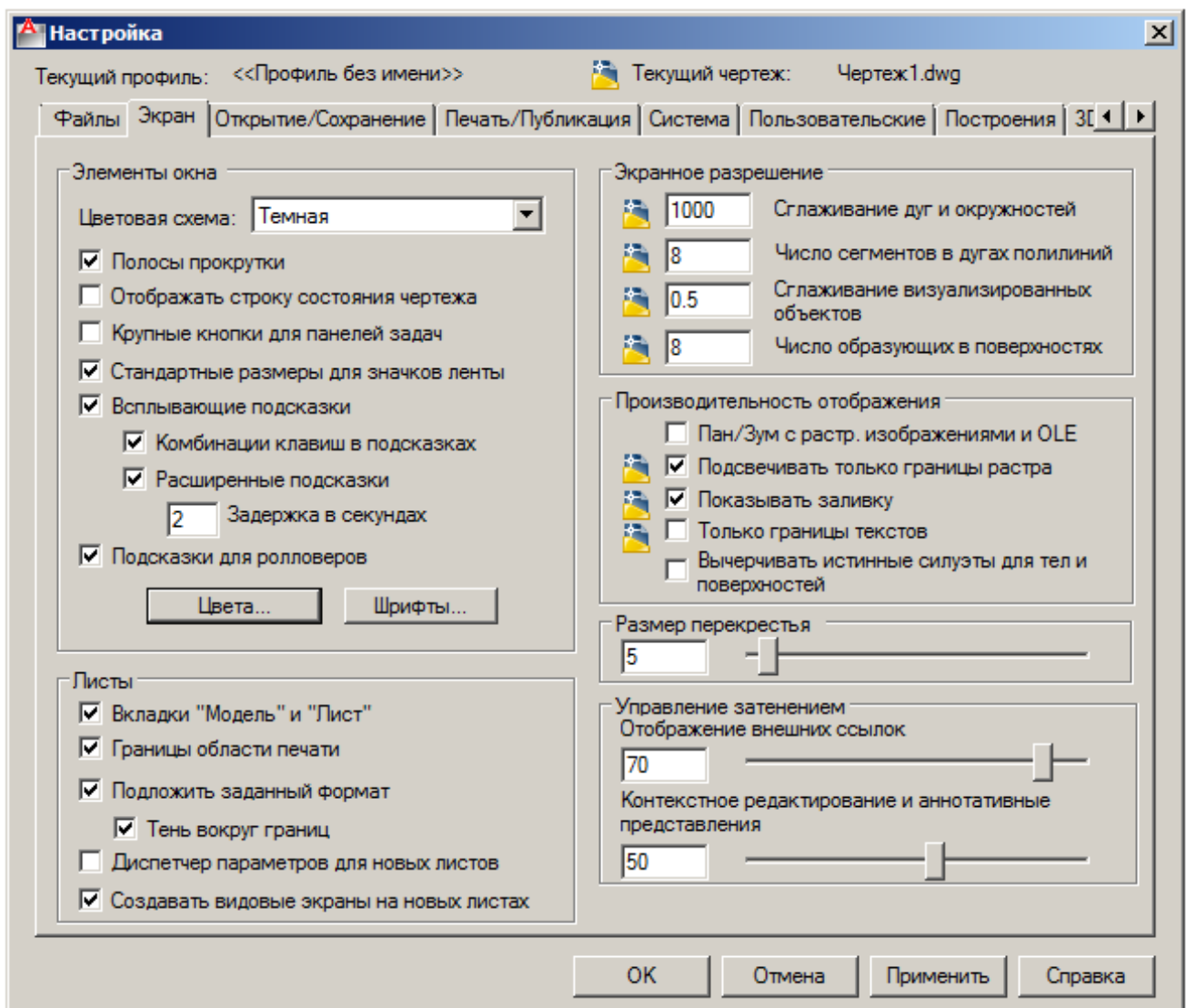


Рис. 1.5 Диалоговое окно *Options* (Настройка)

Задание 1.1

Установить рабочее пространство *AutoCAD Classic* (*Классический AutoCAD*). Закрепить на рабочем столе следующие панели инструментов:

- Порядок прорисовки;
- Рабочее пространство;
- Редактирование;
- Рисование;
- Свойства;
- Слои;
- Стандартная;
- Стили.

В результате рабочее пространство должно выглядеть как на рис 1.3.

Задание 1.2

В диалоговом окне *Options* (*Настройка*) на вкладке *Display* (*Экран*) в области *Window Elements* (*Элементы окна*) установить флажки:

- *Display scroll bars in drawing window* (*Отображать полосы прокрутки*);
- *Display Drawing status bar* (*Отображать строку состояния чертежа*);
- *Display screen menu* (*Экранное меню*);
- *Use large buttons for Toolbars* (*Крупные кнопки для панели задач*).

В области *Window Elements* (*Элементы окна*) щелкнуть по кнопке *Colors* (*Цвета*), в диалоговом окне *Drawing Window Color* выбрать из раскрывающегося списка *Color* (*Цвет*) цвет рабочего поля чертежа. Предлагаемые упражнения рекомендуется выполнять на черном фоне.

В области *Crosshair size* (*Размер перекрестья*) установить размер перекрестия (в процентах от размера экрана) – 20%.

В области *Display resolution* (*Экранное разрешение*) установить следующие значения:

- *Arc and Circle smoothness* (*Плавность дуг и кругов*) - 500;
- *Rendered objects smoothness* (*Плавность тонированных объектов*) - 5;
- *Contour lines per surface* (*Число образующих в поверхностях*) - 40.

В диалоговом окне на вкладке *Open and Save* (*Открытие/Сохранение*) в области *File Safety Precautions* (*Меры предосторожности при сохранении*) установить флажок в поле *Minutes between saves* (*Время между сохранениями*), установить интервал между сохранениями в минутах - 20.

Задание 1.3

Используя командную строку, определить границы чертежа – команда `_limits` (ЛИМИТЫ). Задать координаты левого нижнего угла и правого верхнего (0,0) и (500,500) соответственно.

Осуществить показ поля чертежа, выбрав из строки меню: **View (Вид) ->Zoom (Зумирование) -> All (Все)**.

Используя команду **Line (Отрезок)**, построить в видимой области чертежа произвольный замкнутый треугольник.

2. Задание координат в системе AutoCAD. Объектная и шаговая привязки в системе AutoCAD

2.1 Способы задания координат

Как уже отмечалось ранее, графическая зона в системе AutoCAD представляет собой пространственную систему координат, в которой пользователь может задавать координаты точек с помощью клавиатуры.

Всего в AutoCAD предусмотрено пять способов задания координат:

- интерактивный метод;
- метод абсолютных координат;
- метод относительных прямоугольных координат;
- метод относительных полярных координат;
- задание направления и расстояния;

В интерактивном методе пользователь осуществляет задание координат щелчками мыши в пространстве чертежа. Недостаток такого метода – недостаточная точность.

Метод абсолютных координат заключается в непосредственном вводе координат X и Y в командную строку через запятую. В основе данного метода лежит стандартная прямоугольная система координат.

Метод относительных прямоугольных координат отличается от метода абсолютных координат тем, что координаты (X,Y) задаются относительно последней заданной точки (рис. 2.1). При вводе относительных прямоугольных координат используется символ @.

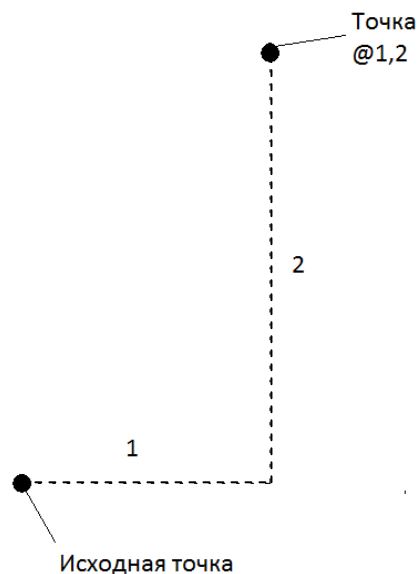


Рис. 2.1 Задание относительных координат

Метод полярных координат подразумевает указание двух параметров:

- расстояния от исходной точки;
- угла между нулевым направлением полярной системы отсчета и вектором, направленным от начала координат к искомой точке.

При задании относительных полярных координат используется два специальных символа: @ и <.

На рис. 2.2 показан отрезок, построенный в относительной полярной системе координат.

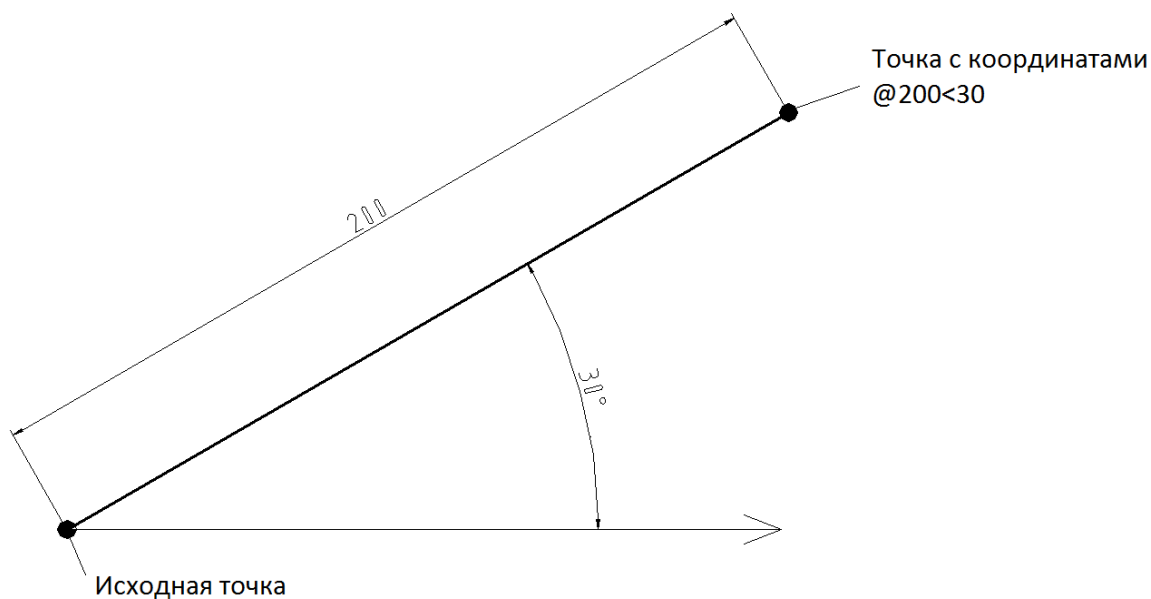



Рис. 2.2 Задание относительных полярных координат

2.2 Шаговая и объектная привязки

Шаговая привязка – режим рисования, являющийся вспомогательным средством черчения. В режиме шаговой привязки курсор будет перемещаться только между узлами прямоугольной координатной сетки с заданным шагом.

Установка режима **Snap Mode** (**Шаговая привязка**) осуществляется

нажатием кнопки  в строке состояния или нажатием клавиши F9. Изменение шага прямоугольной сетки можно выполнить в диалоговом окне **Drafting Settings** (**Режимы рисования**) (рис. 2.3), вызов которого можно выполнить в строке меню **Tools** (**Сервис**).

В открывшемся диалоговом окне на вкладке **Snap and Grid** (**Шаг и Сетка**) необходимо установить флажок **Snap On** (**Шаг Вкл.**). Следует обра-

туть внимание на то, что параметры в области *Snap spacing (Шаг привязки)* имеют значения, равные 10 мм. Также необходимо проследить, чтобы в зоне *Snap type & style (Тип и стиль привязки)* был включен переключатель *Rectangular snap (Ортогональная)* для того, чтобы привязка осуществлялась в двухмерной проекции.

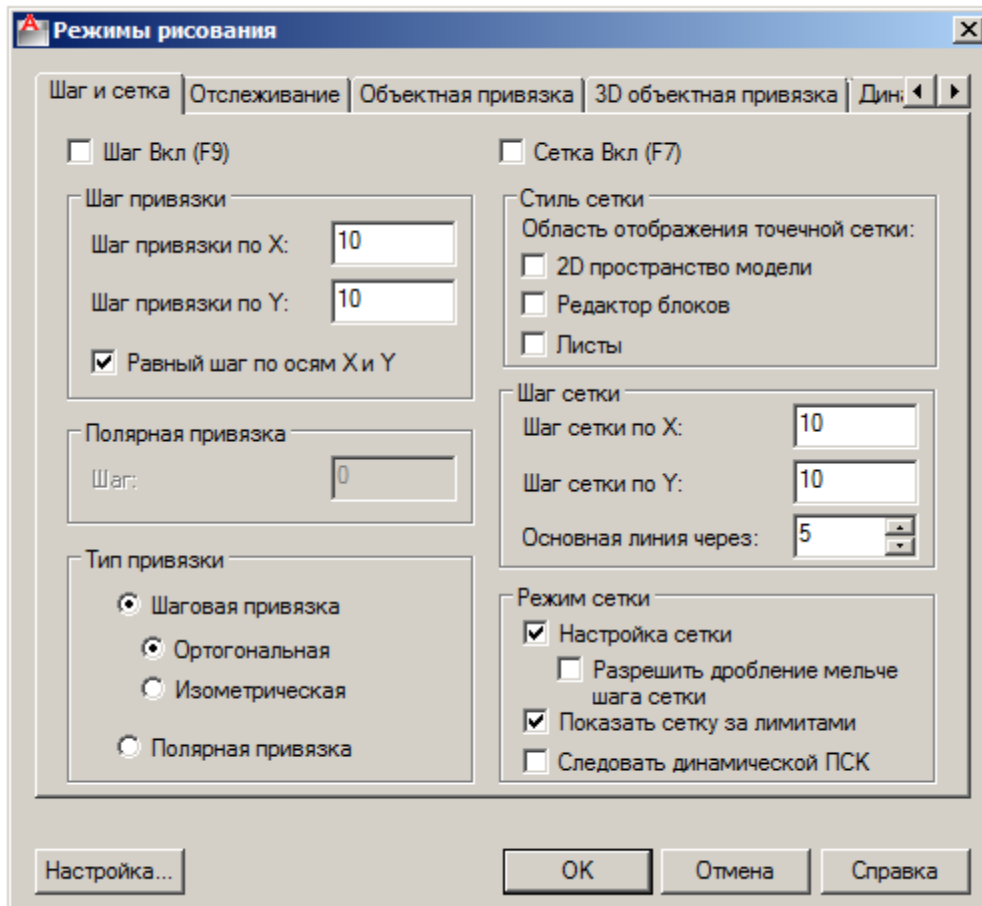



Рис. 2.3 Диалоговое окно *Drafting Settings (Режимы рисования)*

Режим объектной привязки – это режим, в котором AutoCAD автоматически осуществляет точную привязку задаваемых мышью точек к характерным точкам объектов, имеющимся на чертеже. Установка данного режима

осуществляется нажатием кнопки  в строке состояния или нажатием клавиши F3. Настройка режима осуществляется в диалоговом окне *Drafting Settings (Режимы рисования)* во вкладке *Object Snap (Объектная привязка)* (рис. 2.4). В данном окне содержится перечень переключателей, соответствующих различным типам объектной привязки.

При работе с чертежом удобнее использовать **Меню объектной привязки**, вызвав его при помощи комбинации клавиши «Shift» и щелчка правой кнопки мыши.

