

Частное учреждение образования  
«Институт современных знаний имени А. М. Широкова»

Кафедра высшей математики и информатики

СОГЛАСОВАНО

Проректор по учебной и научной работе  
М. И. Козлович

---

28.11.2017 г.

## **КОМПЬЮТЕРНАЯ ГРАФИКА**

*Электронный учебно-методический комплекс  
для студентов специальности 1-19 01 01 Дизайн (по направлениям),  
направление специальности 1-19 01 01-02 Дизайн  
(предметно-пространственной среды)*

Составитель

Слепцов В. Ф., завкафедрой высшей математики и информатики частного учреждения образования «Институт современных знаний имени А. М. Широкова», кандидат технических наук, доцент

Рассмотрено и утверждено  
на заседании Совета Института  
протокол № 4 от 28.11.2017 г.

УДК 004.92(075.8)  
ББК 32.973я73

**Р е ц е н з е н т ы:**

кафедра инженерной графики строительного профиля учреждения образования «Белорусский национальный технический университет» (протокол № 2 от 04.10.2017);

*Белявский С. С.*, доцент кафедры прикладной математики и экономической кибернетики Учреждения образования «Белорусский государственный экономический университет», кандидат физико-математических наук, доцент.

Рассмотрено и рекомендовано к утверждению  
кафедрой высшей математики и информатики  
(протокол № 3 от 23.10.2017).

**Слепцов, В. Ф.** Компьютерная графика [Электронный ресурс] : учеб.-метод. комплекс для студентов специальности 1-19 01 01 Дизайн (по направлениям), направление специальности 1-19 01 01 Дизайн (по направлениям), направление специальности 1-19 01 01-02 Дизайн (предметно-пространственной среды) / Авт.-сост. В. Ф. Слепцов. – Электрон. дан. (0,9 Мб). – Минск : Институт современных знаний имени А. М. Широкова, 2018. – 87 с. – 1 электрон. опт. диск (CD).

Систем. требования (миним.) : Intel Pentium (или аналогичный процессор других производителей) 1 ГГц ; 512 Мб оперативной памяти ; 500 Мб свободного дискового пространства ; привод DVD ; операционная система Microsoft Windows 2000 SP 4 / XP SP 2 / Vista (32 бит) или более поздние версии ; Adobe Reader 7.0 (или аналогичный продукт для чтения файлов формата pdf).

Номер гос. регистрации в НИРУП «Институт прикладных программных систем» 1201713895 от 28.11.2017 г.

Учебно-методический комплекс представляет собой совокупность учебно-методических материалов, способствующих эффективному формированию компетенций в рамках изучения дисциплины «Компьютерная графика».

Для студентов вузов.

ISBN 978-985-547-201-9

© Институт современных знаний  
имени А. М. Широкова, 2018

## ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Дисциплина «Компьютерная графика» направлена на формирование у обучающихся базовых знаний по использованию систем автоматизированного проектирования как инструмента для эффективного решения специализированных задач, возникающих при дизайн-проектировании. Программа дисциплины строится на базе использования системы AutoCAD для создания двух- и трехмерных графических объектов, конструкторских и технологических схем и чертежей для решения задач дизайн-проектирования.

Цель дисциплины – сформировать у студентов знания о возможностях использования системы автоматизированного проектирования и черчения AutoCAD для решения проектных задач и научить базовым приемам работы в ней.

Задачи дисциплины:

- ознакомить с основными возможностями системы AutoCAD, а также специализированных приложений на ее основе;
- обеспечить знание базовых понятий и терминологии систем автоматизированного проектирования и черчения;
- обучить принципам создания графических объектов, конструкторских и технологических схем и чертежей в системе AutoCAD;
- сформировать базовые навыки 2D- и 3D моделирования в системе AutoCAD.

Учебная дисциплина «Компьютерная графика» входит в цикл специальных дисциплин компонента учреждения высшего образования и связана с дисциплиной «Компьютерные технологии в дизайн-проектировании».

Дисциплина должна дать будущему специалисту знания по использованию современных систем компьютерной графики, на примере системы автоматизированного проектирования и черчения, как инструмента для эффективного решения специализированных задач, возникающих при дизайн-проектировании предметно-пространственной среды. Полученные знания и навыки создадут основу для компьютерного проектирования интерьеров и экстерьеров и будут использованы при изучении дисциплины «Дизайн-проектирование», при выпол-

нении курсовых и дипломного проекта, а также в дальнейшей работе по специальности.

Учебно-методический комплекс (УМК) по дисциплине «Компьютерная графика» предназначен в качестве пособия студентам специальности 1-19 01 01 Дизайн (по направлениям), направление специальности 1-19 1 01-02 Дизайн (предметно-пространственной среды) Института современных знаний имени А.М. Широкова для эффективного освоения данной дисциплины. Он представляет собой совокупность учебно-методической и нормативной документации, средств обучения и контроля, а также прочих образовательных ресурсов, необходимых для полноценного обучения.

УМК включает учебную программу дисциплины, краткий курс лекций, задания для самостоятельной работы, вопросы для самоподготовки, планы практических занятий. В УМК включен список основной и дополнительной литературы, учебно-методических материалов и ресурсов интернет для освоения полного объема знаний, соответствующего стандартам высшей школы, приведен перечень программного обеспечения, используемого для практического освоения материала во время проведения практических работ и материально-технического обеспечения, а также методические рекомендации студентам по организации самостоятельной работы.

Основными формами аудиторной учебной работы являются лекционные и практические занятия. Однако отличительной особенностью данной программы является усиление роли и значимости самостоятельной работы.

В соответствии со структурой дисциплины на самостоятельную работу студентов отводится 74 часа из 134. Указанные часы выделены как подготовку к практическим занятиям, так и работу с литературными источниками, видеуроками и ресурсами интернет для освоения полного объема знаний, соответствующих стандартам высшей школы.

При подготовке к практическим занятиям студенты обязаны изучить рекомендуемый теоретический материал в соответствии с вопросами, рассматриваемыми на занятии. При необходимости более детального изучения отдельных

приемов работы с изучаемой программой, можно ознакомиться с виртуальными уроками, размещенными на рекомендуемых интернет-ресурсах.

При подготовке к зачету студенту рекомендуется пользоваться литературными источниками, ресурсами интернет, методическими указаниями по выполнению практических занятий и справочной системой программы AutoCAD.

В соответствии с учебным планом для специальности 1-19 01 01 Дизайн (по направлениям), направление специальности 1-19 01 01-02 Дизайн (предметно-пространственной среды) данная дисциплина изучается на втором курсе в четвертом семестре. На изучение дисциплины отведено 134 часа: 60 аудиторных часов (12 часов лекций и 48 часов практических занятий) и 74 часа самостоятельной работы.

Текущая аттестация по дисциплине проводится в форме зачета.

# 1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

## 1.1. Конспект лекций

### Тема 1. Основные сведения о графическом редакторе AutoCAD

Система AutoCAD представляет собой систему автоматического проектирования, относящуюся к классу так называемых САД-систем. Эта система предназначена для подготовки технической документации и позволяет строить чертежи практически любой сложности, а также выполнять основной набор действий по трехмерному моделированию (с возможным последующим «выпуском» чертежной документации).

Разработчик AutoCAD американская компания Autodesk является лидером на мировом рынке в области разработки систем САПР. Зарегистрированных пользователей этой системы насчитывается свыше 5 млн. Название системы AutoCAD образовано от сокращенного английского словосочетания Automated Computer Aided Drafting and Design, означающего в переводе «Автоматизированное черчение и проектирование с помощью ЭВМ».

Широкое распространение системы AutoCAD началось в начале 90-х гг. с десятой версии, которая работала под управлением операционной системы MS DOS. По той же системе работали 11, 12, и 13 версии. Начиная с 14 версии, система AutoCAD уже предназначена для работы под операционной системой Windows. В конце 90-х годов была внедрена 15-я версия и затем следующая – 2000.

Сейчас же наибольшее распространение имеют AutoCAD 2010, AutoCAD 2012 и AutoCAD 2014. Уже в практике проектирования начинают применять версию AutoCAD 2016.

Все версии, начиная с AutoCAD 2004 по 2006, с 2007 по 2009, с 2010 и далее используют принципиально одинаковые механизмы работы, и более новая версия отличается от предыдущей (в этом же диапазоне версий) только лишь некоторыми дополнительными функциями и улучшениями, не меняющими основные механизмы и инструменты программы, а лишь дополняющими их. Тем

не менее, внедряемые нововведения делают систему AutoCAD все более удобной и понятной в использовании, а также позволяют автоматизировать все новые и новые моменты в работе проектировщика, инженера, разработчика.

Существенный скачок в качестве работы программы и производительности произошел с переходом от AutoCAD 2006 к AutoCAD 2007, а потом с AutoCAD 2009 на AutoCAD 2010. Существенная модификация (с включением параметризации) произошла при переходе с версии 2009 к 2010. Косвенно об этом можно судить по внутренней нумерации программы (используемой в компании Autodesk): AutoCAD 2012 имеет номер 18.2, AutoCAD 2010 имеет внутренний номер 18, тогда как AutoCAD 2009 – номер 17.2, AutoCAD 2008 – номер 17.1, а AutoCAD 2007 – номер 17. То есть можно видеть, что все версии 2007-2009 относятся к одному поколению 17-ых версий, а с выходом AutoCAD 2010 открыто новое направление.

Это означает, что чертежи и файлы, созданные в AutoCAD 2010/2011/2012 и сохраненные в основном варианте DWG-формата, нельзя будет прочитать в более ранних версиях AutoCAD – в версии 2009, 2008 и в версии 2007. С обратной совместимостью все в порядке: в AutoCAD 2010/2011.2012 можно прочитать практически любые файлы и чертежи, созданные в предыдущих версиях.

В основе организации окна AutoCAD 2012 лежит ленточный интерфейс. Вместо использования разрозненных панелей инструментов и строки меню разработчики AutoCAD предложили использовать так называемую ленту инструментов. Если вы работали хотя бы с одним из приложений пакета Microsoft Office 2007 и 2010 (Word, Excel и т.п.), понятие ленты инструментов вам должно быть знакомо. Именно там впервые в массовом порядке начала применяться лента инструментов (и ленточный интерфейс).

В версиях AutoCAD до 2009 использовался другой интерфейс, основанный на строке меню и панелях инструментов. И до сих пор не утихают споры о том, что лучше. Однако в AutoCAD сохранена возможность использования и строки меню, и панелей инструментов совместно с лентой инструментов, так

что вы сможете сами выбрать наиболее подходящую для вас организацию окна AutoCAD.

По умолчанию после установки AutoCAD 2012 загружается в начальном рабочем пространстве, то есть с настройками и интерфейсом, максимально нейтральными и общими. Называется он 2D рисование и аннотации.

Для трехмерного проектирования предназначено рабочее пространство 3D Моделирование. Переход между рабочими пространствами осуществляется либо выбором из раскрывающегося списка на панели инструментов Рабочие пространства (панель быстрого доступа), либо по щелчку кнопкой мыши по кнопке ЙШ в строке состояния, в правом нижнем углу окна AutoCAD 2012.

Лента имеет несколько вкладок, переход между которыми осуществляется щелчком мыши по их названиям. Названия вкладок размещаются над самой лентой и заменяют собой строку меню, которая по умолчанию отсутствует. Каждая из вкладок ленты содержит группу или группы инструментов, предназначенных для выполнения определенного класса задач:

Главная – эта вкладка доступна по умолчанию при запуске AutoCAD 2012 и содержит все основные инструменты по рисованию и редактированию, а также управлению слоями (переходу между слоями), вставке блоков и аннотаций, а также заданию внешнего вида линий построения (тип, цвет, толщина).

Вставка – как следует из названия этой вкладки, она предназначена для работы с блоками. Базовые инструменты блоков (например, инструмент вставки блока) присутствуют и на главной вкладке, но здесь собран весь набор возможностей по работе с блоками и их атрибутами.

Аннотации – если вам понадобится нанести размеры, вставить/от- редактировать аннотацию, поставить выноску, начертить таблицу или задать параметры текстовой надписи, то вам прямая дорога на эту вкладку.

Сервис – данная вкладка призвана обеспечить удобный доступ к настройкам AutoCAD 2012, а также к различным сервисным функциям. В качестве примера одной из сервисных функций можно отметить средство измерения расстояний на чертеже.

Параметризация – содержит инструменты для задания геометрических и размерных зависимостей, а также управления имеющимися зависимостями на чертеже.

Вид – содержит настройки, влияющие на параметры и способы отображения чертежа в окне AutoCAD 2012, а также на внешний вид самого окна AutoCAD 2012.

Управление – содержит инструменты для настройки интерфейса окна AutoCAD, управления чертежами и данными (импорт, экспорт), а также многие другие.

Вывод – на данной вкладке сосредоточены инструменты вывода на печать и экспорта.

Онлайн – здесь вы найдете инструменты для работы через Интернет.

## **Тема 2. Простые геометрические примитивы и способы их построений**

Команда Отрезок (Line) – наиболее часто употребляемая команда, без которой не обходится создание практически ни одного чертежа. Она служит для создания отрезков, являющихся отдельными объектами. С ее помощью также можно построить ломаную линию, состоящую из отдельных отрезков. При этом отрезки, образующие такую ломаную, будут рассматриваться как отдельные объекты.

После вызова этой команды в командной строке появится запрос:

Specify first point: (Первая точка:)

В ответ на него вам нужно указать первую точку. Сделать это можно либо с помощью мыши, либо вводом координат в командную строку. После первой точки вам нужно будет указать вторую, и отрезок будет построен.