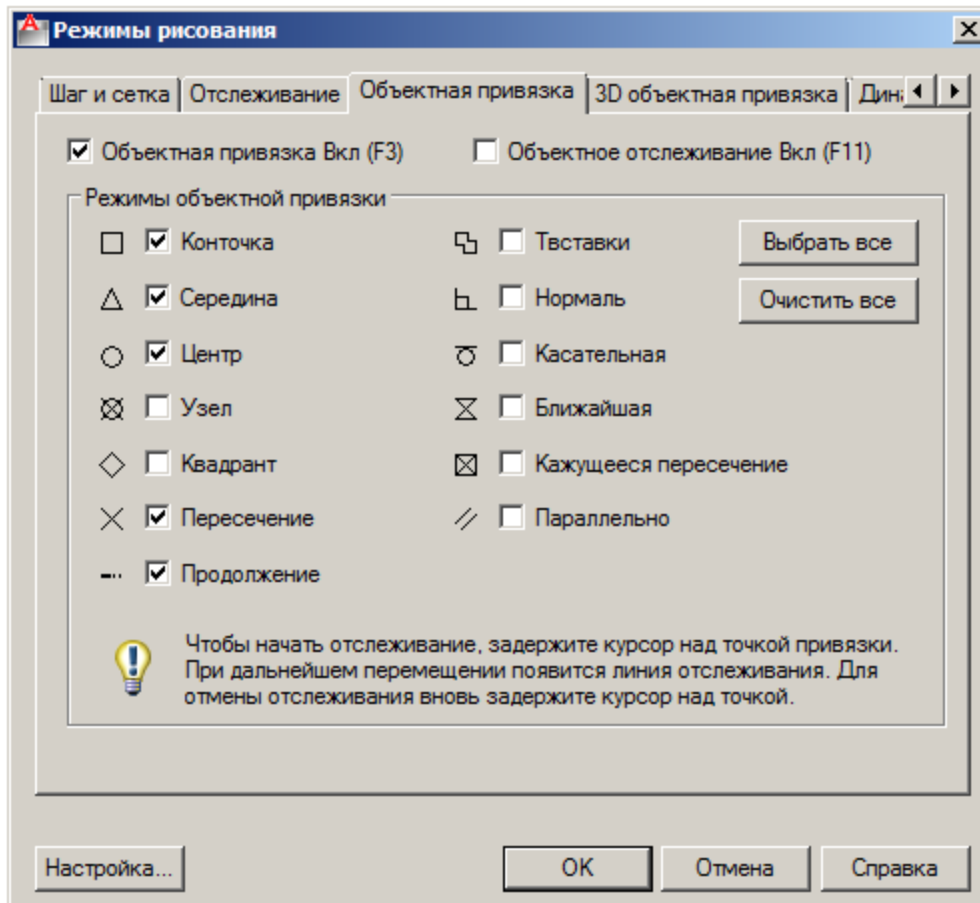


Рис. 2.4 Диалоговое окно *Drafting Settings* (Режимы рисования)

Задание 2.1

В диалоговом окне *Drafting Settings* (Режимы рисования) на вкладке *Snap and Grid* (Шаг и Сетка) установить шаг сетки равным 20 мм по осям X и Y соответственно.

Включить отображение сетки и шаговой привязки соответственно.

Используя команду `_line`(ОТРЕЗОК), построить прямоугольник со сторонами 60 и 20 мм.

Задание 2.2

В диалоговом окне *Drafting Settings* (Режимы рисования) во вкладке *Object Snap* (Объектная привязка) установить следующие режимы объектной привязки:

- Конточка;
- Пересечение;
- Касательная.

Активировать режим объектной привязки.

Построить 2 окружности с радиусами 20 и координатами центров (100,200), (150,200).

Используя команду `_line` (ОТРЕЗОК) и объектную привязку, соединить точки касания и центры окружностей. Результат приведен на рис. 2.5.

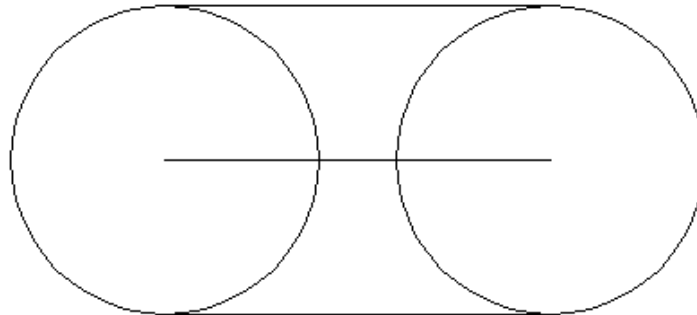



Рис 2.5 Результат выполнения задания 2.2

3. Создание графических объектов-примитивов

3.1 Построение прямолинейных отрезков (линий)

Команда `_line` (ОТРЕЗОК) – наиболее часто употребляемая команда. С ее помощью можно построить ломаную линию, состоящую из отдельных отрезков. При этом каждый отрезок будет рассматриваться как отдельный объект.

Команда `_line` (ОТРЕЗОК) может быть вызвана одним из следующих способов:

- щелчком мыши по кнопке  на панели инструментов *Draw* (Рисование);
- вводом в командную строку: `_line` (ОТРЕЗОК);
- из строки меню *Draw* (Рисование) -> *Line* (Отрезок).

После вызова этой команды нужно указать первую точку. Сделать это можно с помощью мыши или введением значения координат с клавиатуры.


В ходе выполнения команды *Line* (Отрезок) доступны следующие опции:

- *Undo* (Отменить) – отменяет задание последней точки;
- *Close* (Замкнуть) - замыкает построение, соединив последнюю и первую точки отрезков.

3.2 Разметочные (вспомогательные) линии

В процессе работы над чертежом часто необходимо построить вспомогательные линии. В системе AutoCAD существует специально предназначенный для этого тип линий, задаваемый командой `_xline` (ПРЯМАЯ).

Данная команда может быть вызвана следующими способами:

- щелчком мыши по кнопке  на панели инструментов *Draw* (Рисование);
- вводом в командную строку: `_xline`(ПРЯМАЯ);
- из строки меню *Draw* (Рисование) -> *Construction Line* (Прямая).

После вызова этой команды нужно либо задать первую точку прямой, либо выбрать одну из опций, приведенных в командной строке:

- *Hor* (Гор) – используется для построения горизонтальных вспомогательных прямых;
- *Ver* (Вер) - используется для построения вертикальных вспомогательных прямых;

- **Ang** (*Угол*) - опция предназначена для построения вспомогательных прямых под определенным углом к горизонтали или параллельно некоторым линиям на чертеже;

- **Bisect** (*Биссектриса*) – позволяет построить вспомогательную прямую, которая будет биссектрисой некоего угла;

- **Offset** (*Отступ*) – позволяет провести вспомогательную прямую параллельно любому отрезку на чертеже на заданном расстоянии.

Чтобы зафиксировать прямую, необходимо задать вторую точку, через которую она должна проходить. После этого выполнение команды не закончится, вам будет предложено создать еще одну прямую, имеющую ту же опорную точку.

3.3 Построение вспомогательных лучей. Команда **_ray** (ЛУЧ)

Луч создается командой **_ray** (ЛУЧ) и представляет собой прямую, ограниченную с одной стороны.

Вызвать команду **Ray** (*Луч*) можно одним из следующих способов:

- вводом в командную строку: **_ray** (ЛУЧ);

- из строки меню **Draw** (*Рисование*) - > **Ray** (*Луч*).

После вызова команды нужно указать первую точку. Указанием второй точки задается направление построения луча. Последующие построения лучей будут производиться из первой точки.

3.4 Построение кругов

В системе AutoCAD черчение окружностей производится командой **_circle** (КРУГ), которая может быть вызвана следующими способами:

- щелчком мыши по кнопке  на панели инструментов **Draw** (*Рисование*);

- вводом в командную строку: **_circle** (КРУГ);

- из строки меню **Draw** (*Рисование*) -> **Circle** (*Круг*).

В AutoCAD предусмотрено шесть способов построения окружностей:

- **Center, Radius** (*Центр, Радиус*) – по центру окружности и радиусу;

- **Center, Diameter** (*Центр, Диаметр*) – по центру окружности и диаметру;

- **2 points** (*2 точки*) – по двум точкам, задающим месторасположение и диаметр окружности (расстояние между точками – диаметр окружности);


- **3 points** (3 точки) – по трем произвольным точкам;
- **Tan, Tan, Radius** (2 точки касания, Радиус) – по двум касательным и радиусу окружности. При этом на чертеже указываются два объекта, которых должна касаться окружность, и радиус;
- **Tan, Tan, Tan** (3 точки касания) – по трем касательным.

Приведенные способы построения доступны из меню **Draw**(Рисование) -> **Circle**(Круг), а также в качестве опций после вызова команды `_circle` (КРУГ).

Простейший способ построения окружности – «по центру и радиусу». Центр окружности задается вводом координат в командную строку или произвольно с помощью мыши. Значение радиуса также вводится в командной строке или указывается при помощи мыши.

3.5 Построение прямоугольников

Вычерчивание прямоугольников в системе AutoCAD осуществляется с помощью команды `_rectang` (ПРЯМОУГ), которая может быть вызвана:

- щелчком мыши по кнопке  на панели инструментов **Draw**(Рисование);
- вводом в командную строку: `_rectang` (ПРЯМОУГ);
- из строки меню **Draw** (Рисование) -> **Rectangular** (Прямоугольник).

В AutoCAD предусмотрены следующие возможности при построении прямоугольников:

- **Chamfer** (Фаска) – построение прямоугольника со срезанными углами. После выбора данной опции необходимо последовательно ввести два значения, которые будут срезаться с двух сторон каждого из углов прямоугольника;
- **Fillet** (Сопряжение) – построение прямоугольника со скругленными углами. После выбора данной опции необходимо ввести радиус сопряжения углов прямоугольника;
- **Width** (Ширина) – задание толщины линии, посредством которой строится прямоугольник;
- **Thickness** (Высота) и **Elevation**(Уровень) – опции, применяемые для трехмерных построений.

На рис.3.1 приведены варианты построения прямоугольников в системе AutoCAD.

После вызова команды необходимо указать правый нижний и левый верхний углы прямоугольника или выбрать одну из опций.




Рис.3.1. Варианты построения прямоугольников в системе AutoCAD

3.6 Построение многоугольников

С помощью команды `_polygon` (МН-УГОЛ) в AutoCAD можно быстро вычерчивать правильные многоугольники.

Способы вызова:

- щелчком мыши по кнопке  на панели инструментов **Draw** (*Рисование*);
- вводом в командную строку: `_polygon` (МН-УГОЛ);
- из строки меню **Draw** (*Рисование*) -> **Polygon** (*Многоугольник*).

В системе AutoCAD предусмотрены следующие опции построения многоугольников:

- **Edge** (*Сторона*) – построение по длине одной стороны и ее положению;
- **Circumscribe** (*Вписанная окружность*) – построение по центру многоугольника и радиусу вписанной окружности;

- **Inscribed** (*Описанная окружность*) – построение по центру многоугольника и радиусу описанной окружности.

После вызова команды необходимо указать количество сторон многоугольника и выбрать режим построения – «по одной стороне» или «по центру многоугольника»

В случае построения в режиме «по одной стороне» потребуется последовательно указать две точки – начало и конец одной из сторон. На этом построение будет завершено.

При указании центра многоугольника необходимо выбрать тип окружности, по которой будет осуществляться дальнейшее построение, и, указав радиус окружности, завершить построение.

3.7 Дуги и их построение на чертеже

Дуга – это геометрическая фигура, представляющая собой часть окружности. В системе AutoCAD построение дуг осуществляется с помощью команды `_arc` (ДУГА). Вызов команды осуществляется одним из следующих способов:



- щелчком мыши по кнопке  на панели инструментов **Draw** (*Рисование*);

- вводом в командную строку: `_arc` (ДУГА);

- из строки меню **Draw** (*Рисование*) -> **Arc** (*Дуга*).

Способы построения дуг:

- **3 points** (*3 точки*) – задаются начальная, промежуточная и конечная точки, не лежащие на одной прямой;

- **Start, Center, End** (*Начало, центр, конец*) – задаются начальная точка, центр дуги и конечная точка. Первые две определяют радиус дуги;

- **Start, Center, Angle** (*Начало, центр, угол*) – радиус дуги определяют начальная точка и центр. Положительное направление угла отсчитывается против часовой стрелки и определяет внутренний угол воображаемого сектора, которому принадлежит дуга;

- **Start, Center, Length** (*Начало, центр, длина*) – задаются начальная точка, центр и длина хорды, соединяющей начальную и конечную точки дуги;

- **Start, End, Angle** (*Начало, конец, угол*) – задаются начало, конец и угол между двумя радиусами воображаемого сектора, которому принадлежит дуга;

- **Start, End, Direction** (*Начало, конец, направление*) – задаются начальная и конечная точки дуги, и указывается направление касательной к начальной точке;

- **Start, End, Radius** (*Начало, конец, радиус*) – последовательно задаются начальная, конечная точки дуги и ее радиус.

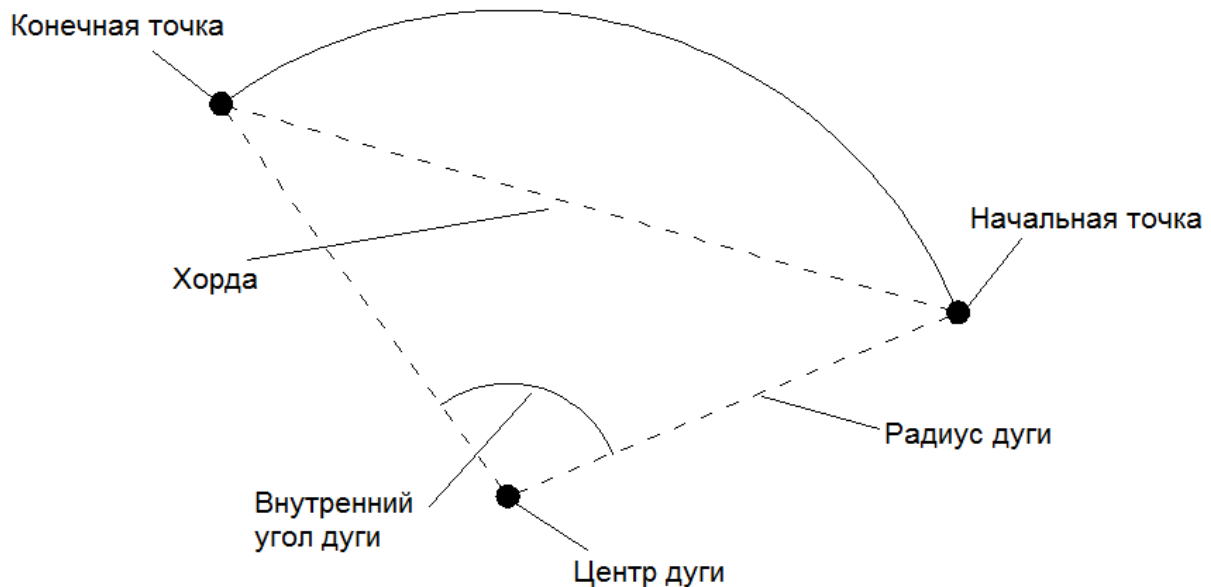



Рис.3.2 Параметры дуги в системе AutoCAD

3.8 Построение полилиний

В системе AutoCAD предусмотрено создание таких универсальных объектов, как полилинии (команда `_pline` (ПЛИНИЯ)), имеющих ряд особенностей:

- возможность изменения толщины по длине;
- могут включать в себя несколько сегментов, при этом все сегменты задаются одной командой и воспринимаются как единый объект;
- полилинии могут включать в себя дуги.

Вызов команды `_pline` (ПЛИНИЯ) можно осуществить следующими способами:

- щелчком мыши по кнопке  на панели инструментов **Draw** (*Рисование*);
- вводом в командную строку: `_pline` (ПЛИНИЯ);
- из строки меню **Draw** (*Рисование*) -> **Polyline** (*Полилиния*).