Однако на этом выполнение команды Отрезок (Line) не закончится – вам будет предложено продолжить построение отрезков. При этом конечная точка предыдущего отрезка будет первой точкой следующего отрезка. Когда вы захо-

тите закончить выполнение команды Отрезок (Line), вам следует нажать на клавишу <<Enter>> или <<Esc>>.

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

Отменить (Undo) – отменяет задание последней точки;

Замкнуть (Close) – замыкает построение, соединив последнюю и первую точки последовательности отрезков. При этом имейте в виду, что за текущий сеанс работы команды должно быть построено хотя бы два отрезка.

Вычерчивание прямоугольников в системе AutoCAD осуществляется с помощью команды Rectang (Прямоуг), вызвать которую можно тремя способами:

1) из строки меню Рисование (Draw)→Прямоугольник (Rectangle);

2) на панели инструментов щелчком мыши по кнопке Рисование (Draw) или на вкладке Главная ленты инструментов;

3) вводом в командную строку: `_rectang` (ПРЯМОУГ).

После вызова команды Rectang (Прямоуг) в командной строке появляется запрос:

Specify first corner point or [Chamfer/Elevation/Fillet/ Thickness/Width]:

(Первый угол или [Фаска/Уровень/Сопряжение/Высота /Ширина]:).

В ответ на него вы должны либо задать месторасположение одного из углов прямоугольника, либо выбрать одну из опций. Об опциях будет написано немного дальше, а сейчас предположим, что вы ввели координаты угла прямоугольника (или указали его с помощью мыши). После этого система AutoCAD попросит вас задать противоположный угол прямоугольника. В командной строке появится следующий запрос:

Specify other corner point of [Area/Dimensions/Rotation]:

Второй угол или [Площадь/Размеры/Поворот]:

Задаете месторасположение еще одного угла и прямоугольник построен.

### Тема 3. Способы построения простых криволинейных геометрических примитивов в системе AutoCAD

Черчение окружностей у начинающих конструкторов (да и не только у них) всегда вызывает некоторое затруднение, особенно когда те большого диаметра и их много.

Для правильной и четкой окружности требуется хороший циркуль и правильно подобранный грифель. В системе AutoCAD черчение окружностей выполняется очень легко и производится командой Circle (Круг), которая может быть вызвана следующими способами:

1) из строки меню Рисование (Draw)→Круг (Circle);

2) щелчком мыши по кнопке на панели инструментов Рисование (Draw) или на вкладке Главная ленты инструментов;

3) вводом в командную строку: `_circle` (или КРУГ).

В зависимости от выбранного способа построения окружности от вас потребуется задать две или три точки, характеризующие ее. Всего же в AutoCAD предусмотрено шесть способов построения окружностей:

1. Центр, Радиус (Center, Radius) – по центру окружности и радиусу.

2. Центр, Диаметр (Center, Diameter) – по центру окружности и диаметру.

3. 2 точки (2 Points) – по двум точкам, задающим месторасположение и диаметр окружности (расстояние между точками – диаметр окружности).

4. 3 точки (3 Points) – по трем произвольным точкам (как известно, через любые три точки можно провести окружность).

5. 2 точки касания, Радиус (Tan, Tan, Radius) – по двум касательным и радиусу окружности. При этом на чертеже указываются два объекта, которых должна касаться окружность, и радиус.

6. 3 точки касания (Tan, Tan, Tan) – по трем касательным. При этом на чертеже задаются три объекта, которых должна касаться окружность. Все приведенные способы доступны либо из меню Рисование (Draw)→Круг (Circle), либо с ленты инструментов, либо в качестве опций сразу после вызова команды

Circle (Круг). При вызове команды с ленты инструментов вам придется сразу выбрать режим построения.

Рассмотрим простейший способ построения окружности, используемый по умолчанию. Это способ <<по центру и радиусу>>. Вызовите команду Circle (Круг), щелкнув мышью по соответствующей кнопке на панели Draw (Рисование). В командной строке появится запрос:

Specify center point for circle or [3P/2P/Ttr (tan tan radius)]:

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

В ответ на него либо введите координаты центра окружности в командную строку, либо задайте его, щелкнув мышкой в нужном месте чертежа. На следующий запрос:

Specify radius of circle or [Diameter]: (Радиус круга или [Диаметр])

следует ввести радиус окружности – опять же либо мышью, либо в командную строку – и окружность будет построена.

Дуга – это геометрическая фигура, представляющая собой часть окружности. Для ее построения в AutoCAD используется команда Arc (Дуга), которая может быть вызвана одним из следующих способов:

- 1) из строки меню Рисование (Draw)→Дуга (Arc);
- 2) щелчком мыши по кнопке на панели инструментов Рисование (Draw) или на вкладке Главная ленты инструментов;
- 3) вводом в командную строку: \_arc (или ДУГА).

Всего в AutoCAD предусмотрено одиннадцать вариантов построения дуги. Все одиннадцать перечислены в меню Рисование (Draw)→Дуга (Arc) и доступны для быстрого вызова с ленты инструментов на вкладке Главная. Кроме того, выбрать нужный способ построения дуги можно, используя опции командной строки. Ниже приведено описание самих способов:

– 3 точки (3 Points) – задаются три точки, через которые должна пройти дуга: начальная, промежуточная и конечная. Эти точки не должны лежать на одной прямой;

– начало, центр, конец (Start, Center, End) – задаются начальная точка, центр дуги и конечная точка. Начальная точка и центр задают радиус дуги;

– начало, центр, угол (Start, Center, Angle) – сначала задаются начальная точка и центр (этим определяется радиус дуги). Затем указывается внутренний угол между двумя радиусами воображаемого сектора, которому принадлежит дуга. При положительном значении угла он отсчитывается против часовой стрелки. Если указать отрицательное значение угла, то дуга будет построена по часовой стрелке;

– начало, центр, длина (Start, Center, Length) – в этом случае задаются начальная точка, центр, а также длина хорды, то есть расстояние по прямой между начальной и конечной точками дуги. Можно указать отрицательное значение длины хорды. В этом случае будет построена дуга больше  $180^\circ$  (то есть больше половины окружности);

– начало, конец, угол (Start, End, Angle) – задаются начальная и конечная точки дуги, а затем указывается внутренний угол между двумя радиусами воображаемого сектора, которому принадлежит дуга;

– начало, конец, направление (Start, End, Direction) – задаются начальная и конечная точки дуги, а затем указывается направление касательной к начальной точке;

– начало, конец, радиус (Start, End, Radius) – последовательно задаются начальная и конечная точки дуги и ее радиус. Если радиус указать с отрицательным знаком, то будет построена дуга больше  $180^\circ$  (то есть больше половины окружности);

– центр, начало, конец (Center, Start, End) – этот вариант аналогичен варианту Начало, центр, конец (Start, Center, End), только параметры задаются в другом порядке;

– центр, начало, угол (Center, Start, Angle) – данный вариант аналогичен варианту Начало, центр, угол (Start, Center, Angle), только параметры задаются в другом порядке;

– центр, начало, длина (Center, Start, Length) – этот вариант аналогичен варианту Начало, центр, длина (Start, Center, Length), только параметры задаются в другом порядке;

– продолжение (Continue) – при выборе данного варианта дуга будет начинаться в последней точке, заданной на чертеже. Для построения этой дуги вам потребуется указать только ее последнюю точку.

Обратите внимание, что дуги по умолчанию всегда вычерчиваются против часовой стрелки. Это необходимо учитывать, когда вы выбираете начальную точку дуги.

В системе AutoCAD имеется команда Ellipse (Эллипс), с помощью которой можно строить эллипсы и эллиптические дуги. Основными параметрами построения являются координаты центра, направление и размер большой и малой осей. Вызвать команду Ellipse (Эллипс) можно одним из следующих способов:

1) щелчком мыши по кнопке **O** на панели инструментов Рисование (Draw) или на вкладке Главная ленты инструментов (в последнем случае вам понадобится сразу выбрать способ построения **Ось, Конец (Axis, End)** или **По центру (Center)**, или **Дуга (Arc)**);

2) из меню Рисование (Draw) **Эллипс (Ellipse)**. При этом сразу необходимо выбрать режим построения: или **Ось, Конец (Axis, End)** или **По центру (Center)**, или **Дуга (Arc)**;

3) вводом в командную строку: `_ellipse` (или **ЭЛЛИПС**).

После вызова команды Ellipse (Эллипс) в командной строке появится запрос:

Specify axis endpoint of ellipse or [Arc/ Center]:

(Конечная точка оси эллипса или [Дуга/Центр])

Далее вы можете пойти одним из трех путей:

1) построить полный эллипс путем задания одной оси и конца другой;

2) построить полный эллипс путем задания его центра и концов каждой из осей;

3) построить эллиптическую дугу.

По умолчанию используется метод построения полного эллипса путем задания одной оси и конца другой. Поэтому и требуется ввести конечную точку оси. После того как вы это сделаете, необходимо будет указать вторую конечную точку оси, а потом задать конец второй оси.

Если же вы хотите построить эллипс путем задания его центра и концов обеих осей, то вам необходимо сразу после вызова команды `Ellipse` (Эллипс) выбрать опцию `Центр (Center)`. А если вы хотите построить эллиптическую дугу, то вам следует воспользоваться опцией `Дуга (Arc)`.

Построение эллиптической дуги выглядит следующим образом. Сначала вы как бы <<строите>> полный эллипс, а потом указываете, какую его часть необходимо оставить. При этом от вас требуется указать два граничных угла – начальный (`start angle`) и конечный (`end angle`). Обратите внимание, что углы будут отсчитываться от большей оси эллипса. Это важно иметь в виду, чтобы не было путаницы в тех случаях, когда большая ось эллипса не горизонтальна.

Команда `Donut` (Кольцо) применяется для вычерчивания колец – объектов, представляющих собой две концентрические окружности, внутреннее пространство между которыми залито текущим цветом. В частном случае, когда внутренний диаметр кольца равен 0, оно превращается в закрашенный круг. Вызвана команда `Donut` (Кольцо) может быть одним из следующих способов:

1) щелчком мыши по кнопке на вкладке Главная ленты инструментов (в группе Редактирование) или из строки меню Рисование (`Draw`)→Кольцо (`Donut`);

2) вводом в командную строку команды: `_donut` (или КОЛЬЦО).

Первое, что вы должны будете указать, – это внутренний диаметр кольца:

`Specify inside diameter of donut <10.000>:`

(Внутренний диаметр кольца <10>)

Затем – внешний диаметр кольца:

`Specify outside diameter of donut <20.000>:`

(Внешний диаметр кольца <20.000>:)

Как внутренний, так и внешний диаметры могут быть заданы либо числом (введены в командную строку), либо двумя точками (с помощью мыши). В последнем случае за величину диаметра принимается расстояние между этими точками.

После того как вы зададите оба диаметра, от вас потребуется указать месторасположение центра кольца:

Specify center of donut or <exit>; (Центр кольца или < выход >:)

На этом создание кольца будет завершено, но команда Donut (Кольцо) останется активной, и вы сможете построить еще одно или несколько таких же колец, просто указывая их центры. Закончить выполнение команды Donut (Кольцо) можно либо нажатием <<Enter>>, либо щелчком правой кнопки мыши.

#### **Тема 4. Составные геометрические примитивы**

Мультилиния (многоэлементная линия) представляет собой набор параллельных линий, создающихся одновременно с помощью одной команды. Количество линий, составляющих мультилинию, может варьироваться от 2 до 16.

Использование мультилиний особенно полезно и удобно при вычерчивании линий автодорог, трубопроводов, линий стен и т. д. Построение мультилиний в AutoCAD осуществляется с помощью команды Mline (Млиния), вызвать которую можно одним из следующих способов:

- 1) из строки меню Рисование (Draw)→Мультилиния (Mline);
- 2) вводом в командную строку: \_mline (или МЛИНИЯ).

После вызова команды Mline (Млиния) в командной строке появляется следующий запрос:

Current settings: Justification = Top, Scale = 20,00 Style = STANDARD

(Текущие настройки: Расположение = Верх, Масштаб = 20,00, Стиль = Стандарт)

Specify start point or [Justification/Scale/Style]:

(Начальная точка или [Расположение/Масштаб/Стиль])

Далее можно либо сразу приступить к построению мультилинии с параметрами, установленными по умолчанию (верхняя строка запроса), либо можно изменить эти параметры, выбрав одну из опций:

Расположение (Justification) – выбрав данную опцию, вы сможете указать, как должна строиться мультилиния:

Центр (Zero) – мультилиния строится путем указания начальной и конечной точек оси мультилинии (условной невидимой линии, проходящей через ее центр);

Верх (Top) и Низ (Bottom) – мультилиния строится путем указания начальных и конечных точек крайней верхней или крайней нижней линии мультилинии;

Масштаб (Scale) – опция, позволяющая изменить общую ширину полилинии относительно стандартного размера. Стандартный размер устанавливается для каждого стиля индивидуально в настройках стиля.

Стиль (Style) – позволяет задать другой стиль для мультилинии (Стиль – это имеющий имя набор параметров).

По умолчанию для мультилинии используется стиль STANDART, состоящий из двух параллельных линий, отстоящих друг от друга на расстоянии, равном 0,5 единиц от оси. После активизации опции Style в командной строке появится запрос:

Enter mline style name or [?]: (Имя стиля мультилинии или [?]:)

В ответ на него вы должны будете указать имя требуемого стиля (из числа созданных в данном чертеже или подключенных к нему). Просмотреть список всех доступных стилей можно, введя в командную строку? (вопросительный знак). Изначально в системе AutoCAD имеется только один стиль – уже знакомый нам стиль STANDART. Однако вы можете сами создать нужный вам стиль.