При построении полилиний доступны следующие опции:

- **Arc** (*Дуга*) – позволяет перейти в режим построения дуговых сегментов;

- **Close** (*Замкнуть*) – замыкает полилинию, соединяя первую и последнюю точки;
- **Width** (*Ширина*) – толщина линии построения последующих сегментов полилинии. При этом задается начальная и конечная ширина (рис. 3.3);
- **Halfwidth** (*Полуширина*) – задаются начальные и конечные значения полуширины полилинии;
- **Length** (*длина*) – данная опция позволяет задать длину следующего сегмента полилинии, который будет автоматически построен в том же направлении, что и последний сегмент;
- **Undo** (*Отменить*) – удаление последнего сегмента.

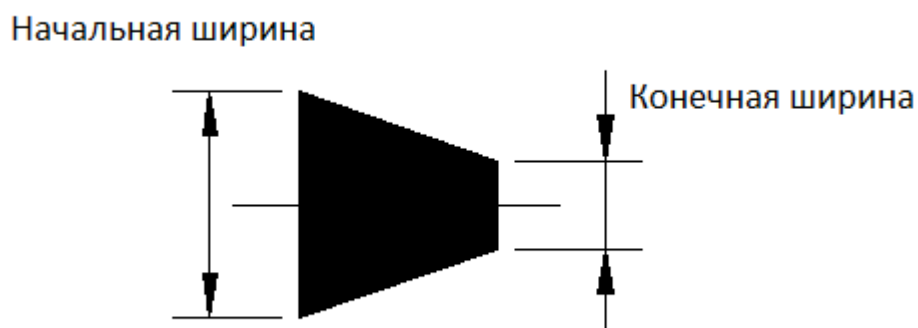


Рис. 3.3 Параметры опции **Width**(*Ширина*)

После вызова команды и указания начальной точки построения система предложит выбрать одну из опций или указать следующую точку посредством использования последних заданных параметров.

Способы построения дуговых сегментов полилиний аналогичны способам построения дуг командой `_arc` (ДУГА).

Задание 3.1

Построить произвольную замкнутую кривую, используя команду `_line` (ОТРЕЗОК). Замыкание осуществить, используя опцию `Close`(Замкнуть).

Задание 3.2

Используя команду `_xline` (ПРЯМАЯ), провести через одну точку три пересекающиеся под углом 45° прямые.

Задание 3.3

Используя команду `_circle` (КРУГ), построить 2 окружности по центру и радиусу со следующими параметрами:

- окружность №1: координаты центра (250, 250), радиус 30;
- окружность №2: координаты центра (200, 150), радиус 50;

Построить третью окружность по 2 точкам касания и радиусу, равному 20.

Точки касания выбрать на окружностях, построенных ранее.

Задание 3.4

Используя команду `_rectang` (ПРЯМОУГ), построить прямоугольник, произвольно указав координаты вершин.

Построить прямоугольник со скошенными углами, приняв катет фаски равным 10.

Построить прямоугольник со скругленными углами, указав радиус скругления равным 10.

Задание 3.5

Используя команду `_polygon` (МН-УГОЛ), построить квадрат по известной стороне.

Используя команду `_polygon` (МН-УГОЛ), построить пятиугольник, вписанный в окружность с радиусом 50. Центр многоугольника указать произвольно.

Используя команду `_polygon` (МН-УГОЛ), построить шестиугольник, описанный около окружности с радиусом 30. Центр многоугольника указать произвольно.

Задание 3.6

Используя команду `_pline` (ПЛИНИЯ), построить объект аналогично рис. 3.4. Задать длину сегмента 1–2 равной 30 с начальной и конечной шириной равной 1, длина сегмента 2–3 равна 20, начальная ширина – 10, конечная ширина – 0.

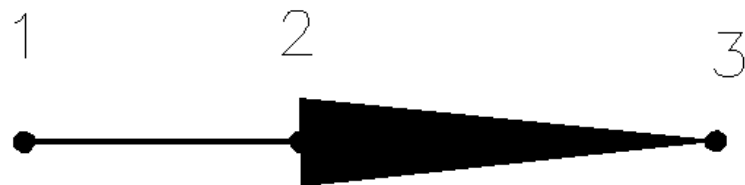


Рис. 3.4 Объект, построенный с использованием команды `_pline` (ПЛИНИЯ)

4. Редактирование и модификация объектов

4.1 Окно-панель *Properties*(Свойства)

Окно-панель *Properties* (Свойства) (рис. 4.1) является универсальным средством быстрого доступа к основным свойствам объекта.

Вызвать данное окно можно следующими способами:

- щелчком правой кнопки мыши на объекте, свойства которого необходимо изменить, в контекстном меню выбрать соответствующий пункт *Properties* (Свойства);

- кнопкой  на панели инструментов *Стандартные аннотации*.

Содержимое окна *Properties* (Свойства) существенно зависит от выбранного объекта. Рассмотрим структуру данного окна для простейшего объекта *line* (отрезок).

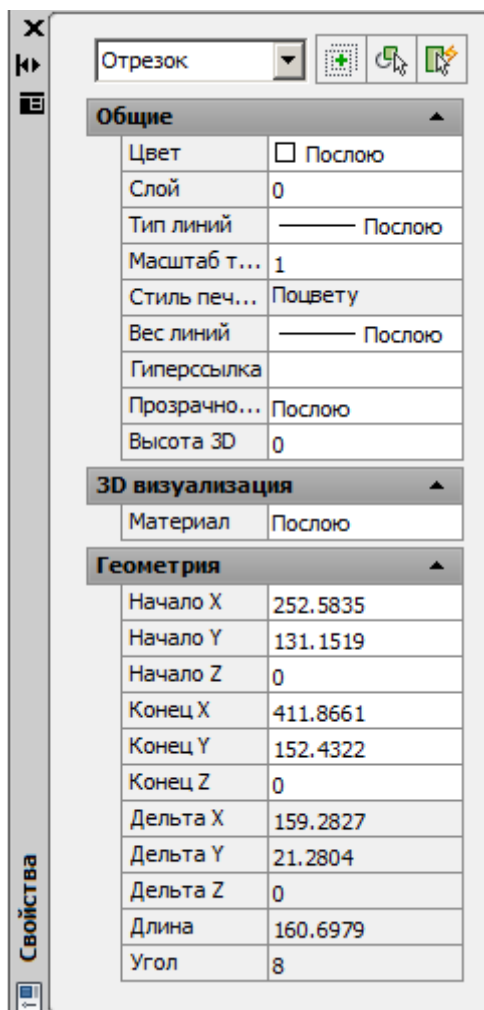


Рис. 4.1 Окно-панель *Properties*(Свойства)

Как видно из рисунка, в данном окне пользователь может изменять основные свойства объекта. В системе AutoCAD также предусмотрено изменение смежных свойств различных объектов.

4.1.1 Копирование свойств

В AutoCAD предусмотрена возможность присвоения (копирования) свойств одного объекта другому. Данная функция осуществляется с помощью команды `_matchprop` (КОПИРОВАТЬСВ), вызвать которую можно:



- щелчком мыши по кнопке на панели инструментов *Modify* (Редактирование);

- вводом в командную строку: `_matchprop` (КОПИРОВАТЬСВ);

- из строки меню *Modify* (Редактировать) -> *Match Properties* (Копирование свойств);

После вызова команды необходимо указать объект, свойства которого будут скопированы. Далее необходимо указать целевой объект – объект или объекты, которым будут назначены перечисленные свойства.

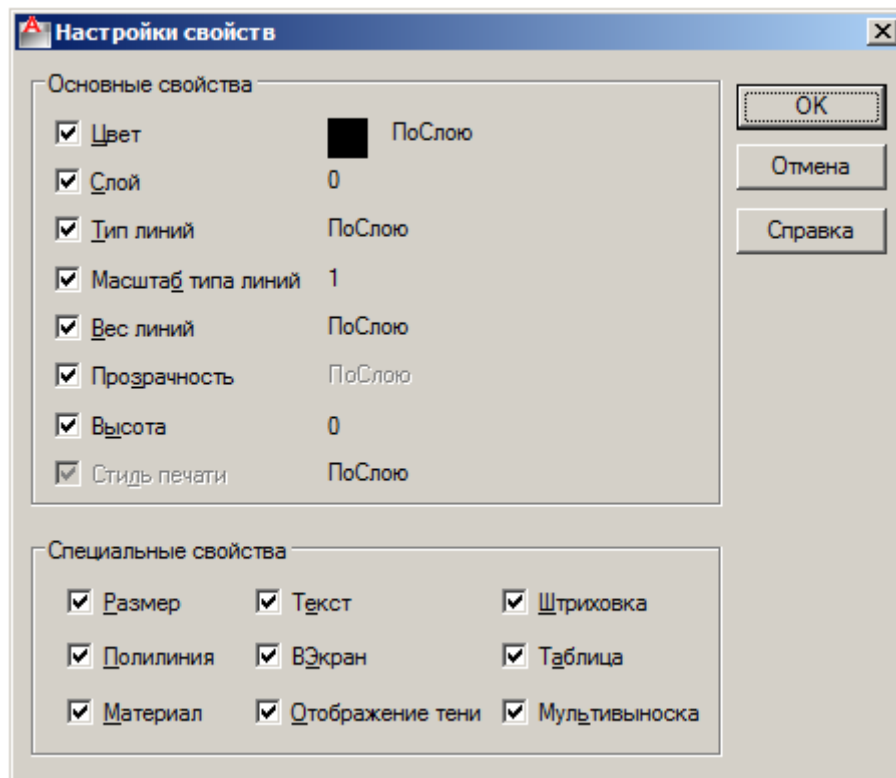


Рис. 4.2. Диалоговое окно *Property Settings* (Настройка свойств)

Параметры свойств, которые необходимо скопировать, можно изменить в диалоговом окне **Property Settings** (*Настройка свойств*) (рис.4.2). Его вызов можно осуществить, выбрав опцию **Settings** (*Настройки*) при выполнении команды `_matchprop` (КОПИРОВАТЬСВ).

4.2 Свойства объектов чертежа

В системе AutoCAD для задания и изменения свойств объектов чертежа можно использовать панель инструментов **Properties** (*Свойства*) (рис. 4.3).

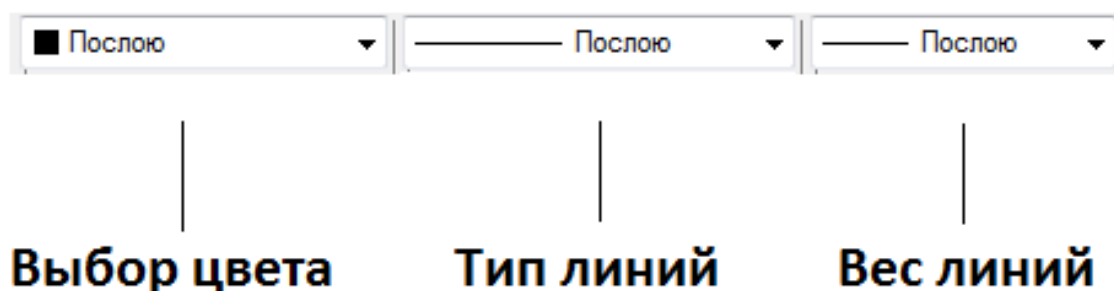


Рис. 4.3 Панель инструментов **Properties** (*Свойства*)

Рассмотрим параметры панели инструментов **Properties** (*Свойства*).

Для изменения текущего цвета построений используется раскрывающийся список **Color Control** (*Цвета*). По умолчанию в системе AutoCAD используются 7 цветов. Для использования оттенков необходимо выбрать в раскрывающемся списке пункт **Select Color** (*Выбор цвета*). В открывшемся диалоговом окне задается нужный цвет.

Раскрывающийся список **Line Type** (*Тип линий*) служит для задания типов линий. В системе AutoCAD предусмотрено использование необходимых типов линий в соответствии с выбранными стандартами (ГОСТ, ISO и пр.). В диалоговом окне **Linetype Manager** (*Диспетчер типов линий*), вызвать которое можно, выбрав в раскрывающемся списке пункт **Other** (*Другой*) -> **Load...** (*Загрузка...*), пользователь может добавить нужный тип линии (рис. 4.4).

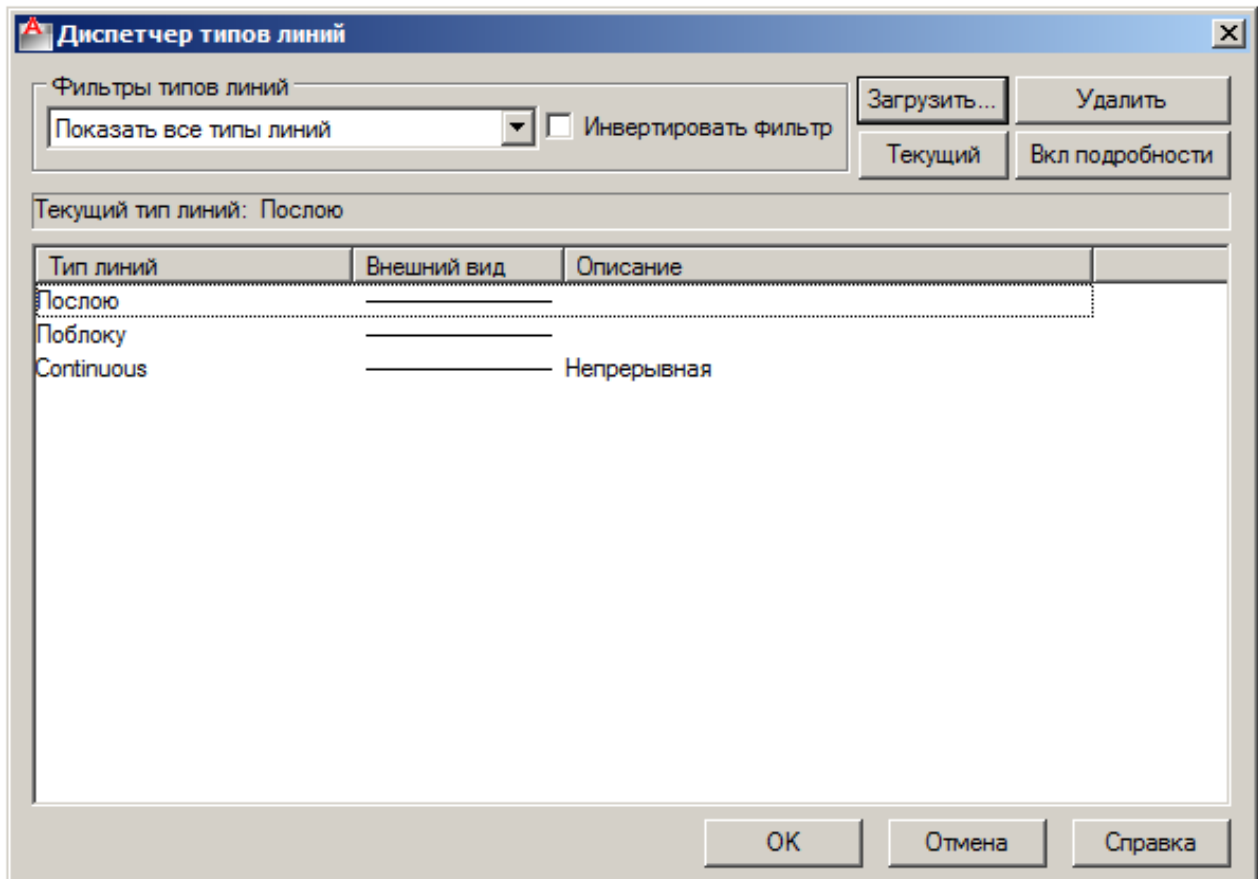


Рис. 4.4 Диалоговое окно *Linetype Manager* (Диспетчер типов линий)

Line Weight (*Вес линий*) – задает толщину линии из раскрывающегося списка. Для отображения чертежа с учетом толщины линий необходимо включить отображение линий в соответствии с весами, нажав кнопку



в строке состояния.