Создание нового стиля мультилиний осуществляется с помощью команды MLSTYLE (МЛСТИЛЬ), которую можно вызвать:

– из строки меню Формат (Format)→Стиль Мультилинии (Multiline Style);

– вводом в командную строку: `_mlstyle`.

После вызова этой команды AutoCAD выводит на экран диалоговое окно **Стиль Мультилиний (Multiline Style)**, в котором и производятся все необходимые действия по созданию стиля.

В AutoCAD существует возможность создания полилиний на основе уже имеющихся на чертеже объектов. При этом полилиния создается на основе некоторой замкнутой области, образованной одним или несколькими объектами.

Для создания контура-полилинии следует вызвать команду **Boundary (Контур)**. Сделать это можно либо через командную строку, либо из строки меню **Рисование (Draw)→Контур (Boundary)**, либо щелчком мыши по кнопке и на вкладке **Главная** ленты инструментов (группа **Рисование**). В результате на экране появится диалоговое окно **Создание контура (Boundary Creation)**.

В этом окне вам нужно нажать на кнопку **Указание точек (Pick Points)**. После этого диалоговое окно **Создание контура (Boundary Creation)** исчезнет и вам будет предложено щелкнуть мышкой внутри замкнутой области, из границ которой следует создать контур-полилинию. После того, как вы это сделаете, нажмите на `<<Enter>>`, и полилиния будет создана – причем поверх существующих объектов. Так что вам ее следует выделить и перетащить в другое место.

## **Тема 5. Пользовательские координатные системы и работа в них**

AutoCAD месторасположение объектов, а зачастую и их основные параметры задаются путем указания координат их характерных точек. Характерные точки – это точки, по которым можно однозначно построить объект на чертеже. Например, для отрезка характерными точками являются его начало и конец. Соответственно при построении отрезка вы указываете координаты его начальной и конечной точек. Кроме того, начиная чертеж, вы должны первое построение начинать не щелчком мыши в произвольном месте, а в точке с точно заданными координатами. Иначе сложностей потом не избежать.

Задание координат в AutoCAD 2012 может осуществляться несколькими способами, использование того или иного из них обусловлено лишь удобством.

По большому счету можно вполне обойтись и одним способом, но, чтобы уверенно себя чувствовать и эффективно работать в AutoCAD, необходимо изучить и знать их все.

Всего в AutoCAD предусмотрено пять способов задания координат:

- 1) интерактивный метод;
- 2) метод абсолютных координат;
- 3) метод относительных прямоугольных координат;
- 4) метод относительных полярных координат;
- 5) задание направления и расстояния.

Интерактивный метод является наиболее простым и наглядным. Задание координат осуществляется щелчками мыши в пространстве чертежа в ответ на приглашение командной строки.

Недостатком такого способа может служить недостаточная точность. Однако использование различных режимов привязки позволяет в большинстве случаев избавиться от этой проблемы.

Метод абсолютных координат заключается в непосредственном вводе координат в командную строку. Он используется в тех случаях, когда необходимо точно указать координаты расположения объекта. При этом значения координат  $X$  и  $Y$  вводятся через запятую, а по окончании ввода нажимается <<Enter>>(как и завершение любого ввода в командную строку). В основе данного метода лежит стандартная система прямоугольных координат. Для полной ясности в левом нижнем углу графической зоны расположена пиктограмма ПСК, показывающая направление осей  $X$  и  $Y$ .

Отсчет координат при абсолютном методе производится из точки пересечения этих осей, называемой началом координат  $(0,0)$ . Точки слева от нее будут иметь отрицательные координаты  $X$ , а точки, расположенные ниже, – отрицательные координаты  $Y$ .

Метод относительных прямоугольных координат отличается от метода абсолютных координат тем, что координаты  $X$  и  $Y$  задаются относительно последней заданной точки, а не относительно начала координат.

Использование такого метода часто может значительно облегчить процесс построения: ведь при выполнении чертежей почти всегда известны абсолютные размеры деталей. Поэтому, исходя из заданного размера, можно сразу же сказать, насколько следующая точка смещена по оси X и Y относительно предыдущей точки.

При вводе относительных прямоугольных координат используется специальный символ @, в просторечии называемый «собака». Этот символ ставится непосредственно впереди координат и воспринимается программой как «последняя точка». Например, @20,10.

Полярные координаты подразумевают указание месторасположения какой-либо точки (объекта) путем задания двух параметров:

- 1) расстояния от начала координат;
- 2) угла между нулевым направлением полярной системы отсчета и вектором, направленным от начала координат к искомой точке. Причем в полярной системе отсчета угол может быть как положительным, так и отрицательным. Соответственно он будет отсчитываться против или по часовой стрелке.

Метод относительных полярных координат используется тогда, когда положение следующей точки нужно задать на определенном расстоянии в определенном направлении (под определенным углом) относительно предыдущей точки.

При задании относительных полярных координат используется два специальных символа: @ и <. Например, @ 20 <45.

Символ @ означает, что координаты берутся относительно последней точки.

Символ < означает, что следующее за ним значение 45 является величиной угла.

Число 20 – расстояние, которое нужно отложить под указанным углом.

Примечание. Использование полярных координат может быть не только относительным, но и абсолютным. При этом символ @ перед координатами не указывается (например, 70<45), а полярные координаты берутся от начала ко-

ординат. Однако абсолютные полярные координаты почти не используются ввиду неудобства и нецелесообразности их применения на практике.

Полярные координаты подразумевают указание месторасположения какой-либо точки (объекта) путем указания двух параметров: расстояния от начала координат и угла между нулевым направлением полярной системы отсчета и вектором, направленным от начала координат к искомой точке. В полярной системе отсчета угол может быть как положительным, так и отрицательным.

При необходимости выполнения вертикальных или горизонтальных построений вам поможет специальный режим OPTO (ORTHO). После того как вы его включите, все построения мышью будут осуществляться строго вертикально или горизонтально.

Включить режим OPTO (ORTHO) можно следующими способами:

- 1) кнопкой OPTO (ORTHO) в строке состояния, щелкнув по ней левой кнопкой мыши и «утопив» ее;
- 2) нажав клавишу <<F8>>.

Чтобы отключить данный режим, следует повторно выполнить любую из вышеуказанных операций.

Простейший способ установить режим Шаговая привязка (Snap Mode) – щелкнуть мышкой по кнопке ШАГ (SNAP) в строке режимов («утопив» ее). Выключить режим можно повторным щелчком по данной кнопке. Вместо щелчков мышью можно воспользоваться клавишей <<F9>> на клавиатуре и включение/выключение шагового режима производить нажатиями на нее.

Включать и выключать прямоугольную сетку можно с помощью команды Сетка (Grid). Однако сетка, устанавливаемая командой Сетка (Grid), и сетка, используемая режимом Шаговая привязка (Snap Mode), – разные. Они могут совпадать (при одинаковом шаге), но могут и отличаться. Установить шаг прямоугольной сетки для режима Шаговая привязка (Snap Mode) – шаг привязки – можно следующими способами:

- 1) из строки меню Сервис (Tools)→Режимы рисования (Drafting Settings);

2) из контекстного меню, вызываемого щелчком правой кнопки мыши по кнопке ШАГ (SNAP) ||| в строке состояния, командой Настройка (Settings). В обоих случаях появится диалоговое окно Режимы рисования (Drafting Settings), состоящее из четырех вкладок, и открытое на вкладке Шаг и сетка (Snap and Grid). Вверху данной вкладки находятся два флажка Шаг (F9) (Snap On (F9)) и Сетка Вкл. (F7) (Grid On (F7)). Вот с их помощью как раз и включаются режим шаговой привязки и отображение сетки соответственно.

При включении шаговой привязки необходимо проследить, чтобы в зоне Тип привязки (Snap type) были включены переключатели Шаговая привязка (Grid snap) и Ортогональная (Rectangular snap).

Непосредственно установить шаг привязки можно в полях Шаг привязки по X (Snap X spacing) и Шаг привязки по Y (Snap Y spacing). Желательно и удобнее, чтобы шаги привязки были равны шагам сетки, задаваемым правее. Однако они могут и отличаться.

При построениях объектов под различными углами бывает полезно, чтобы определенные направления, расположенные под определенными углами, фиксировались и чтобы к ним как бы «прилипал» указатель мыши. Например, если вам необходимо построить отрезок под углом  $60^\circ$ , то придется вручную пытаться попасть в нужное значение угла при задании второго конца отрезка. При этом точно построить угол вам будет достаточно трудно: то угол будет  $59^\circ$ , то  $61^\circ$ , то еще какой-нибудь.

Примечание. Значение откладываемого угла можно наблюдать в левом нижнем углу окна AutoCAD.

Существует возможность откладывать углы быстро с помощью мыши. Называется она режимом отслеживания опорных полярных углов (Polar Tracking). Чтобы включить этот режим, необходимо включить («утопить») кнопку ОТС-ПОЛЯР (POLAR) \ &. А чтобы выключить – еще раз нажать на данную кнопку. Для этих же целей можно использовать клавишу <<F10>> на клавиатуре.

Включите режим и далее, в ходе построения объекта, при прохождении курсора мыши возле направлений, исходящих под определенными углами из последней заданной точки, курсор автоматически будет к ним притягиваться. Кроме того, в этих случаях рядом с курсором будет появляться подсказка с текущими относительными полярными координатами курсора.

По умолчанию отслеживаются только углы, кратные  $90^\circ$ , то есть  $0^\circ$ ,  $90^\circ$ ,  $180^\circ$  и  $270^\circ$ . Однако вы можете изменить данные значения и установить отслеживаемые углы по своему усмотрению. Для этого следует вызвать окно Режимы рисования (Drafting Settings) и перейти на вкладку Отслеживание (Polar Tracking). Вызвать это окно можно так:

- из строки меню Сервис (Tools)→Drafting Settings (Режимы рисования);
- из контекстного меню, вызываемого щелчком правой кнопки мыши по кнопке ОТС-ПОЛЯР (POLAR) в строке режимов, командой Настройка (Settings).

В раскрывающемся списке Шаг углов (Increment angle) и можно выбрать значение угла, кратно которому будут отслеживаться углы. Например, если вы выберете 45, то отслеживаться будут углы  $0^\circ$ ,  $45^\circ$ ,  $90^\circ$ ,  $135^\circ$ ,  $180^\circ$ ,  $225^\circ$ ,  $270^\circ$  и  $315^\circ$ . В списке Шаг углов (Increment angle) доступны следующие значения: 90,45,30,22.5,18,15,10 и 5.

Не исключена ситуация, когда вам нужно будет отслеживать какой-то специальный угол или углы (например,  $146^\circ$ ). В этом случае вам следует установить флажок Дополнительные углы (Additional Angle), а затем нажать на кнопку Новый (New) и ввести нужный угол в расположенное рядом поле. Причем допускается ввод нескольких углов, только для этого каждый раз необходимо нажимать кнопку Новый (New). Чтобы удалить какой-либо угол из списка дополнительных, следует выделить его и нажать на кнопку Удалить (Delete).

Обратите внимание, что дополнительные углы рассматриваются индивидуально. Это значит, что если вы в качестве дополнительного угла укажете 60, то кратные ему углы (120, 180, 240 и т. д.) рассматриваться не будут. Отслеживаться будет только угол 60. Кроме того, что немаловажно, дополнительные уг-

лы рассматриваются вместе с основными. То есть, вы можете одновременно задавать и те, и другие – привязка будет осуществляться и к тем и к другим.

В заключение необходимо отметить, что на вкладке Отслеживание (Polar Tracking) имеется два особых переключателя: Абсолютно (Absolute) и От последнего сегмента (Relative to last segment). Первый из них включен по умолчанию и указывает, чтобы углы слежения отсчитывались обычным образом (от горизонтального направления). А второй дает команду системе AutoCAD отсчитывать углы слежения от направления последнего построенного сегмента объекта.

Режим объектной привязки – это режим, в котором AutoCAD автоматически осуществляет точную привязку задаваемых мышью точек к характерным точкам объектов, имеющимся на чертеже. Активизировать данный режим можно, нажав («утопив») кнопку ПРИВЯЗКА (SNAP) в строке режимов. Выключение режима осуществляется повторным нажатием на эту кнопку. С тем же успехом для включения/выключения режима объектной привязки вы можете использовать клавишу <<F3>> на клавиатуре.

Режим объектной привязки имеет в своем арсенале множество методов, определяющих, как должен привязываться курсор к тем или иным объектам в тех или иных условиях. Один метод указывает, как курсор должен привязываться к прямолинейным отрезкам, другой – как к эллипсу и кругу, и так далее. Каждому из этих методов соответствуют определенные характерные точки (точки, к которым притягивается курсор).

Настроить режим объектной привязки можно в диалоговом окне Режимы рисования (Drafting Settings), на вкладке Объектная привязка (Object Snap). Помимо обычного вызова данного окна, можно перейти сразу на вкладку Объектная привязка (Object Snap), выбрав пункт Настройка (Settings) из контекстного меню, вызываемого щелчком правой кнопки мыши по кнопке ПРИВЯЗКА (SNAP) в строке режимов.

Любой из методов объектной привязки может быть вызван отдельно. Для этого в AutoCAD 2012 предусмотрены две возможности:

- 1) с помощью меню объектной привязки;
- 2) с помощью специальной панели инструментов Объектная привязка (Object Snap).