После выбора заданных параметров все дальнейшие построения будут производиться линиями данного типа.

4.3 Способы выбора объектов

Выбор объектов на чертеже можно осуществить как до вызова команды редактирования, так и после. В том случае, если необходимо выделить несколько объектов, нужно щелкнуть на каждом из них без зажатия каких-либо дополнительных клавиш. Исключить объект из группы выделенных можно щелчком левой кнопки мыши, удерживая при этом клавишу «Shift».

4.4 Удаление объектов


Удаление объектов в системе AutoCAD производится с помощью команды **Erase** (*Стереть*), вызов команды производится одним из следующих способов:

- щелчком мыши по кнопке  на панели инструментов **Modify** (*Редактирование*);
- вводом в командную строку: `_erase` (СТЕРЕТЬ);
- из строки меню **Modify** (*Редактировать*) -> **Erase** (*Стереть*).

После вызова команды необходимо указать объекты, подлежащие удалению.

4.5 Перемещение объектов

Перемещение объектов в системе AutoCAD осуществляется с помощью команды **Move** (*Перенести*), вызвать которую можно:

- щелчком мыши по кнопке  на панели инструментов **Modify** (*Редактирование*);
- вводом в командную строку: `_move` (ПЕРЕНЕСТИ);
- из строки меню **Modify** (*Редактировать*) -> **Move** (*Перенести*).

В AutoCAD предусмотрены два метода перемещения:

- **Перемещение по координатам** – смещение указывается в координатах (X,Y) относительно изначального положения объекта. Сдвиг осуществляется по каждой из координат;

- **Метод «базовая точка/вторая точка»** - указывается произвольная (базовая) точка чертежа, а затем – положение, которое она должна занять после перемещения. Объекты будут перемещены в зависимости от того, как будет указана базовая точка (рис.4.6).

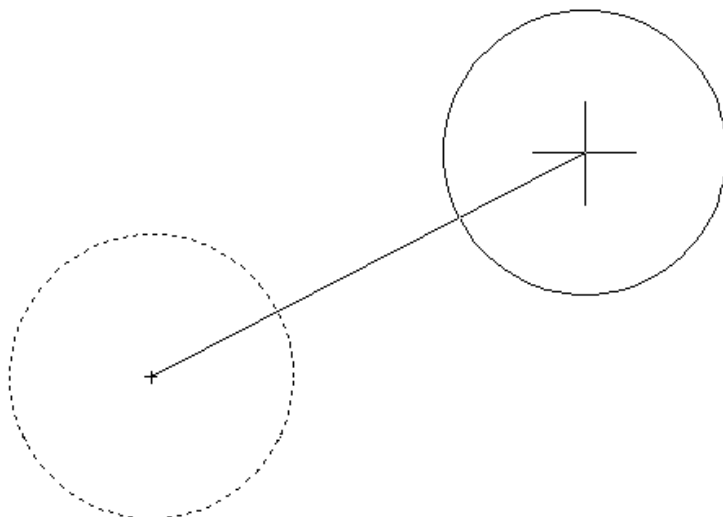



Рис.4.6 Режим перемещения объектов

4.6 Копирование объектов


Копирование объектов в системе AutoCAD осуществляется с помощью команды **Copy** (*Копировать*), вызвать которую можно:

- щелчком мыши по кнопке  на панели инструментов **Modify** (*Редактирование*);
- вводом в командную строку: `_copy` (КОПИРОВАТЬ);
- из строки меню **Modify** (*Редактировать*) -> **Copy** (*Копировать*).

Методика использования данной команды аналогична методике работы с командой **Move** (*Перенести*).

4.7 Поворот объектов

С помощью команды **Rotate** (*Поворот*) можно поворачивать объекты на определенный угол вокруг некоторой точки. Вызвать команду можно:


- щелчком мыши по кнопке  на панели инструментов **Modify** (*Редактирование*);
- вводом в командную строку: `_rotate` (ПОВЕРНУТЬ);
- из строки меню **Modify** (*Редактировать*) -> **Rotate** (*Поворот*).

После вызова команды система попросит указать базовую точку, вокруг которой будет осуществляться поворот, и значение угла в градусах. В

системе AutoCAD положительное направление угла отсчитывается против часовой стрелки.

4.8 Масштабирование объектов

Масштабирование в AutoCAD выполняется с помощью команды **Scale** (*Масштаб*). Ее вызов осуществляется стандартными способами:

- щелчком мыши по кнопке  на панели инструментов **Modify** (*Редактирование*);
- вводом в командную строку: `_scale` (МАСШТАБ);
- из строки меню **Modify** (*Редактировать*) -> **Scale** (*Масштаб*).

Выбор объектов, подлежащих редактированию, осуществляется до или после вызова команды.


Одним из основных элементов масштабирования является указание базовой точки – точки, не изменяющей своего местоположения после завершения команды. Значение коэффициента масштабирования подбирается пользователем в зависимости от необходимого результата – увеличения или уменьшения объектов.

Режим **опорный отрезок** – масштабирование выбранного набора по отношению к другим объектам.

4.9 Подрезание объектов

При построении очень часто необходимо обрезать лишние фрагменты отрезков. Для этого в системе AutoCAD предусмотрена специальная команда **Trim** (*Обрезать*).

Вызвать команду **Trim** (*Обрезать*) можно одним из следующих способов:

- щелчком мыши по кнопке  на панели инструментов **Modify** (*Редактирование*);
- вводом в командную строку: `_trim` (ОБРЕЗАТЬ);
- из строки меню **Modify** (*Редактировать*) -> **Trim** (*Обрезать*).

Подрезание осуществляется путем указания фрагмента объекта, который нужно подрезать, и режущей кромки, служащей границей подрезания.

После вызова команды необходимо указать одну или несколько режущих кромок. Затем нажать Enter (или правую клавишу мыши) и выбрать подрезаемый фрагмент (рис.4.7).

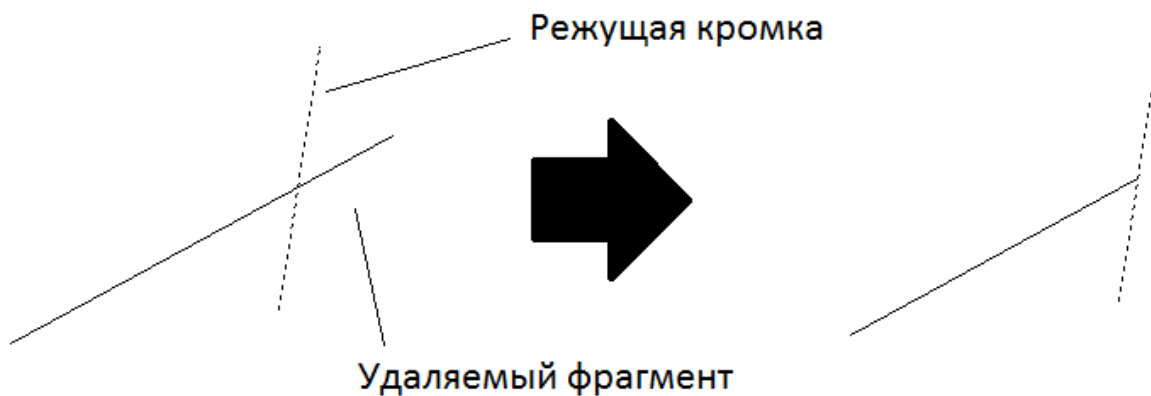


Рис. 4.7 Выполнение команды *Trim* (Обрезать)

4.10 Зеркальное отображение объектов

Очень часто приходится чертить объекты, симметричные относительно некоторой оси. Для упрощения работы в системе AutoCAD существует команда *Mirror* (Зеркало). Пример ее использования показан на рис. 4.8

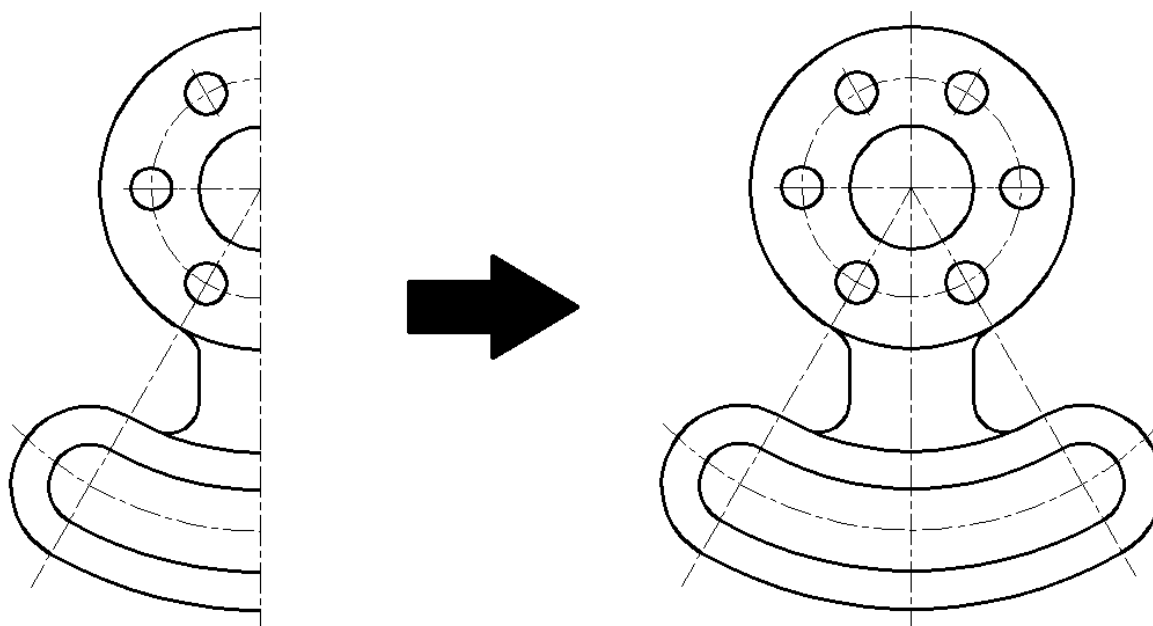



Рис 4.8 Команда *Mirror* (Зеркало)

Вызвать команду *Mirror* (Зеркало) можно одним из следующих способов:

- щелчком мыши по кнопке  на панели инструментов **Modify** (*Редактирование*);
- вводом в командную строку: `_mirror` (ЗЕРКАЛО);
 - из строки меню **Modify** (*Редактировать*) -> **Mirror** (*Зеркало*).

После вызова команды и выбора объектов необходимо задать ось, относительно которой будет выполнено отражение. Осуществить это можно путем указания двух точек, либо с помощью мыши, либо введя координаты с клавиатуры.


По умолчанию в среде AutoCAD отражаемые объекты не подлежат удалению. Данную опцию можно изменить, введя соответствующий ответ на запрос системы.

4.11 Построение подобных объектов

Команда **Offset** (*Подобие*) предназначена для создания подобной копии выбранного объекта.

Важно запомнить: выбор объектов следует осуществлять после вызова данной команды!

Вызвать команду **Offset** (*Подобие*) можно одним из следующих способов:

- щелчком мыши по кнопке  на панели инструментов **Modify** (*Редактирование*);
- вводом в командную строку: `_offset` (ПОДОБИЕ);
 - из строки меню **Modify** (*Редактировать*) -> **Offset** (*Подобие*).

После вызова команды следует указать величину смещения, введя численное значение с клавиатуры, после чего выбрать объект для смещения и сторону смещения (последняя указывается щелчком мыши в области чертежа относительно объекта).

В общем случае смещение откладывается по нормали к выбранному объекту (рис. 4.9).

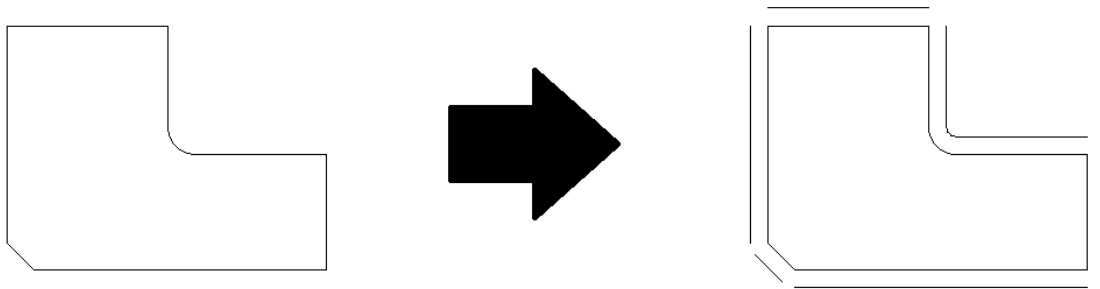


Рис. 4.9 Пример построения подобных объектов

4.12 Построение фасок

Построение фасок осуществляется в системе AutoCAD с помощью команды `_chamfer` (ФАСКА) и представляет собой срез между двумя прямыми. На рис.4.10 показано изображение объекта до и после снятия фаски.

До снятия фаски:




После снятия фаски:



Рис.4.10 Построение фаски в AutoCAD

Вызвать данную команду можно одним из следующих способов:

- щелчком мыши по кнопке  на панели инструментов **Modify** (*Редактирование*);
- вводом в командную строку: `_chamfer` (ФАСКА);
- из строки меню **Modify** (*Редактировать*) -> **Chamfer** (*Фаска*).

Рассмотрим параметры построения фаски в системе AutoCAD:

- **Distance** (Длина) – задает размеры снимаемых фасок;
- **Angle** (Угол) – переходит в режим построения по одному катету и углу фаски;

- **Trim** (Обрезка) – указывает на обрезку концов отрезков за фаской. По умолчанию обрезка включена;

- **Polyline** (полилиния) – устанавливает режим, в котором при построении фаски на одном из углов полилинии она автоматически будет построена на всех углах полилинии.

В общем случае построение фаски осуществляется в два шага. На первом шаге задаются параметры фаски (рис. 4.11): две длины, которые должны быть срезаны на каждом из двух отрезков (катеты фаски), или задается одна длина и угол фаски. На втором шаге задаются два непараллельных отрезка, между которыми будет осуществляться построение.