## **Тема 6. Способы построения и редактирования составного примитива – полилинии**

В системе AutoCAD предусмотрено построение таких объектов, как полилинии. Эти линии, по сравнению с отрезками, создаваемыми командой Line (Отрезок), более универсальны. Они имеют ряд особенностей: можно непосредственно задавать толщину полилинии, в то время как для отрезка нельзя. Причем толщина полилинии может изменяться по ее длине. Полилинии могут включать в себя несколько сегментов. При этом все сегменты создаются одной командой и воспринимаются системой AutoCAD как единый объект. Например, в качестве полилинии можно построить произвольный многоугольник, и он будет восприниматься как единый объект. Если же такой многоугольник построить с помощью команды Line (Отрезок), то каждая его сторона будет отдельным объектом. Полилинии могут включать в себя дуги.

Для построения полилиний в AutoCAD предназначена команда PLine (Плиния). Вызвать ее можно тремя стандартными способами:

- 1) щелчком мыши по кнопке на панели инструментов Рисование (Draw) или на вкладке Главная ленты инструментов;
- 2) из строки меню Рисование (Draw)→Полилиния (Polyline);
- 3) вводом в командную строку: `_pline` (или ПЛИНИЯ).

### *Базовая методика построения полилиний*

После вызова команды PLine (Плиния) потребуется задать начальную точку построения. При этом в командной строке появится запрос:

Specify start point: (Начальная точка:)

Указав первую точку, получим следующий запрос:

Current line-width is 0.000

Specify next point or [Arc/Halfwidth/Length/Undo/Width]:

(Текущая ширина полилинии равна 0.0000

Следующая точка или [Дуга/Полуширина/Длина/Отменить/Ширина])

В ответ на него можно либо указать следующую точку построения и тогда будет построен отрезок текущей ширины, либо выбрать одну из опций. Допустим, выбрали первый вариант и указали вторую точку построения. Следующий запрос будет таким же, как и предыдущий, только добавится опция Close (Замкнуть):

Specify next point or [Arc/Close/Halfwidth/Length/Undo/Width]:

(Следующая точка или [Дуга/Замкнуть/Полуширина/Длина/Отменить/Ширина])

Соответственно, и в дальнейшем можно либо продолжить построение прямолинейных сегментов полилинии, либо выбрать одну из опций. Подробно разберем, что это за опции:

Дуга (Arc) – позволяет перейти в режим построения дуговых сегментов полилинии.

Замкнуть (Close) – замыкает полилинию, то есть соединяет ее первую и последнюю точки. На этом выполнение команды PLine (Плиния) завершается. Данная опция становится доступна после того, как построим хотя бы один сегмент полилинии.

Ширина (Width) – выбрав эту опцию, можно задать толщину линии для построения последующих сегментов полилинии. При этом будет предложено по очереди ввести два значения - начальную и конечную ширину (что позволяет строить сужающиеся или расширяющиеся сегменты полилинии. Удобно таким образом строить стрелки. Если ширина должна быть постоянной, то оба ее значения укажите одинаковыми.

Полуширина (Halfwidth) – эта опция аналогична предыдущей и отличается только тем, что задает половинные размеры начальной и конечной ширины полилинии.

Длина (Length) – благодаря данной опции можно точно задать длину следующего сегмента полилинии, который будет АВТОМАТИЧЕСКИ построен в



В заключение рассмотрения команды PLine (ПЛиния) хотелось бы отметить, что она очень удобна для целого ряда специализированных построений.

## **Тема 7. Средства редактирования для изменения геометрии объектов**

Создание чертежа всегда требует корректировку в процессе работы. Выполнить эту операцию в системе AutoCAD можно с помощью команд редактирования. Практически все команды находятся в меню Редактировать (Modify), а соответствующие им кнопки – на одноименной панели инструментов.

### *Методы выполнения команд*

По сути, в AutoCAD имеется два пути выполнения команд редактирования:

1. Сначала вызывается команда редактирования, а затем указываются объекты, к которым она должна быть применена.
2. Сначала выбираются объекты редактирования, а потом уже вызывается команда редактирования.

В первом случае, когда сначала вызывается команда редактирования, курсор мыши принимает вид небольшого квадратика (квадратного маркера), а в командной Строке появляется запрос Select objects: (Выберите объекты:). После этого можно выбирать объекты с помощью квадратного маркера.

Бывают ситуации, когда необходимо применить редактирование к уже выделенным объектам. Для таких случаев и предусмотрен второй путь использования команд редактирования.

Довольно часто для выбора нескольких объектов используется метод Рамки (Window) и метод Секущей рамки (Crossing Window).

Метод Рамка (Window) заключается в выделении объектов с помощью рамки. При этом вокруг объектов очерчивается прямоугольная рамка, а выделенными в итоге становятся все объекты, ПОЛНОСТЬЮ попавшие внутрь нее. Рамка очерчивается слева направо – указываются два угла одной диагонали. Сама рамка при этом будет отображаться на экране сплошными тонкими линиями.

Метод Секущая рамка (Crossing Window) в отличие от предыдущего позволяет выбирать не только объекты, полностью ПОПАВШИЕ ВНУТРЬ рамки, но и объекты, ПЕРЕСЕКАЕМЫЕ ею. Секущая рамка имеет форму прямоугольника, вычерчивается справа налево (а не слева направо, как Рамка) и изображается на экране монитора пунктирной линией.

Оба этих метода не требуют вызова каких-либо специальных команд и доступны в любой момент.

С помощью команды Move (Перенести) можно перемещать объекты чертежа с одного места на другое. Вызвать эту команду можно одним из следующих способов:

1) из строки меню Редактировать (Modify)→Перенести (Move); на панели инструментов щелчком мыши по кнопке Редактирование (Modify) или на вкладке Главная ленты инструментов;

2) вводом в командную строку: `_move` (или ПЕРЕНЕСТИ). После вызова команды, если еще не выбран объект перемещения, сделайте это. Когда объект перемещения будет выбран, в командной строке появится запрос:

Specify base point or displacement: (Базовая точка или [Перемещение]:)

Возможны два варианта ответа на данный запрос и, соответственно, два метода перемещения:

1) метод сдвига – указывается смещение, на которое должны быть сдвинуты все точки выделенного объекта (группы объектов) относительно его начального месторасположения. Например, если указать смещение 10,15, то это значит, что все точки объекта (то есть весь объект) сдвинутся вправо на 10 и вверх на 15;

2) метод «базовая точка/вторая точка» – сначала указывается произвольная точка чертежа (которая будет базовой), а затем – положение, которое она должна занять после перемещения (вторая точка). При этом в зависимости от того, как будет перемещена базовая точка, будут перемещены и выделенные объекты. Обратите внимание: базовая точка может и не принадлежать переме-

щаемому объекту; просто, когда это так, перемещение производится более наглядно.

Вызвать команду Копировать (Copy) можно одним из следующих способов:

1) из строки меню Редактировать (Modify)→Копировать (Copy); щелчком мыши по кнопке на панели инструментов Редактирование (Modify) или на вкладке Главная ленты инструментов;

2) вводом в командную строку: `_copy` (или КОПИРОВАТЬ).

Методика использования данной команды ничем не отличается от методики работы с командой Move(Переместить).

Если для перемещения выделенных объектов средствами контекстного меню служат команды Вырезать(Cut) и Вставить (Paste), то для их копирования – команды Копировать (Copy) и Вставить (Paste). Последовательность же действий при копировании не отличается от последовательности действий при перемещении.

С помощью команды Поворот (Rotate) можно поворачивать объекты или даже целые группы объектов на определенный угол вокруг некоторой точки (называемой базовой). При этом стоит напомнить, что отсчет угла ведется относительно горизонтальной линии, направленной вправо, и производится против часовой стрелки. Если необходимо отсчитать угол по часовой стрелке, то его величина задается со знаком «минус».

Команда Поворот(Rotate) вызывается следующими способами:

1) из строки меню Редактировать(Modify) Поворот(Rotate); щелчком мыши по кнопке **O** на панели инструментов Редактирование (Modify) или на вкладке Главная ленты инструментов;

2) вводом в командную строку `_rotate` (ПОВЕРНУТЬ).

После вызова команды, если не выбрано ни одного объекта, необходимо произвести выбор. Когда объекты будут выбраны, в командной строке появится запрос:

Specify base point:(Базовая точка:)

В ответ на него нужно задать базовую точку, относительно которой будет производиться поворот.

#### *Прямоугольные массивы*

Вызовите команду ARRAYCLASSIC (предварительно установив Service Pack 1). В результате появится диалоговое окно. Вверху этого окна следует установить переключатель в положение Rectangular Array (Прямоугольный массив). Возможно, он выбран по умолчанию. В правом верхнем углу окна Array (Массив) расположена кнопка Select Objects(Выбор объектов), а под ней указано количество выбранных в данный момент объектов, Нажав на эту кнопку, можно извести выбор объектов заново.

#### *Круговые массивы*

Чтобы приступить к созданию кругового массива (в классическом стиле), необходимо вызвать команду ARRAYCLASSIC и в появившемся одноименном диалоговом окне установить переключатель Круговой массив (Polar Array). При построении кругового массива копии объекта располагаются по кругу с центром в определенной точке, координаты которой задаются в полях Центр(Center Point). Данную точку можно выбрать и с помощью мыши. Для этого сначала следует нажать на кнопку.

#### *Построение (снятие) фасок*

В системе AutoCAD имеется команда Chamfer (Фаска), с помощью которой можно создавать фаски на углах, образованных двумя непараллельными отрезками. Причем отрезки могут как пересекаться, так и не пересекаться. В последнем случае отрезки будут сначала автоматически удлинены до пересечения.

В качестве объектов, с которыми работает команда Chamfer (Фаска), могут выступать отрезки, созданные командой Line(Отрезок), прямые, лучи и полилинии.

## **Тема 8. Комплексные средства редактирования изображений примитивов**

Подрезание объектов. Команда Trim (Обрезать)

При построении очень часто обнаруживаются фрагменты отрезков, дуг и пр., которые «вылезли» за пределы объектов. Их, естественно, необходимо подрезать. Для этого в системе AutoCAD предусмотрена специальная команда Trim (Обрезать), предназначенная для обрезания лишних концов объектов в точках пересечения с другими объектами. В качестве объектов подрезания могут выступать отрезки, дуги, окружности, эллиптические дуги, сплайны, лучи и открытые полилинии.

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

- 1) из строки меню Редактировать (Modify)→Обрезать (Trim);
- 2) щелчком мыши по кнопке на панели инструментов Редактирование (Modify) или на вкладке Главная ленты инструментов;
- 3) вводом в командную строку: `_trim` (или ОБРЕЗАТЬ).

После вызова этой команды в командной строке появляется следующий первый запрос:

Current settings: Projection=UCS, Edge=None Select cutting edges ...

Select objects or <select all>:

(Текущие установки: Проекция = ПСК Кромки = Без продолжения Выберите режущие кромки ...

Выберите объекты или <выбрать все>:)

Чтобы закончить выбор кромок, необходимо нажать клавишу <<Enter>>.

Следующий запрос:

Select object to trim or shift-select to extend or [Fence/Crossing/Project/Edge/Erase/Undo]:

(Выберите обрезаемый (+Shift–удлиняемый) объект или [Линия/Секрамка/Проекция/Кромка/Удалить/Отменить])

указывает на то, что необходимо выбрать подрезаемые объекты. При этом следует указывать те части объектов, которые должны быть отрезаны. Сразу после указания объекта производится его подрезка.

Команда Trim (Обрезать), начиная с версии AutoCAD 2002, объединена с командой Extend (Удлинить). В связи с этим, если на запрос команды Trim(Обрезать):

Select object to trim or shift-select to extend or [Fence/Crossing/Project/Edge/Erase/Undo]:

(Выберите обрезаемый (+Shift–удлиняемый) объект или [Линия /Секрэмка/Проекция/Кромка/Удалить/Отменить])

выбор объектов производить с нажатой клавишей <<Shift>>, то выбранные таким образом объекты будут не обрезаться, а УДЛИНЯТЬСЯ до режущей кромки.

### **Тема 9. Сплайны, контура и области**

Для построения сплайнов в системе AutoCAD используется команда Spline (Сплайн), которую можно вызвать одним из следующих способов:

- 1) из строки меню Рисование (Draw)→Сплайн (Spline);
- 2) щелчком мыши по кнопке Г 1 на панели инструментов Рисование(Draw) или на вкладке Главная ленты инструментов;
- 3) вводом в командную строку: \_Spline (или СПЛАЙН).

Сразу после вызова команды Spline (Сплайн) в командной строке появится запрос:

Specify first point or [Object]: (Первая точка или [Объект]:)

После задания первой точки необходимо ввести вторую точку сплайна:

Specify next point: (Следующая точка:)

Наиболее часто построение сплайнов осуществляется с помощью мыши, так как при движениях указателя мыши сразу видно, к каким изменениям это приводит. Указав вторую точку, виден следующий запрос:

Specify next point or [Close/Fit tolerance] <start tangent>:

(Следующая точка или [Замкнуть/Допуск] <касательная в начале>:)

Вы можете либо продолжить построение сплайна, то есть указывать другие точки, либо выбрать одну из опций:

Close (Замкнуть) – последняя точка сплайна будет соединена с его первой точкой. При этом потребуется указать направление касательной в начальной точке сплайна – Specify tangent: (Укажите направление:). Сделать это можно с помощью мыши. Если же просто еще раз нажать <<Enter>>, то в этом случае направление касательной будет принято таким, каким оно установлено по умолчанию.