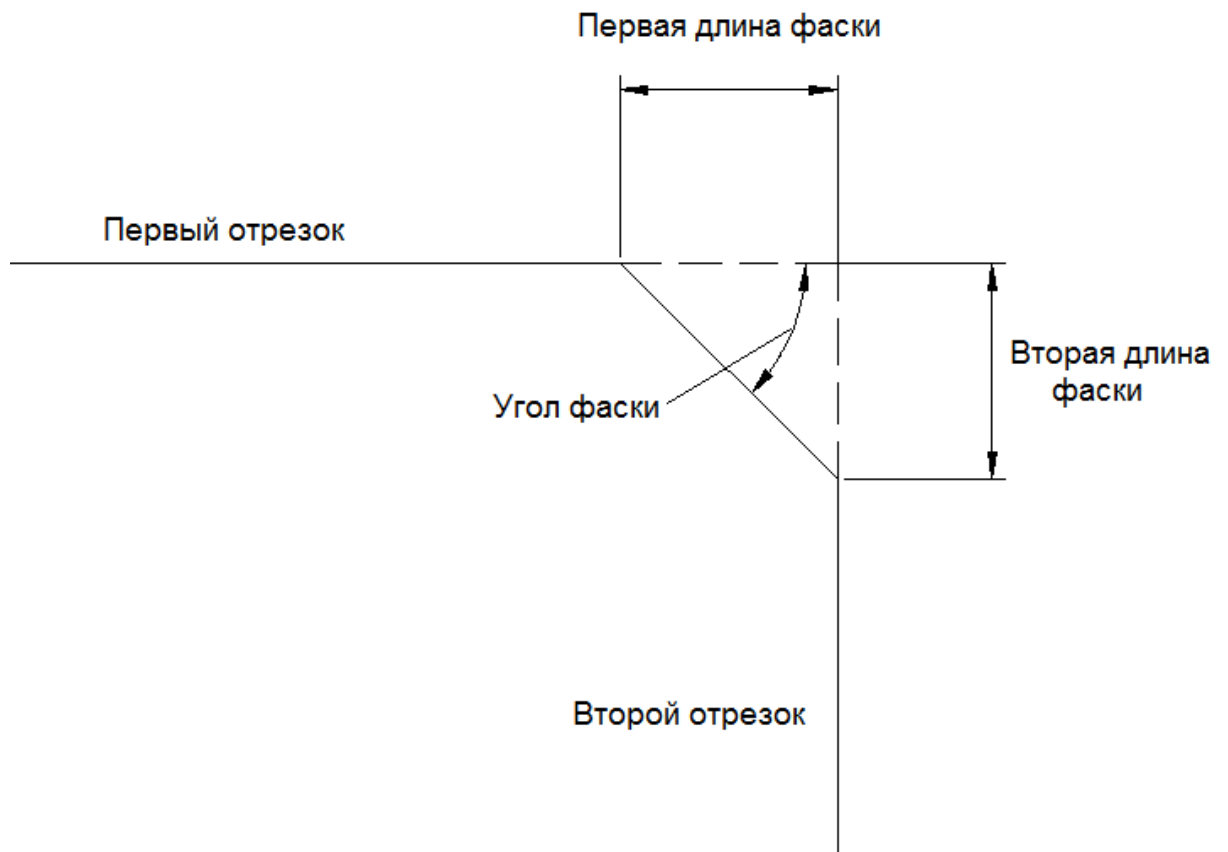



Рис.4.11 Параметры фаски в системе AutoCAD

4.13 Построение плавного сопряжения

Плавное сопряжение заключается в скруглении острого угла, образованного при пересечении двух объектов, и осуществляется с помощью ко-

манды `_fillet` (СОПРЯЖЕНИЕ) (рис. 4.12) вызвать которую можно одним из следующих способов:

- щелчком мыши по кнопке  на панели инструментов **Modify** (*Редактирование*);
- вводом в командную строку: `_fillet` (СОПРЯЖЕНИЕ);
- из строки меню **Modify** (*Редактировать*) -> **Fillet** (*Сопряжение*).

Рассмотрим параметры построения сопряжения в системе AutoCAD:

- **Radius** (*раДиус*) – позволяет задать радиус скругления;
 - **Polyline** (*полИлиния*) – устанавливает режим, в котором при построении фаски на одном из углов полилинии она автоматически будет построена на всех углах полилинии;
 - **Trim** (*оБрезка*) – указывает на обрезку концов отрезков за фаской.
- По умолчанию обрезка включена.



Рис. 4.12 Построение сопряжения в системе AutoCAD

Построения сопряжения в системе AutoCAD аналогично построению фаски. На первом шаге задается радиус скругления, на втором - указываются отрезки, между которыми будет осуществляться построение.

4.14 Создание упорядоченной группы объектов

Часто пользователю приходится создавать группы одинаковых объектов, расположенных в определенном порядке. Для создания нужного количества копий объекта и расположения их в заданном порядке служит команда **Array** (*Массив*). Начиная с версии AutoCAD 2012, используется интерактивный метод построения. Для более точного построения массивов рекомендуется использовать команду **ArrayClassic**, которая становится доступной после установки обновления Service Pack 1.

Вызов команды **ArrayClassic** (*Классический массив*) осуществляется вводом в командную строку: `_arrayclassic`.

Рассмотрим создание прямоугольных и круговых массивов двумя методами - интерактивным и классическим (рис. 4.13).



Рис. 4.13 Пример создания массива.

4.14.1 Интерактивный метод создания массива

Для построения массива в интерактивном режиме рекомендуется вызвать нужный массив:

- из строки меню **Modify** (*Редактировать*) -> **Array** (*Массив*);
- введя в командную строку: `_array` (МАССИВ).

Указав нужный тип массива (прямоугольный или круговой), необходимо выбрать объекты, подлежащие редактированию. После этого щелчком мыши указать итоговое количество элементов массива и зафиксировать нужную компоновку. Задав расстояние между объектами с помощью мыши, завершите создание массива.

Впоследствии, щелкнув на созданном массиве, пользователь может перейти в режим редактирования.

4.14.2 Прямоугольные массивы

После вызова команды *ArrayClassic* открывается диалоговое окно *Array (Массив)* (рис. 4.14). Для создания прямоугольного массива необходимо установить переключатель в положение *Rectangular Array (Прямоугольный массив)*. После чего необходимо осуществить выбор объектов: кнопка *Select Object (Выбор объектов)* и указать параметры самого массива:

- количество строк и столбцов;
- расстояние между рядами и столбцами;
- угол поворота (по умолчанию он равен 0).

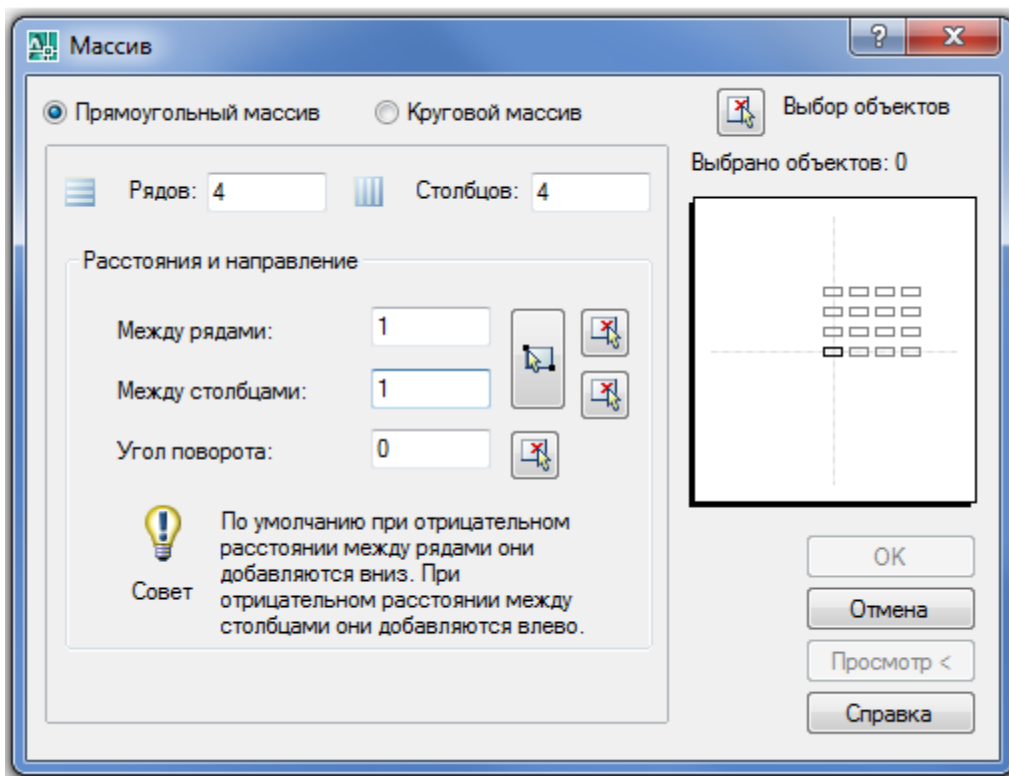


Рис. 4.14 Диалоговое окно *Rectangular Array*(Прямоугольный массив)

4.14.3 Круговые массивы

После вызова команды *ArrayClassic* открывается диалоговое окно *Array (Массив)* (рис. 4.15). Для создания прямоугольного массива необходимо установить переключатель в положение *Polar Array(Круговой массив)*. После этого необходимо осуществить выбор объектов - кнопка *Select Object (Выбор объектов)*, затем указать параметры самого массива:

- центр окружности, относительно которой будет осуществлен поворот (рекомендуется делать это указанием мыши);
- способ построения;
- параметры построения массива.

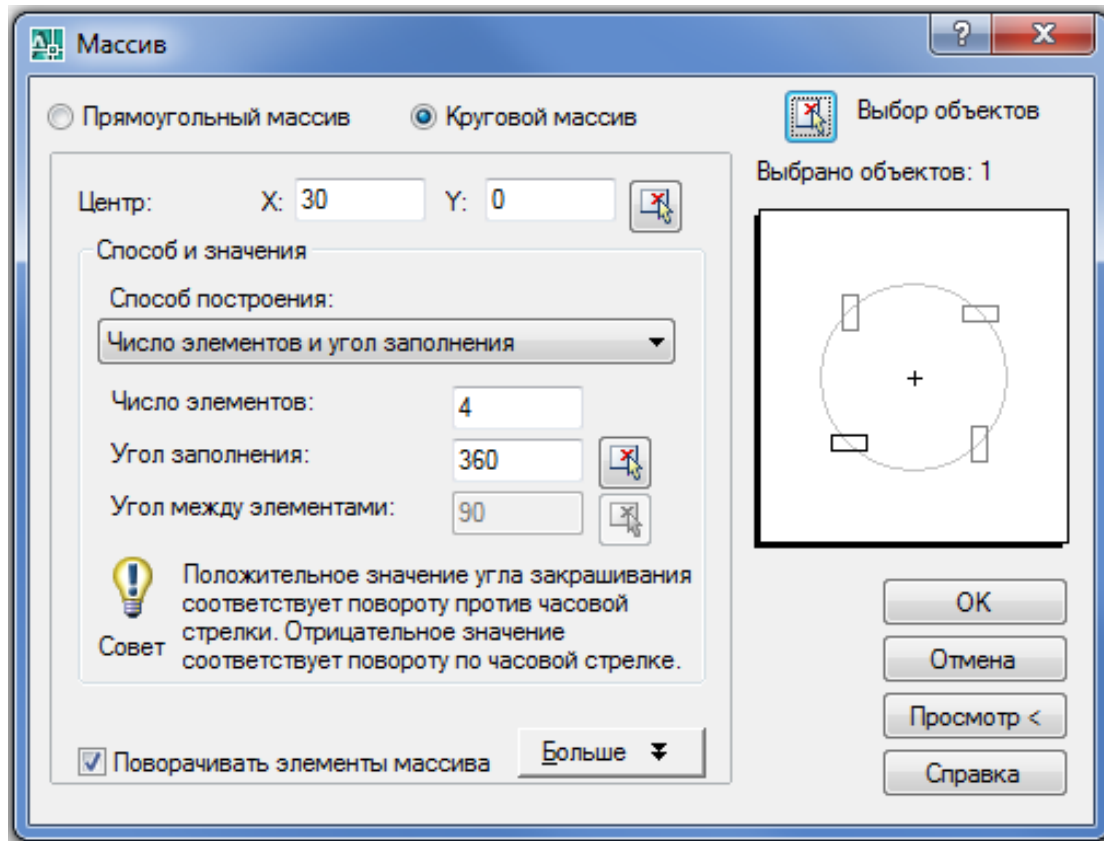


Рис. 4.15 Диалоговое окно *Polar Array* (Круговой массив).

5. Использование слоев в системе AutoCAD. Простановка размеров в системе AutoCAD. Текст в чертежах AutoCAD. Блоки


5.1 Слои и их свойства

Для удобства работы в системе AutoCAD предусмотрено использование слоев. Каждый слой представляет собой как бы «прозрачную пленку», накладываемую на лист чертежа. По умолчанию в любом новом чертеже автоматически создается слой с именем 0, и этот же слой по умолчанию является текущим. В AutoCAD принято объекты одного типа размещать в одном слое.

Важно знать следующие особенности использования слоев:

- каждый слой имеет свое персональное имя;
- для каждого слоя можно установить цвет, тип и толщину линии;
- можно управлять видимостью слоев;
- можно заблокировать слой;
- для каждого слоя можно установить свои параметры печати.

Основной командой работы со слоями является команда **Layer** (*Слой*). Вызвать ее можно одним из следующих способов:

- щелчком мыши по кнопке  на панели инструментов **Layers** (*Слой*);
- вводом в командную строку: `_layer` (СЛОЙ).

В результате на экране появится диалоговое окно **Layer Properties Manager** (*Диспетчер свойств слоев*) (рис. 5.1), в котором приведены настройки всех имеющихся на чертеже слоев. Рассмотрим некоторые параметры каждого слоя:

- **Status** (*Статус*) – указывает тип элемента: фильтр слоя, используемый слой, пустой слой или текущий слой;
- **Name** (*Имя*) – указывает имя слоя;
- **On** (*Вкл*) – указывает состояние слоя: включен/выключен;
- **Color** (*Цвет*) – указывает цвет, который будет использоваться для всех объектов в данном слое.
- **Line type** (*Тип линии*) – задает тип линии для слоя;
- **Line weight** (*Вес линии*) – указывает толщину линии.

Все построения в системе AutoCAD осуществляются на слое, который указан как текущий. Переключение слоев осуществляется в раскрывающемся списке **Layers** (*Слой*) (рис. 5.2).

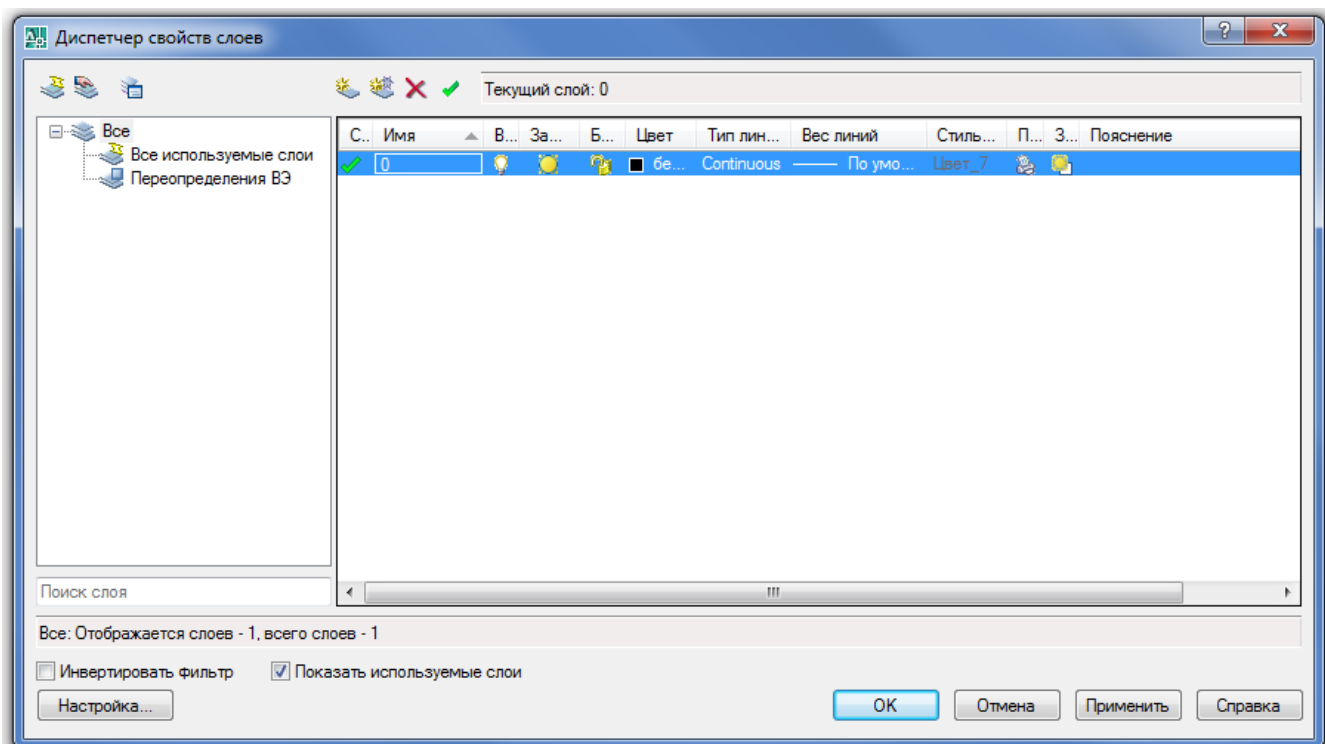


Рис. 5.1 Диалоговое окно *Layer Properties Manager* (Диспетчер свойств слоев)

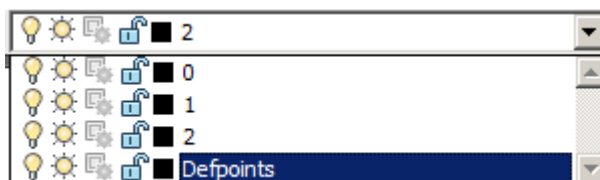



Рис. 5.2 Раскрывающийся список *Layers* (Слоу).