Fit Tolerance (Допуск) – позволяет указать допустимое отклонение сплайна от заданных точек. По умолчанию допуск равен нулю. Увеличение допуска используется для построения более гладких сплайнов. После указания допуска вы вернетесь в режим дальнейшего построения сплайна.

Как говорили ранее, в AutoCAD существует возможность создания полилиний на основе уже имеющихся на чертеже объектов. При этом полилиния создается на основе некоторой замкнутой области, образованной одним или несколькими объектами.

Для создания контура-полилинии следует вызвать команду Boundary (Контур). Сделать это можно либо через командную строку, либо из строки меню Draw (Рисование)→Boundary (Контур), либо щелчком мыши по кнопке и на вкладке Главная ленты инструментов (группа Рисование). В результате на экране появится диалоговое окно Boundary Creation (Создание контура).

Вместо контура таким же образом можно создать объект под названием Region (Область). Область представляет собой двухмерный плоский объект, ограниченный контуром (замкнутой линией). Если контур – это просто линия, то область – это уже фигура.

Область отличается от контура рядом дополнительных параметров: центром масс, моментом инерции и т. п. Благодаря этому области можно складывать, вычитать и таким образом создавать объекты сложной формы. Чаще всего использование областей имеет практический смысл при создании трехмерных объектов на основе двухмерных.

## Тема 10. Размеры, тексты и их редактирование

Размеры делятся на две группы: линейные и угловые. Линейные размеры характеризуют такие параметры, как длина, ширина, толщина, высота, диаметр, радиус. Угловой размер характеризует величину угла. Линейные размеры на чертеже задаются в миллиметрах. При этом единицы измерения на чертеже не обозначаются. Что касается угловых размеров, то они задаются в градусах, минутах и секундах, причем с обозначением единиц измерения (условным).

Основные правила нанесения размеров таковы:

1. Первая размерная 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 (числа) 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, причем с указанием общего количества таких элементов (на полке линии-выноски).
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 же наносят радиальный размер.
10. При нанесении размера радиуса перед размерным числом помещают прописную (заглавную) букву *R*.

11. Размерные линии и сами размеры предпочтительнее располагать вне контура 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 (размерные числа) и допуски не разрешается разделять или пересекать какими бы то ни было линиями чертежа. В месте нанесения размерного числа осевые, центровые линии и линии штриховки прерываются.

15. И, наконец, размеры следует наносить таким образом, чтобы чертеж можно было удобно читать при использовании, а не высчитывать нужные размеры.

### *Нанесение размеров*

Для нанесения размеров в AutoCAD можно использовать команды из пункта главного меню Dimension (Размеры). Однако более удобным будет использовать для этих целей панели инструментов Dimension (Размер) или вкладки Аннотации на ленте инструментов (группа Размеры). Если вам хочется пользоваться панелью, то ее необходимо сначала отобразить (по умолчанию эта панель не отображается). Поэтому щелкните правой кнопкой мыши на любой видимой панели инструментов и в появившемся списке выберите пункт Размер (Dimension). В принципе, в большинстве случаев вид кнопок дает ясное представление, какой размер позволяют построить соответствующие им команды.

Чтобы приступить к созданию нового размерного стиля, щелкните мышкой по стрелочке в правом нижнем углу группы инструментов Размеры на вкладке Аннотации ленты инструментов или по соответствующей кнопке на панели Dimension (Размер). В результате на экране появится диалоговое окно Dimension Style Manager (Диспетчер размерных стилей). Этого же можно достичь, введя в командную строку `_dimstyle` (или `РЗМСТИЛЬ`). Для создания нового стиля в окне Dimension Style Manager (Диспетчер размерных стилей) нажмите на кнопку `New...` (Новый...). В появившемся маленьком окошке, в поле

New Style Name (Имя нового стиля), введите название нового стиля, а затем нажмите на кнопку Continue (Далее). Назовем наш стиль Технический.

После того как вы нажмете на кнопку Continue (Далее), появится окно New Style Dimension: Технический (Новый размерный стиль: технический). В этом окне, собственно, и производятся все настройки нового стиля. Причем все настройки размещены на нескольких вкладках:

Вкладка Lines (Линии) – содержит настройки размерных, выносных линий, а также осевых линий.

Вкладка Symbols and Arrows (Символы и стрелки) – предназначена для настроек внешнего вида и размеров стрелок. Стрелки здесь имеются в виду те, которые используются в начертании размерных линий. Кроме того, на этой вкладке можно задать параметры вычерчивания метки центра, а также вид символа, используемого при выставлении дугового размера.

Вкладка Text (Текст) – содержит настройки внешнего вида и размещения надписей, используемых в размере.

Вкладка Fit (Размещение) – на этой вкладке задаются параметры размещения стрелок и размерных надписей в стесненных местах чертежа, то есть в тех местах, где присутствует большое количество построений, при этом разместить размерный текст в обычном месте не получается.

Вкладка Primary Units (Основные единицы) – содержит настройки формата представления основных единиц для линейных и угловых размеров.

Вкладка Alternate Units (Альтернативные единицы) – служит для задания формата альтернативных единиц, которые могут использоваться вместо основных (при включении определенного режима). По умолчанию эта вкладка отключена и обычно не используется.

Вкладка Tolerances (Допуски) – содержит настройки внешнего вида допусков, который они будут иметь на чертеже. Итак, будем двигаться последовательно и по порядку зададим все необходимые настройки для нашего нового размерного стиля. Закончить создание нового размерного стиля можно в любой

момент. Для этого просто следует в окне New Style Dimension (Новый размерный стиль) нажать на кнопку <<ОК>>.

### *Создание однострочной надписи*

Наиболее часто в чертежах встречается однострочный текст. Однако сразу отметим, что даже для создания однострочных надписей рекомендуется и удобнее использовать инструменты многострочного текста. Команды создания однострочного текста рассматриваются для полноты картины. Итак, в системе AutoCAD для создания на чертеже однострочного текста используются команды Text (Текст) и DText (ДТекст). Эти команды действуют абсолютно одинаково. Поэтому вы можете применять любую из них.

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

- 1) выбрав из строки меню Draw (Рисование)→Text (Текст)→Single Line Text (Однострочный);
- 2) введя в командную строку `_dtext` или `_text` (или просто ТЕКСТ);
- 3) щелкнув мышкой по кнопке А, на вкладке Главная (группа Аннотация) ленты инструментов или на панели инструментов Текстовая (Text). В последнем случае сначала придется вывести данную панель.

После того как вы выполните одно из вышеуказанных действий, от вас потребуется указать точку вставки текста. При этом в командной строке появится следующий запрос:

Current text style: "Standard" Text height: 2.5000 Annotive: No Specify start point of text or [Justify/Style]:

(Текущий текстовый стиль: "Стандарт" Высота текста:2.5000 Аннотивный: нет Начальная точка текста или [Выравнивание /Стиль]:)

Система AutoCAD обладает возможностью включать в текстовую строку специальные символы, такие как значок диаметра, символ градуса, значок допуска <<плюс-минус>> и т. п. Делается это с помощью специальных управляющих кодов. Их следует вводить прямо при наборе текста – они будут автоматически заменены соответствующими символами.

Управляющие коды начинаются с двух символов процента и имеют вид %%ппп, где ппп – это трехзначный номер символа в текущей таблице символов Windows. В дополнение к этим можно использовать следующие специальные управляющие коды:

%%и – включение/выключение режима подчеркивания;

%%о – включение/выключение режима надчеркивания;

%%с – вставка символа <<диаметр>>;

%%d – вставка символа <<градус>>;

%%р – вставка символа <<плюс-минус>>;

%%% – вставка символа <<проценты>>.

Таким образом, если вам понадобится вывести подчеркнутый текст, то перед ним и после него следует набрать %%и, например: %%и подчеркнутый текст%%и. Если вы будете использовать подчеркивание до конца строки, то замыкающий %%и указывать необязательно.

Система AutoCAD позволяет пользователю создавать свои текстовые стили. При их создании, если вы собираетесь выполнять качественные профессиональные чертежи, следует придерживаться стандартов ГОСТ. Для работы с текстовыми стилями используется диалоговое окно Text Style (Текстовые стили). С помощью этого окна можно создавать новые стили, а также изменять настройки уже существующих стилей. Вызвать окно Text Style (Текстовые стили) можно одним из следующих способов:

1) из строки меню Формат (Format) → Text Style (Текстовый стиль);

2) вводом в командную строку: \_style (или СТИЛЬ);

2) щелкнув мышкой по кнопке, расположенной на вкладке Главная (группа Аннотация) и на панели инструментов Text (Текстовая). Напоминаю, что по умолчанию эта панель не отображается. Чтобы приступить к созданию нового стиля, следует в окне Text Style (Текстовые стили) нажать на кнопку New(Новый...). При этом появится маленькое окно, в котором вам будет необходимо указать название для нового стиля.

В тот момент, когда принятые настройки вас будут удовлетворять, нажмите кнопку Apply(Применить), чтобы их применить. Завершить настройку стилей и закрыть диалоговое окно Text Style(Текстовые стили) можно, нажав на кнопку Close(Закрыть).

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

- из строки меню Draw (Рисование)→Text (Текст)→Multi Line (Многострочный);
- щелкнув мышкой по кнопке А на вкладке Главная ленты инструментов (группа Аннотация) или на панели инструментов Рисование;
- вводом в командную строку: `_mtext`.

При создании многострочного текста вам будет необходимо задать прямоугольную область, в которой должен располагаться текст. Для этого потребуется сначала указать месторасположение первого угла области, а затем – второго угла (по диагонали). С этой целью сразу после вызова команды MText (МТекст) в командной строке появится следующий запрос:

Current text style: "Standard" Text height: 2.5

Specify first corner:

(Текущий текстовый стиль: "Стандарт" высота текста: 2.5

Первый угол:)

## **Тема 11. Средства структуризации примитивов в блоки**

Очень часто конструктору приходится вычерчивать одни и те же фрагменты, состоящие из нескольких объектов. Например, среди таких объектов могут быть штамп чертежа, знаки чистоты обработки, крышка с винтами, платы с электроэлементами, узлы деталей и т. д. В AutoCAD можно группу объектов объединить в блок, который будет иметь определенное имя. Таким образом, блок – это объект или набор объектов, который имеет индивидуальное имя и воспринимается как один объект.

Непосредственно перед созданием блока убедитесь, что на чертеже построены все объекты, которые в этот блок войдут. Если их еще не начертили, то сделайте это сейчас.

Начать создание блока можно одним из следующих действий:

- в строке меню выбрать Draw (Рисование)→Block (Блок)→Make (Создать);

- на вкладке Главная ленты инструментов (группа Блок) или на панели инструментов Draw (Рисование) щелкнуть мышью по кнопке, ввести в командную строку Jblock (или БЛОК).

После этого на экране появится диалоговое окно Block Definition (Определение блока). В этом окне, по сути, и производится создание блока.

После того, как блок создан, все входящие в него объекты не воспринимаются по отдельности. Это значит, что если вы захотите выделить какой-либо из объектов, входящих в блок, то выделен будет весь блок. Вставить блок в какое-либо место чертежа можно одним из следующих действий:

- в строке меню выбрать Insert (Вставить) →Block (Блок);

- щелкнуть мышью по кнопке ЦУ на вкладке Главная ленты инструментов (группа Блок) или на панели инструментов Draw (Рисование);

- ввести в командную строку \_insert (или ВСТАВИТЬ).

После этого на экране появится диалоговое окно Insert (Вставка блока), в котором сможете выбрать блок для вставки. Выбор осуществляется по имени блока в поле Name (Имя). В данном поле доступны имена всех блоков, определенных на данном чертеже или вставленных в него ранее. Если хотите вставить внешний блок, сохраненный в виде файла, или даже целый другой чертеж, то следует нажать на кнопку Browse (Обзор) и выбрать его.

В окне Insert (Вставка блока) можно также задать масштаб, в котором должен быть вставлен блок. Для этого служат три поля (X,Y,Z), объединенных в группу Scale (Масштаб). По умолчанию все они содержат значение 1, что соответствует нормальному изначальному масштабу блока. Далее можете изменить масштаб блока в любом из направлений: в горизонтальном (X), верти-

кальном (Y) и т. д. Кроме того, в поле Angle (Угол) можете задать угол, на который должен быть повернут блок при вставке.

Закончив выбор блока, нажмите кнопку <<ОК>> и укажите точку на чертеже, в которую должен быть вставлен блок. На этом описание вставки можно считать законченным. Однако есть пара моментов, о которых стоит еще сказать. По умолчанию точку вставки блока будете задавать щелчком мыши на чертеже. Об этом говорит флажок Specify OnScreen (Указать на экране) в области Insertion Point (Точка вставки) диалогового окна Insert (Вставка блока). Блок будет вставлен таким образом, чтобы его базовая точка совместилась с указанной вами точкой. Однако можете задать точку вставки и непосредственно координатами. Для этого нужно выключить вышеуказанный флажок и ввести координаты в расположенные ниже поля X, Y, Z.

И еще об одной важной настройке окна Insert (Вставка блока) следует упомянуть – это флажок Explode (Расчленить). Если его установить, то после вставки блок будет автоматически разбит на составляющие его объекты. Разбить блок на составляющие объекты можно и потом, после вставки. Для этого следует использовать команду Explode (Расчленить), которой соответствует пиктограмма Ф на вкладке Главная или на панели инструментов Modify (Редактировать). После этого останется щелчком мыши указать блок, и он будет разбит на составляющие.