5.2 Использование диспетчера размерных стилей

В разных странах приняты различные стандарты и требования по нанесению размеров. Рассмотрим пример создания размерного стиля в системе AutoCAD. Для этого нужно воспользоваться диалоговым окном *Dimension Style Manager* (Диспетчер размерных стилей). Вызвать данное окно можно одним из следующих образов:

- щелчком мыши по кнопке  на панели инструментов *Dimension* (Размер);
- вводом в командную строку: `_dimstyle` (РЗМСТИЛЬ).

В результате на экране появится соответствующее диалоговое окно (рис. 5.3).

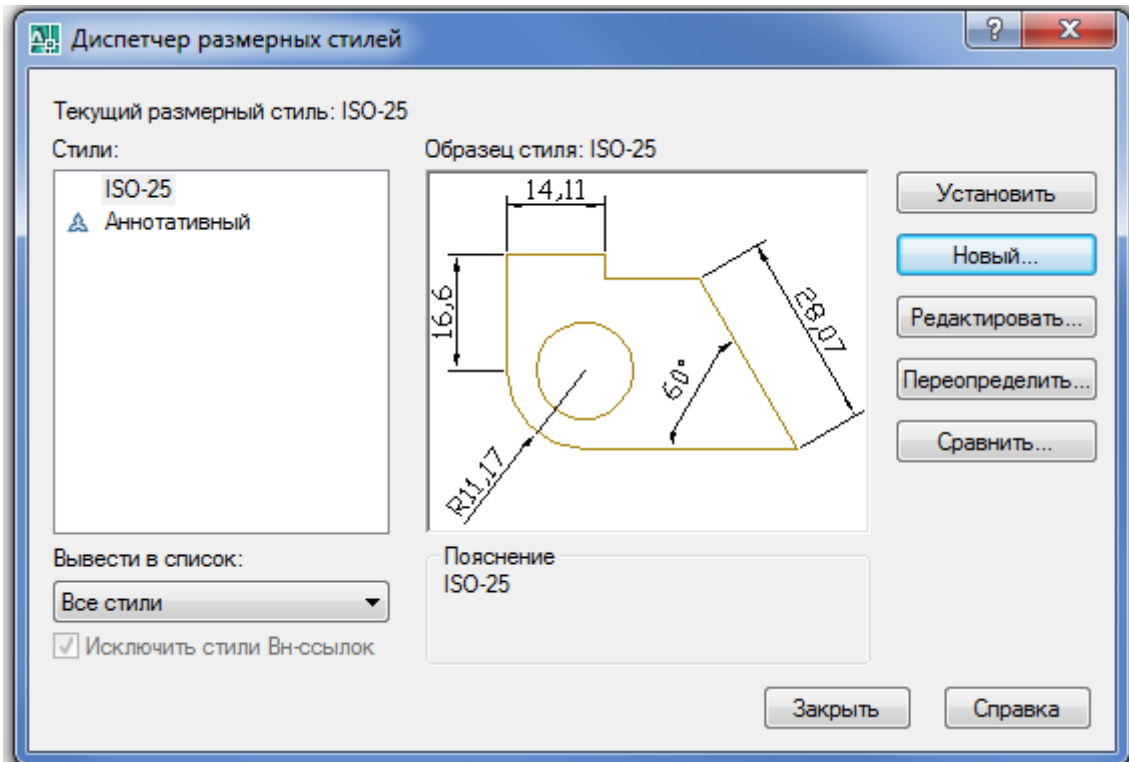


Рис. 5.3 Диалоговое окно *Dimension Style Manager* (Диспетчер размерных стилей).

Для создания нового стиля нажмите на кнопку *New...* (Новый...). Далее в появившемся окне можно задать имя нового стиля и стандарт, на основе которого будет сделан новый стиль (рис 5.4).

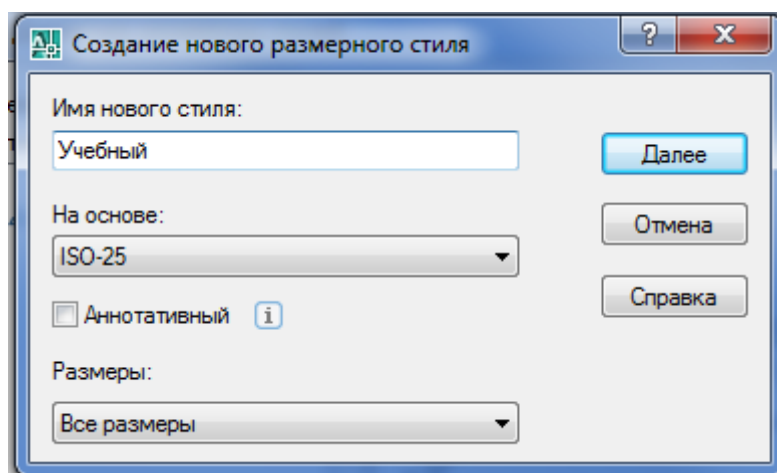


Рис. 5.4 Окно создания нового стиля.

После нажатия на кнопку *Continue* (Далее) появится окно нового размерного стиля (рис 5.5). В этом окне и происходит настройка параметров нового стиля. Рассмотрим некоторые вкладки:

- *Lines* (Линии) – содержит настройки размерных, выносных и осевых линий;
- *Symbols and Arrows* (Символы и стрелки) – предназначена для настроек внешнего вида размерных стрелок;
- *Text* (Текст) – содержит настройки внешнего вида и размещения надписей, используемых в размере;
- *Fit* (Размещение) – задает параметры размещения стрелок и размерных надписей в стесненных местах чертежа;
- *Primary Units* (Основные единицы) – содержит настройки формата представления основных единиц для линейных и угловых размеров.

Закончить создание нового размерного стиля, нажав на кнопку «ОК». Созданный размерный стиль будет относиться только к текущему чертежу.

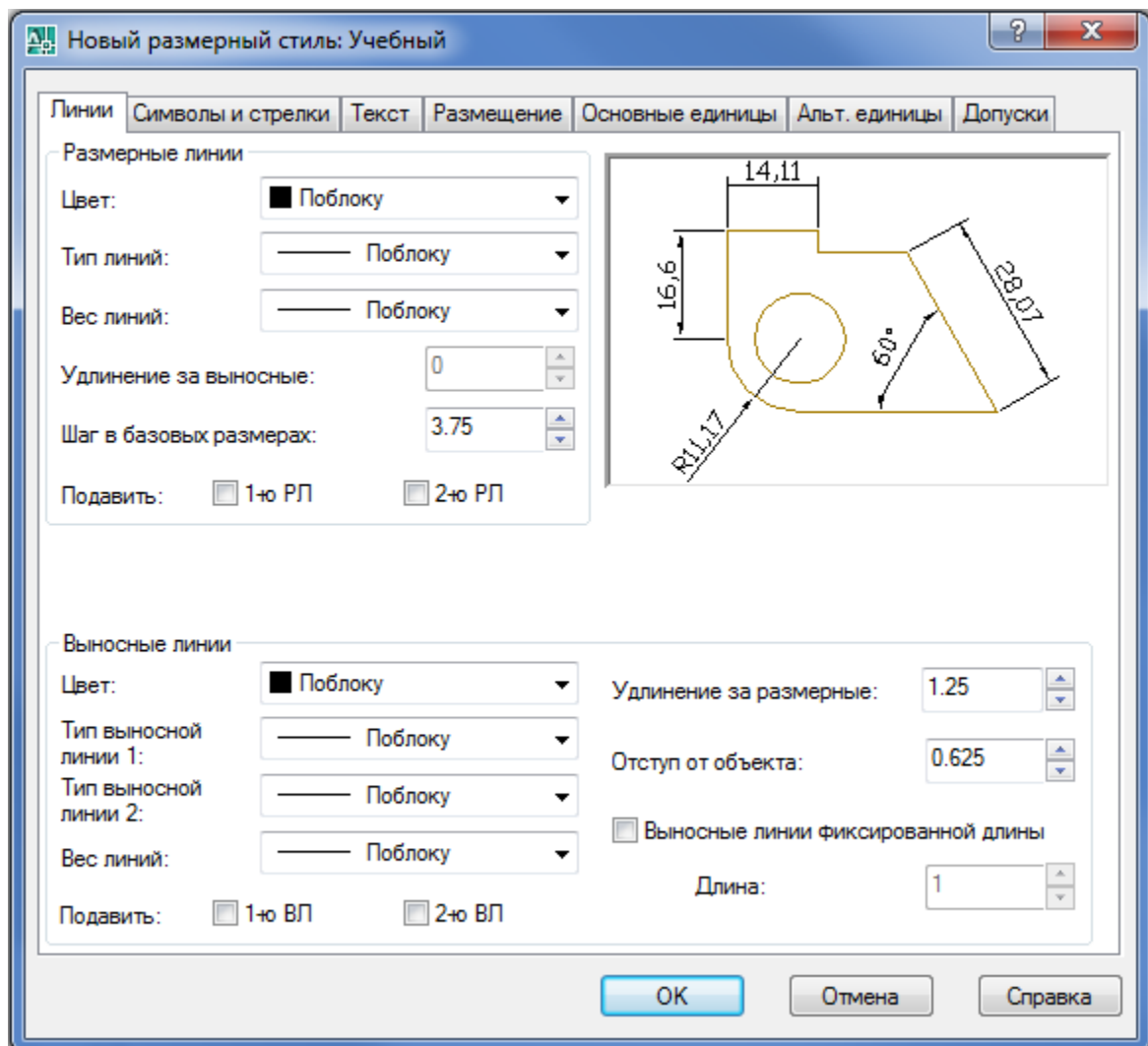


Рис. 5.5 Редактирование нового размерного стиля.

5.3 Простановка размеров

В системе AutoCAD простановка размеров автоматизирована. Это означает, что пользователю нужно указать только тип размера и точки, по которым размер будет построен. При этом системой будет определено и отражено значение размера. В дальнейшем при изменении объекта, для которого проставлен размер, будет происходить изменение значения размера.

Очевидно, что размер в AutoCAD имеет сложную структуру и воспринимается как единый объект, состоящий из выносных линий, размерной линии со стрелками и численным значением размера (рис.5.6).

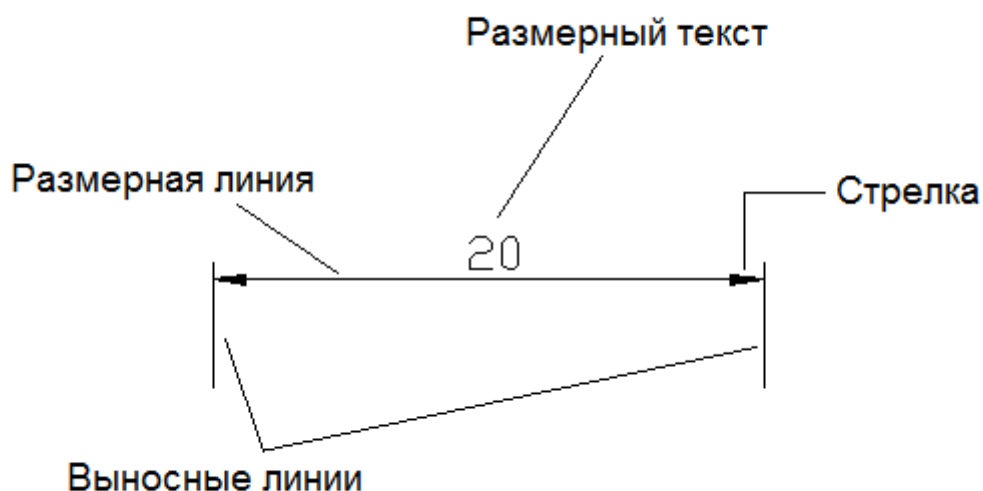


Рис 5.6 Структура размера в AutoCAD.

Нанесение размеров и управление ими производится через раздел меню **Dimension** (*Размеры*). Основные используемые размеры – это:

- **Linear** (*Линейный*) – размер параллелен одной из осей координат;
- **Aligned** (*Параллельный*) – размер параллелен измеряемому участку;
- **Arc Length** (*Длина дуги*) – размер определяющий длину дуги;
- **Radius** (*Радиус*) и **Diameter** (*Диаметр*) для измерения радиусов и диаметров кругов и дуг;
- **Angular** (*Угловой*) – для измерения углов;
- **Continue** (*продолжение*) – нанесение цепочки размеров;
- **Leader** – выносной текст, выноска.

Наиболее часто применяемые размеры, **Linear** и **Aligned**, проставляются тремя щелчками мыши (начальная точка измерения, конечная точка измеряемого участка, положение размерной линии).

Рассмотрим основные правила нанесения размеров, регламентированные по ГОСТ 2.307-68:

1. Первая выносная линия должна находиться на расстоянии 10 мм от контура объекта.
2. Расстояние между параллельными размерными линиями должно составлять 7-10 мм.
3. Выносные линии должны выходить за концы стрелок размерной линии на 1-5 мм.
4. Размеры следует наносить таким образом, чтобы ближе к изображению детали был расположен меньший размер.
5. Размерный текст наносится над размерной линией как можно ближе к ее середине. Для величин, размерная линия которых расположена вертикально, размерный текст пишется и читается слева.
6. В том случае, если на чертеже имеется несколько одинаковых элементов, размер рекомендуется наносить лишь для одного из них, при чем с указанием общего количества таких элементов.
7. При вычерчивании плоской детали в одной проекции ее длину можно указывать с помощью английской буквы l, а толщину – с помощью буквы s.
8. Осевая линия должна выходить за контур детали на 2-3 мм.
9. Если окружность изображена полностью, то для нее наносят диаметральный размер. Для дуг наносят радиальный размер.
10. При нанесении размера радиуса перед размерным числом помещают прописную букву R.
11. Размерные линии и сами размеры предпочтительно располагать за контуром изображения.
12. Необходимо избегать пересечения размерных и выносных линий, а также пересечения размерных линий между собой.
13. Каждый размер наносят на чертеже только один раз.
14. Размерный текст не разрешается пересекать или разделять другими линиями чертежа. В месте нанесения размерного числа осевые, центровые линии и линии штриховки прерывают.

5.4 Нанесение штриховки

При разработке достаточно большого количества чертежей на них выполняются различные разрезы и сечения. По принятым нормам черчения та часть объекта, которая попадает в секущую плоскость, должна быть заштрихована.