Чтобы блок можно было использовать впоследствии на других чертежах, желательно сохранить его в виде файла. В AutoCAD это можно сделать, введя в командную строку команду `_wblock` (или ПБЛОК) и нажав на клавишу <<Enter>>. В результате на экране появится окно Write Block (Запись блока на диск). Большинство настроек этого окна повторяет настройки окна Block Definition (Определение блока).

Вверху окна Write Block (Запись блока на диск) вы должны указать источник (Source) для записи в файл. Это может быть:

Block (Блок) – в этом случае можете выбрать один из имеющихся на чертеже блоков для его сохранения в файл. Имя блока можно выбрать в расположенном рядом списке;

Entire drawing (Весь чертеж) – под определенным именем будет сохранен весь чертеж. Эта операция идентична операции File (Файл)→Save As (Сохранить как);

Objects (Объекты) – выбор этой опции позволит выбрать на чертеже объекты, задать для них базовую точку и сохранить их в файл в виде блока. В общем, все то же самое, что и при создании нового блока, только он сохранен будет в виде файла. Имя файла и папка, куда будет произведено сохранение, задаются в поле File Name (Имя файла и путь). Задайте нужные настройки, нажмите на кнопку <<ОК>>, и блок (либо целый чертеж) будет сохранен в указанном файле.

## Тема 12. Эскизы

Черчение на основе примитивов – дело, конечно, удобное. Но иногда возникает необходимость от руки нарисовать какую-нибудь линию. Во всех графических редакторах такая возможность имеется. Есть ли она в AutoCAD? Оказывается, да, имеется. Для вычерчивания линий от руки (так называемых эскизных линий) в AutoCAD используется команда Sketch (Эскиз). Вызвать ее можно из командной строки, введя \_Sketch (или Эскиз). После запуска команды появится запрос, в котором перечисляются текущие установки команды, которые можно изменить с помощью опций, приведенных в квадратных скобках:

Type = Lines Increment = 1.0000 Tolerance 0.5000

Specify sketch or [Type/Increment/tolerance]:

(Тип = Линии Приращение = 1.0 00 0 Допуск = 0.5 00 0

Задайте эскиз или [Тип/Приращение/Допуск])

Шаг приращения указывает длину маленьких отрезков, из которых будет состоять построенная линия. Дело в том, что, когда вы строите произвольную линию от руки, она целиком не может восприниматься AutoCAD, поскольку все

чертежи являются векторными файлами, то есть все линии в нем хранятся в виде формул.

Для нарисованной от руки линии формулы нет. Поэтому AutoCAD автоматически для себя разбивает ее на множество маленьких отрезков, для которых он может подобрать формулу. При этом вся линия воспринимается как единый объект, однако в памяти компьютера она хранится как множество связанных маленьких отрезков. Кстати говоря, именно поэтому стоит как можно меньше использовать эскизных линий в своих чертежах – в противном случае чертежи будут занимать очень много места на жестком диске. Вместо эскизных линий старайтесь использовать полилинии, сплайны и т.д.

Далее наведите указатель мыши на начало будущей линии и щелкните левой кнопкой мыши. После этого любое движение мыши будет отражаться в виде линии. Чтобы закончить рисование текущей линии, еще раз щелкните левой кнопкой мыши. Таким же образом можно построить любое количество линий за один сеанс работы с командой Sketch (Эскиз).

### **Тема 13. Основные принципы создания сборок**

Чтобы отобразить невидимую в данный момент панель, следует щелкнуть правой кнопкой мыши по любой видимой панели и в раскрывшемся списке выбрать название нужной панели. Убрать ненужную панель с экрана можно, проделав то же самое еще раз. При этом в появляющемся списке отображенные в данный момент панели будут отмечены галочками.

Система AutoCAD позволяет удалять ненужные кнопки с панелей инструментов и добавлять на них новые кнопки. Более того, в AutoCAD существует возможность создания своих собственных панелей. Итак, чтобы удалить кнопку с видимой панели, следует:

1. Вызвать диалоговое окно Customize User Interface (Настройка интерфейса пользователя). Сделать это можно из строки меню Tools (Сервис)→Customize (Адаптация)→Interface (Интерфейс) или введя в командную строку

\_cui и нажав <<Enter>>. Либо можно нажать кнопку Пользовательский интерфейс на вкладке Управление ленты инструментов.

2. Далее в верхнем левом древовидном списке Customization in All CUI Files (Адаптация в Все файлы НПИ) раскройте перечень панелей. Найдите нужную панель и раскройте список содержащихся на ней команд, щелкнув по значку плюса рядом с ней.

3. В списке команд панели щелкните правой кнопкой мыши по той команде, значок которой вы хотите удалить с панели. В появившемся контекстном меню выберите команду Delete (Удалить), и кнопка будет удалена.

Добавить кнопку на панель инструментов можно следующим образом:

1. В любом случае сначала необходимо вызвать диалоговое окно Customize User Interface (Настройка интерфейса пользователя).

2. Далее в верхнем левом древовидном списке Адаптация во Все файлы НПИ (Customization in All CUI Files) раскройте перечень панелей.

3. В списке команд найдите команду, которую вы хотите поместить на какую-либо панель, и мышкой перетащите ее на название панели в верхнем списке. При этом рядом с панелью при перетаскивании на нее команды должен справа появиться синий треугольник.

Создание своей новой панели инструментов

Помимо того, что можно изменять состав существующих панелей, в AutoCAD 2012 можно создать свою собственную новую панель и поместить на нее все, что сочтете нужным.

Для создания новой панели необходимо вызвать диалоговое окно Настройка интерфейса пользователя (Customize User Interface), щелкнуть правой кнопкой мыши по разделу Toolbars (Панели) и в появившемся контекстном меню выбрать Create (Создать)→Toolbar (Панель).

В верхней строке этого окна введите имя новой панели и нажмите на кнопку <<ОК>>. После этого панель с указанным именем будет создана и отображена на экране. При этом на ней изначально не будет ни одной кнопки. До-

бавить кнопки на новую панель можно по сценарию, расписанному в предыдущем пункте.

## **Тема 14. Оформление чертежей**

Система AutoCAD позволяет размещать на чертежах растровые изображения – фотографии и прочие картинки. Благодаря этому существует возможность создания красиво оформленных чертежей, на которых, например, помимо собственно чертежа какого-либо объекта размещается и его фотография. В AutoCAD поддерживаются следующие форматы растровых изображений: BMP; GIF; JPEG; PNG; PCX; TARGA, TGA; TIFF (с использованием LZW-сжатия); PICT, FLIC, CALS-1.

Чтобы вставить изображение в чертеж, следует из строки меню выбрать Insert (Вставка)→Raster Image (Растровое изображение) или ввести в командную строку `_imageattach` (ИЗОБ). В результате появится диалоговое окно Select Reference File (Выбор файла ссылки); в нем вы сможете указать файл изображения, которое хотите вставить в чертеж. В результате увидите в области Preview (Образец) выбранное изображение в уменьшенном виде.

Для изменения текущего цвета производимых построений используется раскрывающийся список Color Control (Цвета), расположенный на вкладке Главная ленты инструментов в группе Свойства (Properties).

Выбрать определенный тип линии построения можно в раскрывающемся списке Linetype Control (Тип линии) на вкладке Главная ленты инструментов в группе Properties (Свойства). Если нужного типа в раскрывающемся списке не найдете, то в этом случае выберите значение Other (Другой). В результате будет открыто диалоговое окно Linetype Manager (Диспетчер типов линий).

Толщину линии (ее иногда в AutoCAD называют еще весом линии) можно задать в раскрывающемся списке Lineweight Control (Вес линии) на вкладке Главная ленты инструментов в группе Properties (Свойства).

Для удобства и эффективности работы в системе AutoCAD предусмотрено использование так называемых слоев. Каждый слой представляет собой как

бы прозрачную пленку, накладываемую на белый лист чертежа. Все вычерчивание объектов производится на этих слоях. При наложении слоев друг на друга и получается окончательный чертеж.

В AutoCAD принято объекты одного типа размещать на отдельном слое. Например, возможна такая разбивка на слои в архитектурном чертеже:

- слой стен и несущих строительных конструкций. Также на этом слое вычерчиваются двери и окна;
- слой для размеров, а также различных надписей (заголовков, поясняющего текста);
- слой водопроводной сети и сантехнического оборудования;
- слой электротехнической сети;
- слой теплотехнической сети;
- возможен еще слой с расположением мебели.

Прежде чем обсудить особенности использования слоев, необходимо ознакомиться с тем, какие операции можно с ними осуществлять. Итак, о слоях надо знать следующее:

1. Каждый слой в AutoCAD имеет свое персональное имя.
2. Для каждого слоя можно установить свой цвет, тип и толщину линии.
3. Можно управлять видимостью слоев, то есть любой из слоев можно сделать видимым или невидимым.
4. Для каждого слоя можно установить свои параметры печати.
5. Можно заблокировать слой, и тогда все объекты, расположенные на нем, будут защищены от корректировки

Основной командой работы со слоями является команда Layer (Слой). Она выводит на экран специальное диалоговое окно LayerProperties Manager (Диспетчер свойств слоев), в котором сможете, как настроить/изменить параметры существующих слоев, так и создать, и настроить параметры новых слоев. Вызвать команду Layer (Слой) можно любым из стандартных способов:

– из строки меню выполнить команду Format (Формат)→Layer (Слой);  
щелкнуть мышкой по кнопке на панели инструментов Слои (Layers) или на вкладке Главная ленты инструментов (в группе Слои);

– ввести в командную строку: `_layer` (или СЛОЙ).

Созданные в AutoCAD чертежи можно распечатывать на устройствах двух типов: принтерах и плоттерах. С принтером, если он у вас уже настроен в Windows (установлены соответствующие драйвера), никаких дополнительных настроек для AutoCAD не нужно. Он сразу же будет готов к печати. Если же вы являетесь обладателем плоттера, то после подключения его к компьютеру он требует специальной установки. Для этого в AutoCAD предусмотрен специальный Мастер Установки Плоттеров. Этот мастер можно вызвать из строки меню Tools (Сервис)→Wizards (Мастера)→Add Plotter (Установки плоттеров). Далее, отвечая на вопросы мастера, вы произведете настройку вашего плоттера.

Чтобы распечатать чертеж большого формата (например, A1) на листах A4, следует воспользоваться опцией Window (Рамка) в списке What to plot (Что печатать) окна Plot (Печать). Выбрав ее, вы с помощью мыши или вводом координат в командную строку сможете задать прямоугольную область чертежа, которую следует вывести на печать. Напечатав один фрагмент чертежа, задайте следующий и так далее, пока не распечатаете весь чертеж.

Нанесение размеров на изометрические чертежи сопряжено с определенными трудностями. Основные трудности связаны с простановкой горизонтальных размеров. Вертикальные размеры практически никаких «подводных камней» не имеют и наносятся так же, как и было описано выше. А для горизонтальных размеров придется создать два текстовых стиля:

1) текстовый стиль с углом наклона  $30^\circ$  – для нанесения размеров с левой стороны объектов;

2) текстовый стиль с углом наклона  $-30^\circ$  – для нанесения размеров с правой стороны объектов.

Далее следует создать два размерных стиля, один из которых будет использовать «левый» текстовый стиль, а второй – «правый» текстовый стиль.

Для простановки размеров следует использовать технологию простановки параллельных размеров. После простановки размеров следует повернуть выносные линии таким образом, чтобы они соответствовали изометрическому режиму:

– выносные линии «левых» и вертикальных размеров должны быть повернуты на  $30^\circ$ ;

– выносные линии «правых» размеров на  $-30^\circ$ .

Таковы особенности нанесения размеров в изометрическом режиме.

## 2. ПРАКТИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

### 2.1. План практических работ

– Простые геометрические примитивы и способы их построений в системе AutoCAD. Построение криволинейных примитивов.

– Построение составных геометрических примитивов в системе AutoCAD 2D.

– Пользовательские координатные системы AutoCAD и работа в них. Применение в проектировании МСК и ПСК.

– Способы построения и редактирования составного примитива – полилинии в системе AutoCAD.

– Средства редактирования для изменения геометрии объектов в системе AutoCAD.

– Комплексные средства редактирования изображений примитивов в системе AutoCAD.

– Сплаины, контура и области в системе AutoCAD.

– Размеры, тексты и их редактирование в системе AutoCAD. Простановка размеров на чертеже.

– Средства структуризации примитивов в блоки. Создание блоков в системе AutoCAD.

– Построение эскиза в системе AutoCAD.

– Построение чертежа 3D-объекта.

– Основные принципы создания сборок в системе AutoCAD.

– Оформление чертежей в системе AutoCAD и подготовка их к печати.

***Практическое занятие № 1. Простые геометрические примитивы и способы их построений в системе AutoCAD. Построение криволинейных примитивов***

*Цель занятия:* Изучить инструменты системы AutoCAD, технологию построения примитивов и методы построения криволинейных примитивов.

*Вопросы, изучаемые на практическом занятии*

Вход в систему AutoCAD. Построение отрезков.

Построение окружности, дуги, сплайна.

Применение различных методов задания координат.

Режимы полярной привязки и отслеживания.

Построение отрезков в режиме динамического ввода.

*Контрольные вопросы*

Как активизировать панели инструментов?

Какие способы задания координат существуют в системе AutoCAD?

В чём отличие отрезка от линии?

Что такое абсолютные и относительные координаты?

Каково назначение опций CONTINUE, CLOSE, UNDO?

Какие способы задания точек геометрических примитивов существуют в системе AutoCAD?

Какой формат обращения используется для построения эллипса?

Каково назначение опций команды ARC?

## ***Практическое занятие № 2. Построение составных геометрических примитивов в системе AutoCAD 2D***

*Цель занятия:* Научиться строить составные примитивы.

*Вопросы, изучаемые на практическом занятии*

Построение сложных примитивов.

Использование полилинии.

Режимы GRID (СЕТКА), ORTHO (ОРТО).

*Контрольные вопросы*

Какова структура команды Pline (Полилиния)?

Какие действия выполняет команда Polygon?

Что означает режим Grid Snap (шаговая привязка)?

Что означает режим OSNAP (ПРИВЯЗКА)?

### ***Практическое занятие № 3. Пользовательские координатные системы AutoCAD и работа в них. Применение в проектировании МСК и ПСК***

*Цель занятия:* Научиться применять МСК и ПСК при проектировании в системе AutoCAD.

*Вопросы, изучаемые на практическом занятии*

Установка МСК и ПСК.

Ввод координат с клавиатуры.

Метод относительных прямоугольных координат.

Метод полярных и относительных полярных координат.

*Контрольные вопросы*

Какая разница между МСК и ПСК?

Каков синтаксис структуры задания относительных координат?

Что такое координатная сетка и как её использовать?

Что такое динамическое изображение ввода?

### ***Практическое занятие № 4. Способы построения и редактирования составного примитива – полилинии в системе AutoCAD***

*Цель занятия:* Изучить способы построения полилинии.

*Вопросы, изучаемые на практическом занятии*

Построение и использование полилиний (PLINE).

Базовая методика построения полилиний.

Построение дуги в составе полилинии.

*Контрольные вопросы*

Какой командой вызывается полилиния?

Какими способами можно вызвать полилинию?

Какие опции имеет команда полилиния?

### ***Практическое занятие № 5. Средства редактирования для изменения геометрии объектов в системе AutoCAD***

*Цель занятия:* Изучить на практике средства редактирования объектов.

*Вопросы, изучаемые на практическом занятии*

Методы выполнения команд редактирования.

Выбор (выделение) объектов. Специальные способы выбора объектов.

Копирование, перемещение и поворот объектов чертежа.

Создание упорядоченной группы одинаковых объектов чертежа. Команда Array (Массив).

*Контрольные вопросы*

Что такое метод Рамки (Window) и метод Секущей рамки (Crossing Window)?

Как изменить размер прицела выделения?

Как вызвать команды Copy (Копировать) и Move (Перенести)?

Как осуществить поворот объекта с помощью команды Rotate (Поворот)?

Как работают команды Array (Массив) и Offset (Подобие)?

Как работает технология построения (снятия) фасок?

Для чего нужна Команда Fillet (Сопряжение)?

***Практическое занятие № 6. Комплексные средства редактирования изображений примитивов в системе AutoCAD***

*Цель занятия:* Научится применять при создании объекта комплексные средства редактирования.

*Вопросы, изучаемые на практическом занятии*

Команды преобразования объектов.

Удлинение объектов. Команда Extend (Удлинить).

Команда Lengthen (Увеличить).

Увеличение длин отрезков и дуг.

Растягивание объектов и групп объектов. Команда Stretch (Растянуть).

Разрыв объектов. Команда Break (Разорвать).

*Контрольные вопросы*

Что такое Разрывы, и в каких случаях они используются?

Что такое Разметка, и в каких случаях она используется?

Какие различие в работе команд Measure (Разметить) и Divide (Поделить)?

Как выполнить редактирование полилиний и мультилиний?

В чем отличие команд PEdit (Полред) и Mledit (Млред)?

### ***Практическое занятие № 7. Сплайны, контура и области в системе AutoCAD***

*Цель занятия:* Изучить построение сплайна, контура и области

*Вопросы, изучаемые на практическом занятии*

Сплайны (Spline), их построение и использование.

Объект «коррекционное облако».

Создание мультилинии.

*Контрольные вопросы*

Что такое сплайн?

Как применяется объект «коррекционное облако»?

Что позволяет выполнить поле Смещение (Offset)?

Как работает команда Boundary (Контур)?

### ***Практическое занятие № 8. Размеры, тексты и их редактирование в системе AutoCAD. Простановка размеров на чертеже.***

*Цель занятия:* Научиться проставлять размеры и использовать текстовые надписи на чертеже AutoCAD

*Вопросы, изучаемые на практическом занятии*

Работа с однострочным и с многострочным текстом.

Панель инструментов Text Formatting (Форматирование текста).

Контекстное меню текстового редактора.

Нанесение размеров. Изменение размерного стиля. Изменение расположения текста размера.

*Контрольные вопросы*

Как используются команды Dtext (Текст) и Mtext (Мтекст)?

Какие опции применяются для выравнивания строк текста?

Как изменить стиль текста?

Как использовать элементы управления Stack (Создать стопу) и Use ruler (Использовать линейку)?

Как работает команда Leader (Выноска)?

Какая технология применяется для изменения размерного стиля?

Как исправить размеры с помощью ручек?

### ***Практическое занятие № 9. Средства структуризации примитивов в блоки. Создание блоков в системе AutoCAD***

*Цель занятия:* Научиться создавать и редактировать блоки

*Вопросы, изучаемые на практическом занятии*

Технология создания блоков. Структура команд.

Вставка блока. Переопределение блока. Динамический блок.

Создание атрибута и включение его в блок.

Редактирование атрибута блока.

*Контрольные вопросы*

Что такое блоки и зачем они нужны?

Как создаются блоки?

Какие действия можно производить над блоками?

Что такое атрибуты блока и зачем они нужны?

Как создать блок с атрибутом?

Как редактировать атрибуты блока?

### ***Практическое занятие № 10. Построение эскиза в системе AutoCAD***

*Цель занятия:* Научиться строить эскизы

*Вопросы, изучаемые на практическом занятии*

Создание эскизов.

Алгоритм прорисовывания чертежа на экране.

Методика использования шаблонов.

*Контрольные вопросы:*

Что такое эскиз чертежа?

Какова технология создания эскиза?

Как проставлять размеры эскиза?

### ***Практическое занятие № 11. Построение чертежа 3D-объекта***

*Цель занятия:* Изучить методы построения примитивов в системе 3-D

*Вопросы, изучаемые на практическом занятии*

Создание поверхностей

Создание плоских поверхностей

Создание 3D-модели вращением 2D-профиля

Создание 3D-геометрии с помощью сдвига

Создание 3D-поверхности выдавливанием 2D-профиля

*Контрольные вопросы:*

Переход в режим 3D-геометрии

Панель построения 3D-объектов

Размеры в 3D-проектировании

### ***Практическое занятие № 12. Основные принципы создания сборок в системе AutoCAD***

*Цель занятия:* Научиться создавать сборки

*Вопросы, изучаемые на практическом занятии*

Задачи и методика использования внешних ссылок.

Вставка внешних ссылок.

Манипулирование внешними ссылками.

Диспетчер внешних ссылок.

*Контрольные вопросы*

Как вызвать Диспетчер внешних ссылок?

Как вставить внешнюю ссылку?

Как выбрать внешнюю ссылку для редактирования?

Как сохранять изменения?

***Практическое занятие № 13. Оформление чертежей в системе AutoCAD и подготовка их к печати***

*Цель занятия:* Изучить этапы оформления чертежа для печати

*Вопросы, изучаемые на практическом занятии*

Подготовка чертежа к печати.

Выбор и настройка печатающего устройства.

Настройка параметров листа бумаги.

Предварительный просмотр чертежа перед печатью. Печать чертежа.

*Контрольные вопросы*

Как задать область выводимого рисунка?

Как изменить режимы вывода рисунка?

Как создать плоттерный файл?

Для чего предназначен плоттерный файл?

Каково назначение опции Fit?

Как прервать вывод рисунка?

### 3. РАЗДЕЛ КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ

#### 3.1. Задания для самостоятельной работы студентов

Методические указания:

1. Работа выполняется на формате А4.
2. При выполнении чертежа использовать слои.
3. Сформировать плоский контур на экране ПК.
4. Основную надпись чертежа выполнить в "0" слое.
5. Получить «твердую» копию.
6. Защитить лабораторную работу. Ответить на вопросы.

#### 1. Геометрические примитивы

Для получения различных чертежей и рисунков используются команды построения геометрических примитивов, расположенных в главном и в экранном меню - раздел DRAW.

Команды:

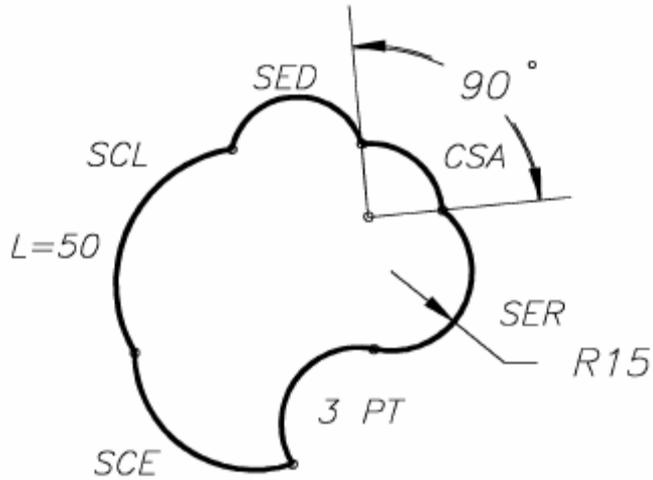
	POINT	- построение точки;
	LINE	- построение отрезка;
	ARC	- построение дуги окружности;
	CIRCLE	- построение окружности;
	ELLIPSE	- построение эллипса;
	POLYLINE	- построение линий различной толщины;
	SPLINE	- построение сплайн кривой.
	POLYGON	- построение многоугольников.

Задание:

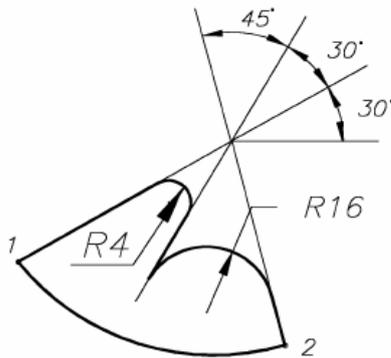
1. Построить прямоугольник ABCD с координатами в точках A(100,130), B(140,210), C(210,175), D(170,95), где AB = 89 мм, BC = 78 мм (формат А3):
  - а) через абсолютные декартовы координаты;
  - б) через относительные декартовы координаты;
  - в) через относительные полярные координаты;
  - г) указание точек графическим курсором.
2. Построить квадрат ABCD, где координаты точки A (170,100) и AB = 80 мм, повернутого на 30 тремя способами:

- а) через абсолютные декартовы координаты;
- б) через относительные декартовы координаты;
- в) через относительные полярные координаты.

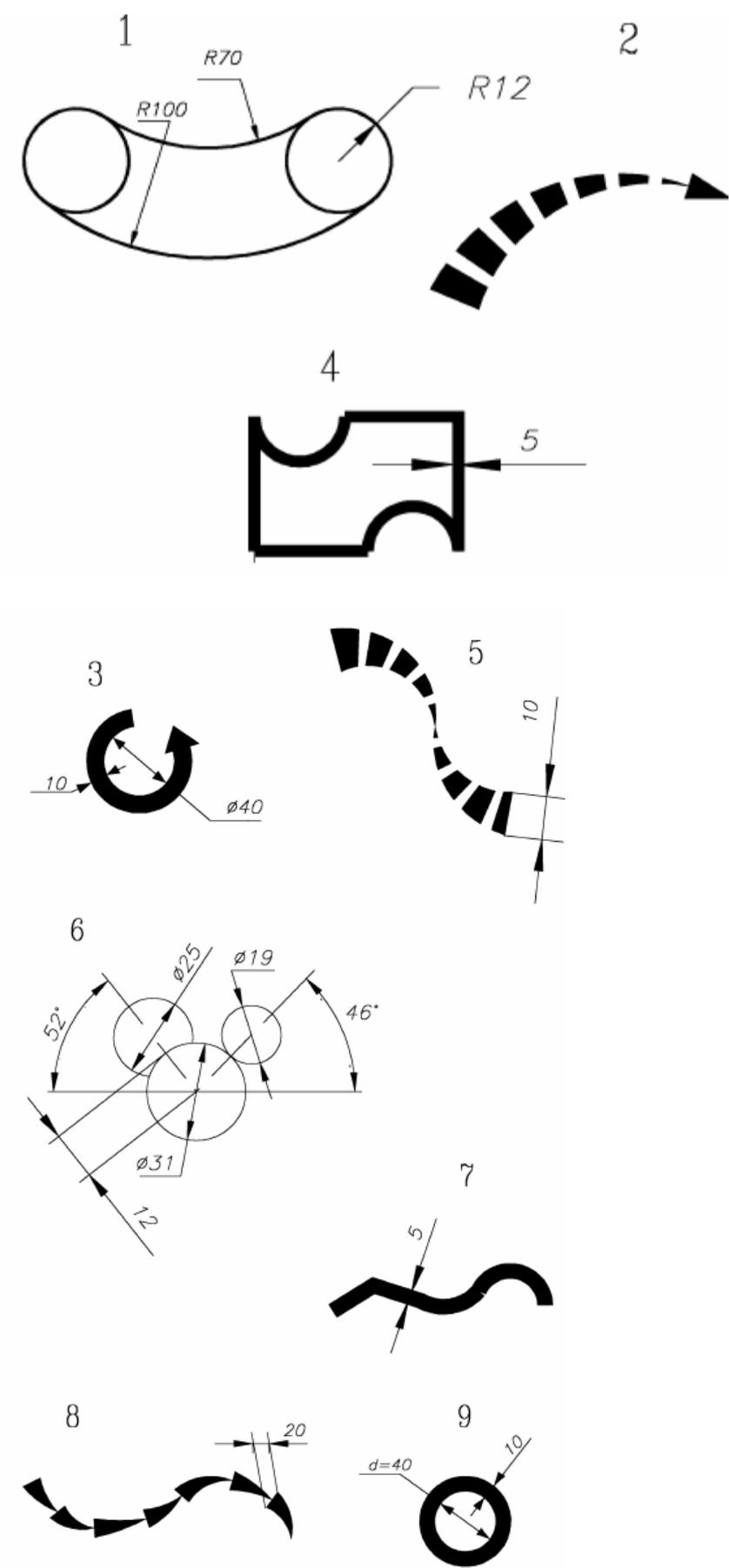
3. Построить контур детали, используя 5 опций команды ARC.