Чтобы приступить к штриховке, необходимо выполнить одно из следующих действий:



- щелчком мыши по кнопке  на панели инструментов **Draw** (*Рисование*);

- вводом в командную строку: `_bhatch` (КШТРИХ).

В результате появится диалоговое окно **Hatch and Gradient** (*Штриховка и градиент*) (рис. 5.6).

На вкладке **Hatch** (*Штриховка*) в раскрывающемся списке **Type** (*Тип*) вы можете выбрать тип штриховки:

- **Predefined** (*Стандартный*) – использование стандартных образцов штриховки;

- **User Defined** (*Из линий*) – созданий образца штриховки на основе текущего типа линий;


- **Custom** (*Пользовательский*) – использование ранее созданного образца штриховки.

В поле **Angle and Scale** (*Угол и масштаб*) можно изменить угол наклона решетки, масштаб линий штриховки и расстояние между ними.


Для задания границ штриховки в AutoCAD предусмотрены 2 метода: указание точки внутри замкнутой области и указание объектов, которые ограничивают область штриховки.

Чтобы воспользоваться первым методом, следует в окне **Hatch and Gradient** (*Штриховка и Градиент*) на вкладке **Штриховка** (*Hatch*) щелк-



нуть мышкой по кнопке  **Pick Points** (*Добавить: точки выбора*) и щелчком мыши задать замкнутые области, которые необходимо заштриховать.



Нажав на кнопку  **Select Objects** (*Добавить: выбрать объекты*), необходимо указать объекты, которые своими границами зададут область штриховки. Объекты должны быть выбраны таким образом, чтобы область штриховки была замкнутой.

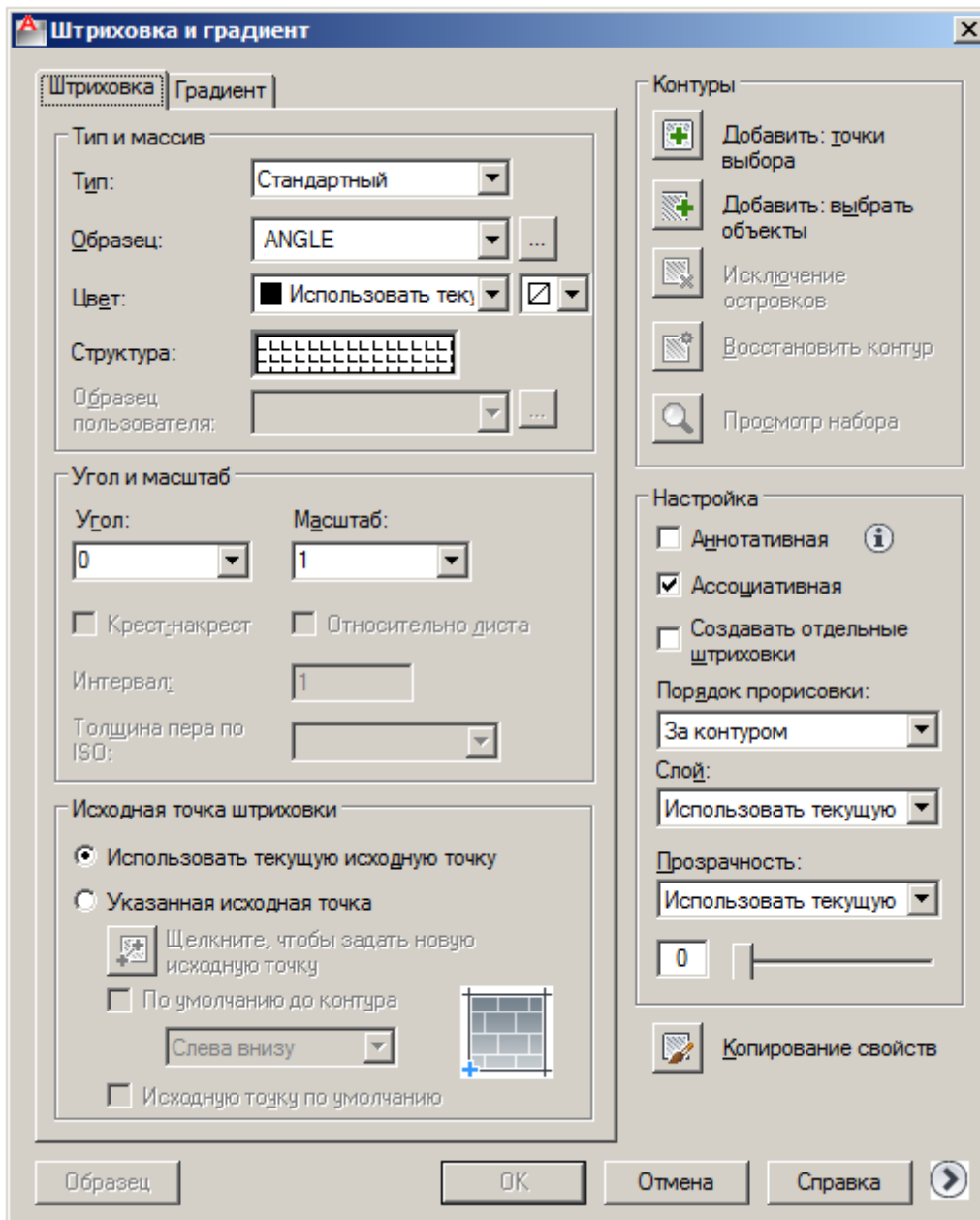


Рис. 5.6 Диалоговое окно *Hatch and Gradient*(Штриховка и градиент)

5.5 Ввод и редактирование текста

Выполнение надписей на чертежах – одна из самых важных функций в черчении. В системе AutoCAD для этих целей предусмотрено создание двух видов текстов – однострочного и многострочного. Рассмотрим каждый из них.

5.5.1 Однострочный текст

Приступить к созданию однострочного текста, можно выполнив одно из следующих действий:


- выбрав из строки меню **Draw** (*Рисование*) -> **Text** (*Текст*) -> **Single Line Text** (*Однострочный текст*);
- вводом в командную строку: `_text` (ТЕКСТ).

После вызова команды необходимо указать точку вставки текста (например, щелчком мыши в поле чертежа), затем нужно указать размер шрифта и угол наклона текстовой строки по отношению к оси X. По умолчанию эти значения 2.5 и 0 соответственно.

После этого системой будет предложено ввести текст (непосредственно в поле чертежа). Чтобы закончить ввод текста в строку и завершить выполнение команды, необходимо два раза нажать «Enter». В случае нажатия клавиши «Enter» один раз будет осуществлен переход на следующую строку. Главная особенность этой команды заключается в том, что каждая новая строка определяется как отдельный блок.

5.5.2 Многострочный текст

Для создания многострочного текста на чертеже в системе AutoCAD используется команда **MText** (*MТекст*). Вызвать ее можно одним из следующих способов:

- щелчком мыши по кнопке  на панели инструментов **Draw** (*Рисование*);
- вводом в командную строку: `_mtext`.

Далее следует определить область, в которую будет вписан многострочный текст, путем указания координат двух противоположных углов. После указания области на ленте инструментов появится вкладка текстового редактора, с помощью которой можно будет задать или изменить настройки внешнего вида текста. Набор, редактирование и форматирование многострочного текста производится только в рамках заданной области (рис. 5.7).

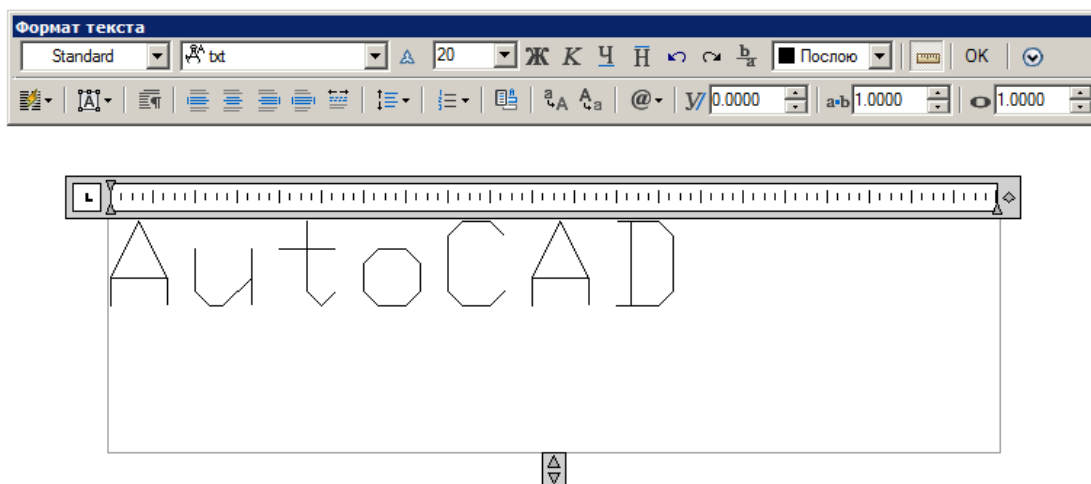


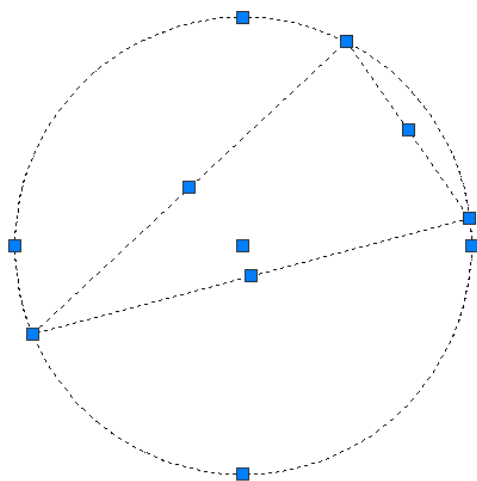
Рис. 5.7 Многострочный текст в системе AutoCAD

5.6 Блоки

5.6.1 Создание блока

В AutoCAD возможно создание так называемых блоков – объектов или набора объектов, имеющих определенное имя и воспринимаемое системой как один объект (рис. 5.8).

Исходное изображение объектов



Изображение объектов объединенных в блок

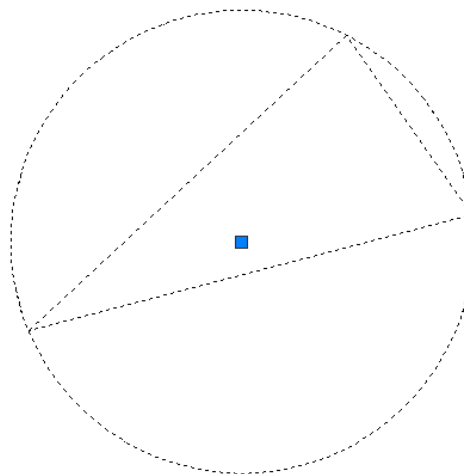



Рис. 5.8 Пример блока в системе AutoCAD

Блоки можно сохранять в виде отдельных файлов и использовать для дальнейшей работы в других проектах.

Перед тем как начать создание блока необходимо убедиться, что на чертеже построены все объекты, которые войдут в данный блок.

Приступить непосредственно к созданию блока можно одним из следующих способов:

- щелчком мыши по кнопке  на панели инструментов *Draw (Рисование)*;
- вводом в командную строку: `_block` (БЛОК);
- из строки меню *Draw (Рисование)* -> *Block* (Блок) -> *Make* (Создать).

После вызова команды на экране появится диалоговое окно *Block Definition* (*Определение блока*) (рис.5.9).

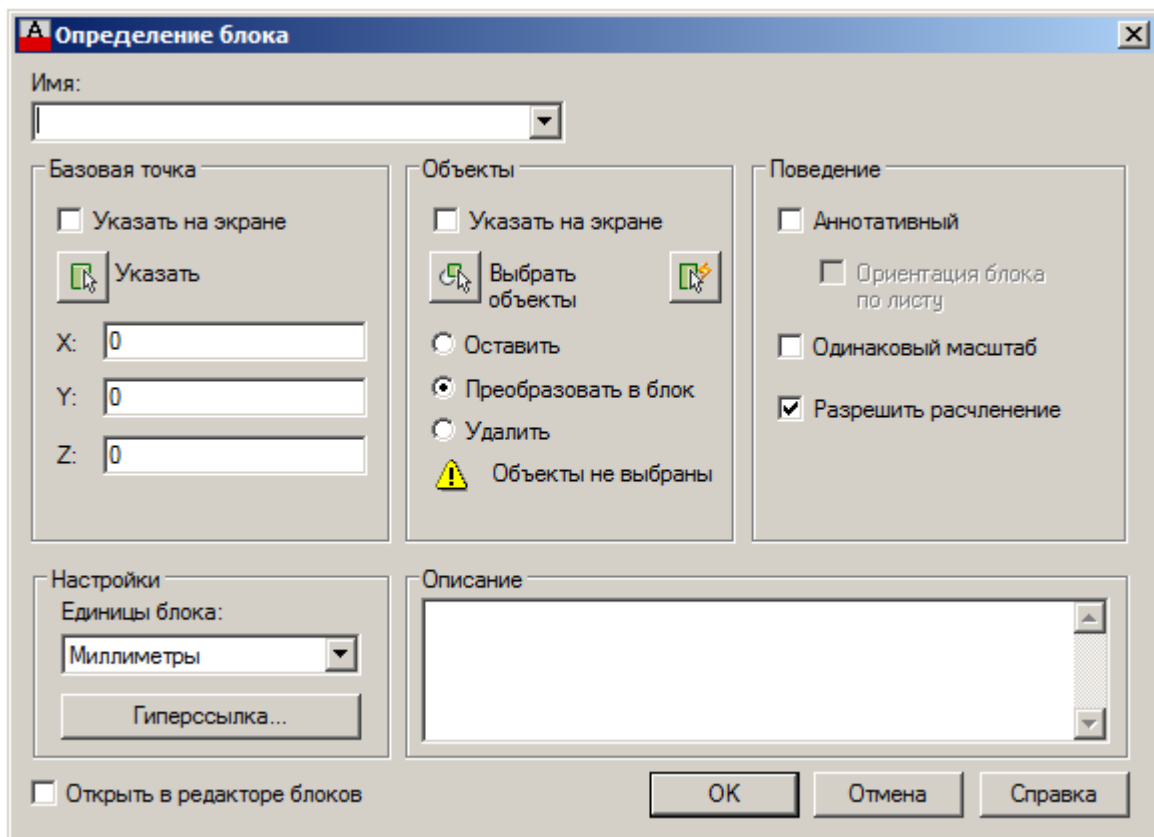





Рис. 5.9 Диалоговое окно *Block Definition* (*Определение блока*)

В поле *Name* (*Имя*) необходимо ввести имя блока. Щелкнув по кнопке , выбрать объекты при помощи мыши. Далее пользователю необходимо указать базовую точку – точку на текущем построении, которая при вставке блока будет совпадать с точкой вставки. Это можно сделать, введя координаты с клавиатуры, или, нажав на кнопку , указать

базовую точку при помощи мыши. Кнопка “OK” – завершить создание блока.

5.6.2 Вставка блока

Вставить блок в какое-либо место чертежа можно одним из следующих способов:

- щелчком мыши по кнопке  на панели инструментов *Draw (Пу-сование)*;
- вводом в командную строку: `_insert` (ВСТАВИТЬ);
- из строки меню *Insert (Вставить)* -> *Block (Блок)*.

После этого на экране появится диалоговое окно *Insert (Вставка блока)* (рис 5.10). Выбор нужного блока осуществляется в поле *Name (Имя)*. В данном поле доступны только блоки, созданные в текущем чертеже. Также в данном окне пользователь может указать масштаб блока по осям X, Y, Z и указать угол поворота блока при вставке.

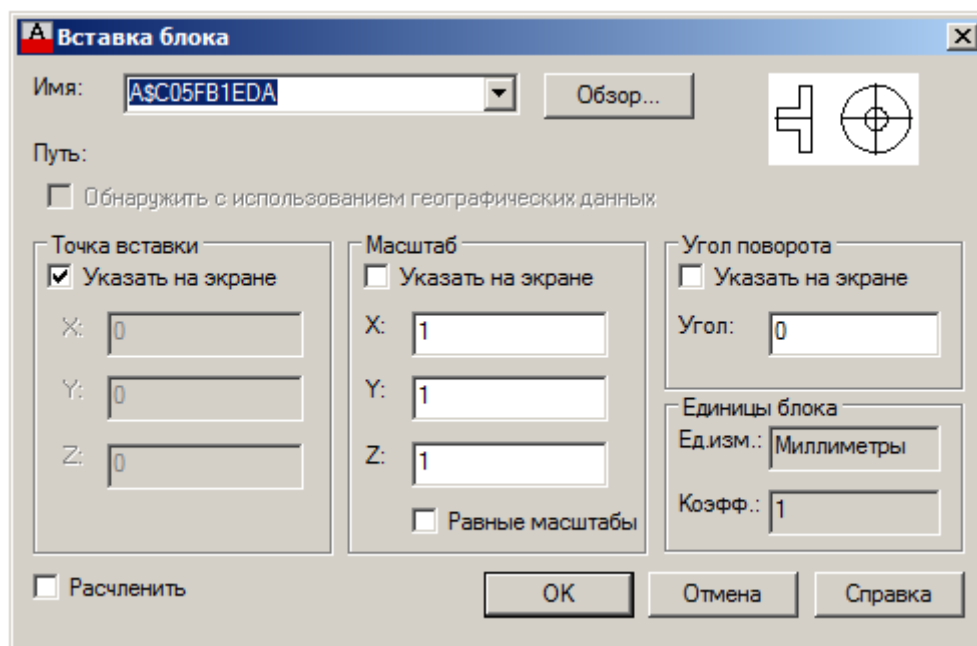



Рис. 5.10 Диалоговое окно *Insert (Вставка блока)*.

Разбиения блока на составляющие объекты пользователь может осуществить следующими способами:

- щелчком мыши по кнопке  на панели инструментов *Modify (Редактирование)*;
- вводом в командную строку: `_explode` (РАСЧЛЕНИТЬ).

Данную команду следует использовать после выделения блока, который необходимо расчленить.

Задание 5.1

Используя средства инженерной графики и систему AutoCAD выполнить чертеж приведенных ниже деталей.

К чертежу предъявляются следующие требования:

- значения размеров должны соответствовать таблице 1;
- каждый тип линии должен быть задан в соответствующем слое;
- все отверстия сквозные;
- чертеж должен быть выполнен по правилам ЕСКД.

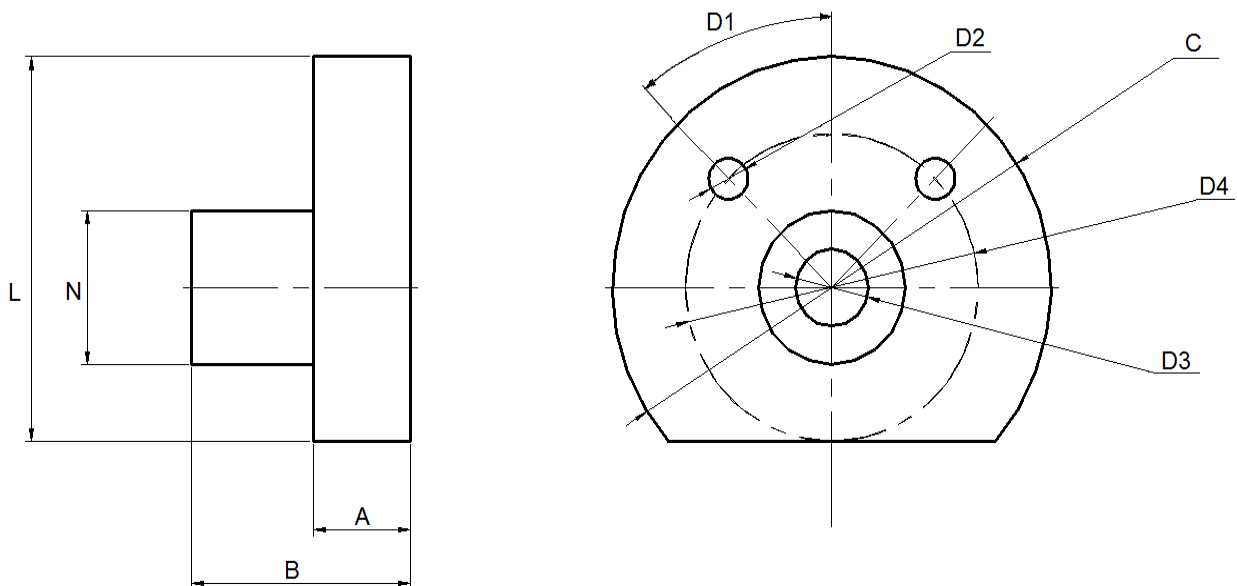


Рис 5.11 Втулка-1

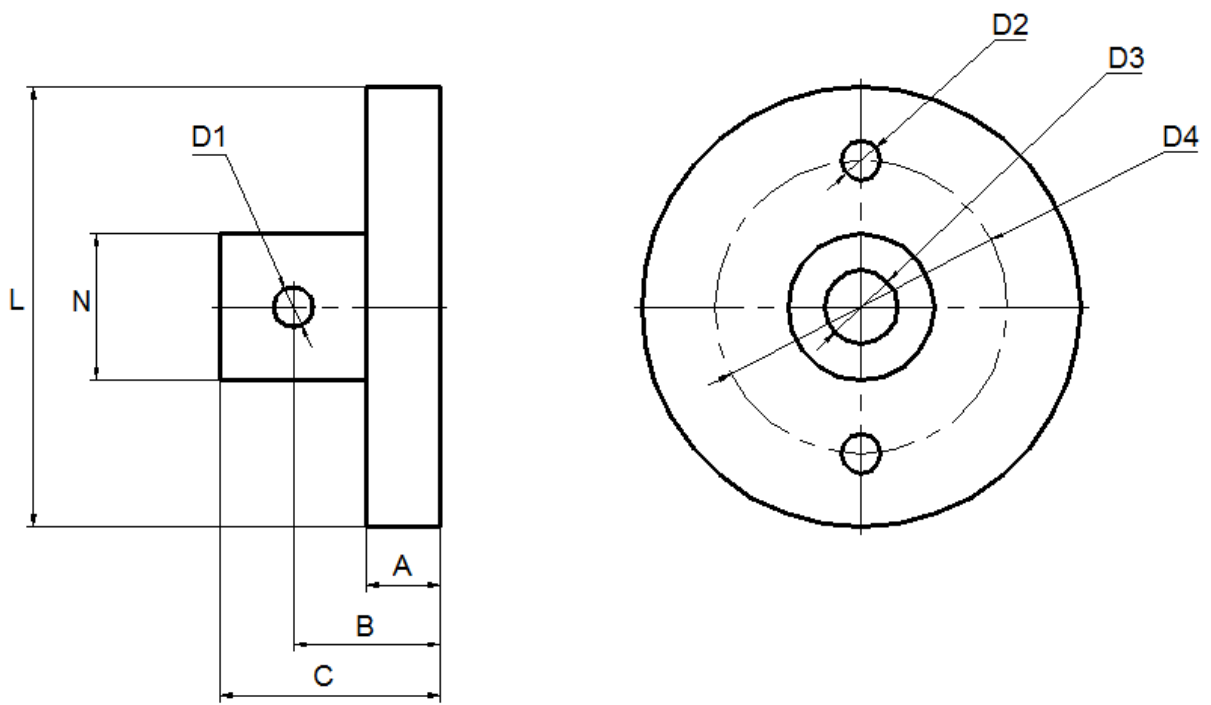


Рис. 5.12 Втулка-2

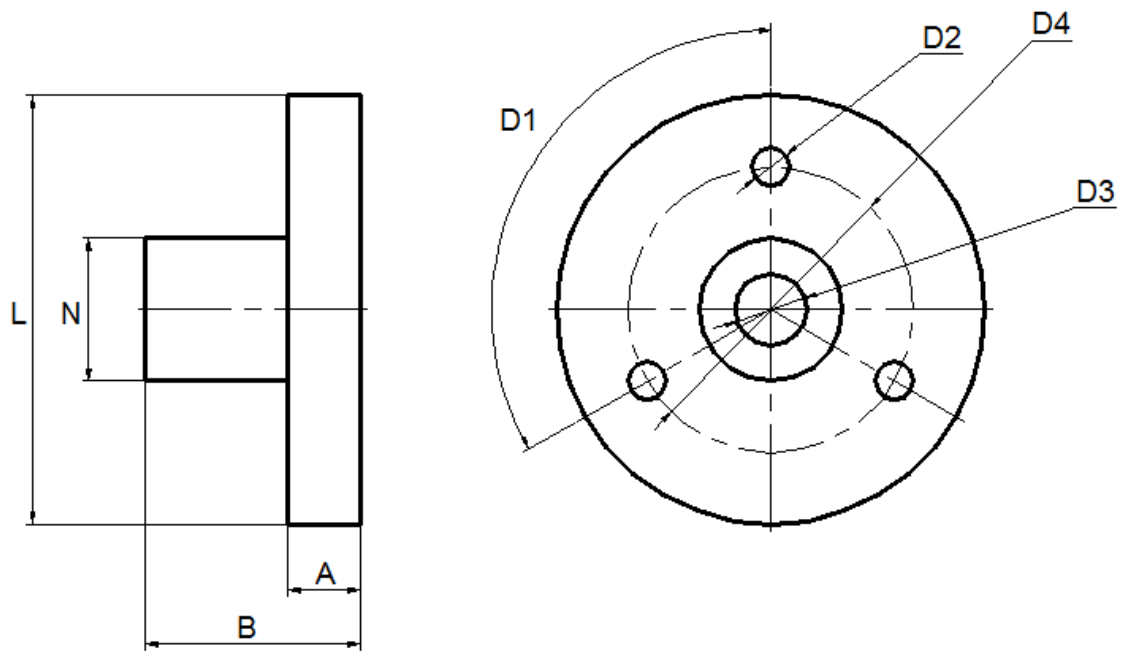


Рис. 5.13 Втулка-3

Таблица 1

Вар.	Рис.	А, мм	В, мм	С, мм	Л, мм	Н, мм	D1, мм	D2, мм	D3, мм	D4, мм
1	5.11	15	45	90	75	35	30	8	20	70
2	5.11	15	45	80	65	30	45	10	15	60
3	5.11	20	45	90	75	35	40	8	20	70
4	5.11	20	45	80	65	30	50	10	15	60
5	5.11	25	50	70	55	25	40	5	15	50
6	5.11	25	50	80	65	30	35	10	20	60
7	5.11	20	50	90	75	35	45	8	20	70
8	5.11	25	50	90	75	35	30	8	25	70
9	5.12	15	30	45	90	35	10	8	20	70
10	5.12	15	30	45	80	30	8	10	15	60
11	5.12	20	30	45	90	35	10	8	20	70
12	5.12	20	30	45	80	30	8	10	15	60
13	5.12	25	35	50	70	25	5	5	15	50
14	5.12	25	35	50	80	30	8	10	20	60
15	5.12	20	35	50	90	35	10	8	20	70
16	5.12	25	35	50	90	35	10	8	25	70
17	5.13	15	45	-	90	35	120	8	20	70
18	5.13	15	45	-	80	30	120	10	15	60
19	5.13	20	45	-	90	25	90	8	20	70
20	5.13	20	45	-	80	30	90	10	15	60
21	5.13	25	50	-	70	25	45	8	15	50
22	5.13	25	50	-	80	30	45	10	20	60
23	5.13	20	50	-	90	35	30	8	20	70
24	5.13	25	50	-	90	35	30	10	25	70

ЛИТЕРАТУРА

1. AutoCAD 2009 для студентов. Авторы: Соколова Т. Ю. Издательство: СПб.: Питер, 2008. – 384с.
2. Кручинина Н.И., Миленко И.И., Погарев Г.В. Методические указания к лабораторным работам по курсу «Компьютерная инженерная графика». – СПб: СПб ГУ ИТМО, 2004. – 130 с.
3. Хрящев В.Г. Моделирование и создание чертежей в системе AutoCAD: учебное пособие для студентов вузов/ В. Г. Хрящев, Г. М. Шипова .— СПб.: БХВ-Петербург, печ. 2003 — 210 с.
4. Инженерная графика. Общий курс: рек. Министерством образования Рос. Федерации в качестве учебника для студентов высших учебных заведений, обучающихся по техническим специальностям / В. Г. Буров [и др.]; под ред. В. Г. Букова, Н. Г. Иванцевской .— Изд. 2-е, перераб. и доп — М.: Логос, 2006 — 231 с.
5. Зоммер, Вернер. AutoCAD 2007. Руководство чертежника, конструктора, архитектора / В. Зоммер; пер. с нем. под ред. С. М. Моляко при участии И. С. Трактовенко .— М.: БИНОМ: [Бином-Пресс], 2007.— 816 с
6. Хейфец А.Л. Инженерная компьютерная графика AutoCAD: доп. М-вом образования Рос. Федерации в качестве учебного пособия для студентов высших учебных заведений, обучающихся по машиностроительным и архитектурно-строительным специальностям / А. Л. Хейфец .— СПб.: БХВ-Петербург, 2007 .— 316 с.
7. Кришнан Г. В. AutoCAD 2005: пер. с англ.: официальный учебный курс / Г. В. Кришнан, Т. А. Стелман — М.: ТРИУМФ, 2005 — 558
8. Уваров А.С. AutoCAD для конструкторов / А. С. Уваров .— М.: Горячая линия - Телеком, 2006.— 399 с.
9. Омура, Джордж. AutoCAD 2007. Экспресс-курс: [пер.] / Дж. Омура — СПб. : БХВ-Петербург, 2007 — 431 с.
10. Жарков Н. В. AutoCAD 2013./ Н. В. Жарков .— СПб.: Наука и техника, 2007 — 620 с.
11. Полещук Н.Н. AutoCAD 2007. Самоучитель / Н. Н. Полещук, В. А. Савельева .— СПб.: БХВ-Петербург, 2007 — 624 с.
12. Шипова Г.М., Хрящев В.Г Моделирование и создание чертежей в системе AutoCAD: Учебное пособие. ИРМ2, 2003, 224 с.
13. Жидяев В.И. 100% самоучитель AutoCAD 2006. Учебное пособие. Технолоджи-3000, 2005, 352 с.
14. Ткачев Д.А. AutoCAD 2006. Питер. СПб, 2005, 462 с.
15. Соколова Т. Ю. AutoCAD. Легкий старт / Т. Ю. Соколова .— СПб. и [др.]: Питер, 2006 — 158 с.

Антон Сергеевич Супрун, Никита Константинович Кулаченков

Основы моделирования в среде AutoCAD

Учебное пособие

В авторской редакции

Редакционно-издательский отдел НИУ ИТМО

Зав. РИО

Лицензия ИД № 00408 от 05.11.99

Подписано к печати

Заказ №

Тираж 100 экз.

Отпечатано на ризографе

Н.Ф. Гусарова

Редакционно-издательский отдел

Санкт-Петербургского национального исследова-
тельского университета информационных техно-
логий, механики и оптики

197101, Санкт-Петербург, Кронверкский пр., 49