4. Построить фигуру, используя команды LINE, ARC, CIRCLE, где заданы координаты точек 1 и 2, углы А и В и радиусы R1 и R2.



5. Построить следующие девять фигур двумя способами.

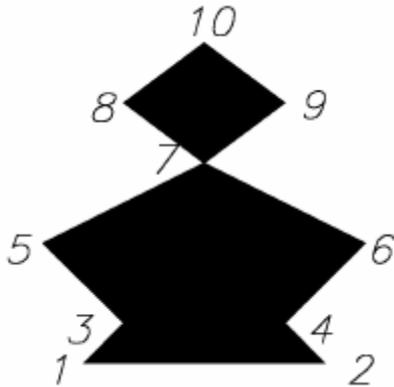


6. Построить 8-угольник с центром в т.О (220,170) вписанный в окружность  $R = 90$  мм.

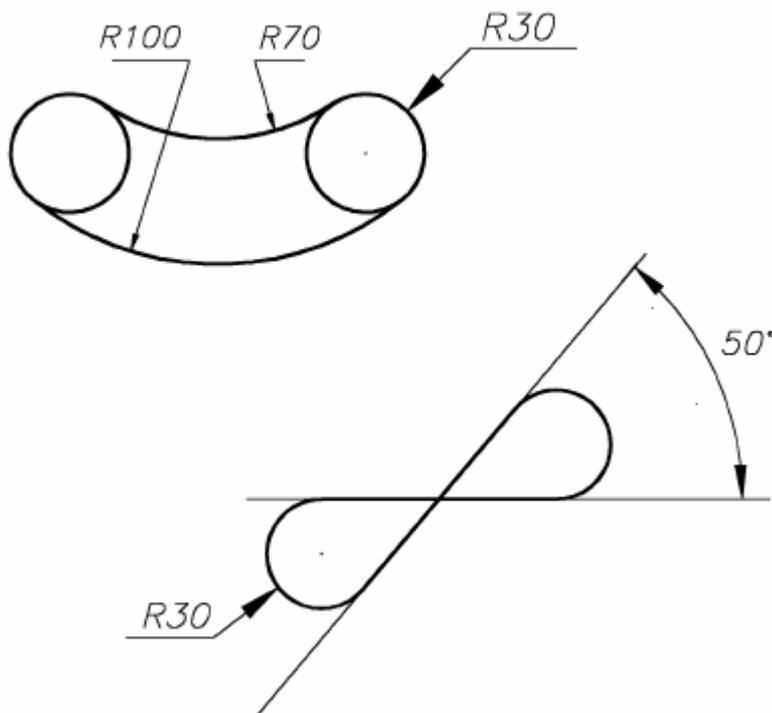
7. Построить 12-угольник по заданному центру т.О (220,150) и радиусу описанной окружности  $R = 85$  мм.

8. Построить закрашенный круг  $d = 100$  мм.

9. Построить закрашенную фигуру тремя способами.



10. Построить сопряжение и определить координаты точек сопряжения.



Вопросы:

1. Назначение опций CONTINUE, CLOSE, UNDO.
2. Способы задания точек геометрических примитивов.
3. Формат обращения для построения эллипса.
4. Возможности команды POLYLINE.
5. Назначение опций команды ARC.

## 2. Установка режимов рисования

Задание режимов рисования осуществляется через команды раздела Format и Tools\Drawing Aids главного меню. Ниже приведены команды и диалоговые окна в той последовательности, которые удобны для установки режимов рисования.

Команды и диалоговые окна:

LIMITS - задание области чертежа;

UNITS - задание единиц измерения, формата и точности представления чисел и значений углов;

SNAP – задание привязки к координатной сетке (F9);

GRID - задание точечной сетки (F7);

ORTHO – установка режима рисования линий параллельных осям координат (F8);

Modify Layer - задание текущих свойств слоя.

Задание:

1. Создать формат размером 300 на 150 мм.
2. Установить шаговую привязку по осям  $X, Y = 7$  мм, точечную сетку с размерами по оси  $X = 20$  мм,  $Y = 10$  мм.
3. Установить точность измерений - 2 знака после запятой.
4. Задать коэффициент масштабирования линий - 10.
5. Создать слой под именем TEST зеленого цвета, тип линии -DIVIDE.

Вопросы:

1. Что является признаком диалогового окна?
  2. Как перейти в режим изометрии?
  3. Как загрузить ограниченное число типов линий?
  4. Назначение опции Frozen.
  5. Назначение функциональных клавиш в AutoCADe.
3. Объектная привязка

При вводе координат точек можно использовать характерные точки, связанные с геометрией объектов и такой способ ввода координат точек называется

ся объектной привязкой (OSNAP). Режимы объектной привязки устанавливаются командой Tools\Object Snap Settings.. в главном меню, а также объектную привязку можно вызвать в экранном меню с подменю \*\*\*\*.

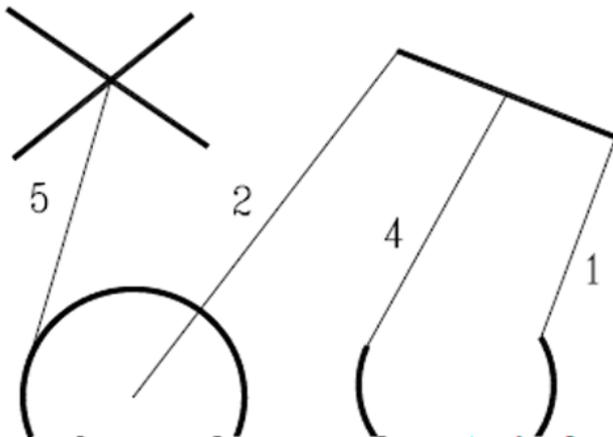
Режимы объектной привязки:

	ENDpoint	- привязка к ближайшей конечной точке линии, дуги или границы области;
	MIDpoint	- привязка к средней точке дуги или линии;
	INTersection	- привязка к точке пересечения двух графических примитивов;
	PERpendicular	- привязка к точке на графическом примитиве, которая образует с последней точкой нормаль к этому объекту;
	TANgent	- привязка к точке на дуге или окружности, которая с последней точкой образует касательную;
	CENTER	- привязка к центру окружности, дуги или эллипса. (при этом необходимо указать объект);
	QUADRANT	- привязка к ближайшей точке квадранта дуги, окружности или эллипса;
	NEAREST	- привязка к ближайшей точке на графическом примитиве к позиции перекрестья;
	NODE	- привязка к точке (POINT);
	INSERTION	- привязка к точке вставки текста, атрибута или блока;
	APPARENT Intersection	- привязка к точке предполагаемого пересечения;
	QUICK	- быстрый способ выбора объекта привязки;
	NONE	- отмена «постоянной» привязки;
	Tracking	- отслеживание. Привязка, которая для ввода точки использует одну или несколько промежуточных точек;
	From	- привязка, которая устанавливает временную точку ссылки, как базовую для определения очередной точки;
	OSNAP	- команда установки «постоянной» привязки.

Задание:

1. Соединить правый конец дуги с концом отрезка.
2. Провести прямую через центр окружности и конец отрезка.
3. Провести касательную к окружности и дуге.
4. Провести линию из левого конца дуги к середине отрезка.

5. Провести прямую проходящую через точку пересечения прямых и касательную к окружности.



Вопросы:

1. Является объектная привязка командой?
2. Для чего в названии объектной привязки первые три буквы написаны прописными буквами?
3. Чем отличается постоянная привязка от временной?
4. Какой приоритет имеет временная привязка?
5. Каким образом можно изменить размер маркера привязки?
6. Для чего используется режим автоматической привязки?

### 3.2. Примерный перечень вопросов к зачету

Интерфейс программы AutoCAD.

Загрузка новых панелей инструментов.

Способы построения отрезков.

Прямоугольная декартовая и полярная системы координат.

Режимы полярной привязки и отслеживания.

Построения в режиме динамического ввода.

Увеличение и уменьшение изображения.

Перемещение изображения относительно экрана.

Сохранение видов.

Использование разовой объектной привязки.

Использование текущей объектной привязки и ее настройка.

Черчение с применением режимов объектного отслеживания.

Совместное использование режимов объектного и полярного отслеживания.

Способы построения окружностей.

Способы построения дуг окружностей.

Точки, деление отрезка, дуг, полилиний на равные части и на части заданной длины.

Способы построения полилиний.

Способы построения правильных многоугольников.

Способы построения прямоугольников.

Способы построения кольца.

Мультилинии.

Сплайны и способы их построения.

Прямая и луч.

Эллипс.

Облако.

Округления.

Фаски.

Обрезка и удлинение объектов.

Копирование объектов.

Создание массива объектов.

Поворот объекта.

Зеркальное отображение объекта.

Масштабирование объектов.

Растягивание объектов.

Копирование объектов.

Создание и удаление разрывов.

Правка с помощью ручек.

Управление слоями.

Управление свойствами объектов.

Настройка параметров чертежа.

Создание однострочного текста.

Создание многострочного текста.

Установка размеров объектов.

Размерные стили.

## **4. ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЙ РАЗДЕЛ**

### **4.1. Учебная программа**

Частное учреждение образования  
«Институт современных знаний имени А.М.Широкова»

УТВЕРЖДАЮ

Ректор Института современных знаний  
имени А.М.Широкова

\_\_\_\_\_ А.Л. Капилов

30.06.2016

(дата утверждения)

Регистрационный № УД-02-306/уч.

### **КОМПЬЮТЕРНАЯ ГРАФИКА**

Учебная программа учреждения высшего образования

по учебной дисциплине для специальности:

1-19 01 01 Дизайн (по направлениям), направление специальности

1-19 01 01- 02 Дизайн (предметно-пространственной среды)

2017

Учебная программа составлена на основе образовательного стандарта ОСВО 1-19 01 01-2013 и учебного плана Института современных знаний имени А. М. Широкова по направлению специальности 1-19 01 01-02 Дизайн (предметно-пространственной среды).

**СОСТАВИТЕЛЬ:**

В.Ф. Слепцов, заведующий кафедрой высшей математики и информатики Института современных знаний имени А.М.Широкова

**РЕЦЕНЗЕНТЫ:**

Ю.В. Виланский, ведущий инженер-программист отдела научно-технических разработок и системного сопровождения проектов научно-производственного частного унитарного предприятия «ТЕТРАЭДР», к.т.н., доцент

В.В. Захаров, доцент кафедры интеллектуальных информационных технологий Белорусского государственного университета информатики и радиоэлектроники, кандидат технических наук

**РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:**

Кафедрой высшей математики и информатики Института современных знаний имени А.М. Широкова (протокол № 12 от 28 июня 2017 года);

Научно-методическим советом Института современных знаний имени А.М. Широкова (протокол № 5 от 29 июня 2017 года)

## ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Дисциплина «Компьютерная графика» направлена на формирование у обучающихся базовых знаний по использованию систем автоматизированного проектирования как инструмента для эффективного решения специализированных задач, возникающих при дизайн-проектировании. Программа дисциплины строится на базе использования системы AutoCAD для создания двух- и трехмерных графических объектов, конструкторских и технологических схем и чертежей для решения задач дизайн-проектирования.

Цель дисциплины – сформировать у студентов знания о возможностях использования системы автоматизированного проектирования и черчения AutoCAD для решения проектных задач и научить базовым приемам работы в ней.

Задачи дисциплины:

ознакомить с основными возможностями системы AutoCAD, а также специализированных приложений на ее основе;

обеспечить знание базовых понятий и терминологии систем автоматизированного проектирования и черчения;

обучить принципам создания графических объектов, конструкторских и технологических схем и чертежей в системе AutoCAD;

сформировать базовые навыки 2D- и 3D моделирования в системе AutoCAD.

Учебная дисциплина «Компьютерная графика» входит в цикл специальных дисциплин компонента учреждения высшего образования и связана с дисциплиной «Компьютерные технологии в дизайн-проектировании».

Дисциплина должна дать будущему специалисту знания по использованию современных систем компьютерной графики, на примере системы автоматизированного проектирования и черчения, как инструмента для эффективного решения специализированных задач, возникающих при дизайн-проектировании предметно-пространственной среды. Полученные знания и навыки создадут основу для компьютерного проектирования интерьеров и экстерьеров и будут ис-

пользованы при изучении дисциплины «Дизайн-проектирование», при выполнении курсовых и дипломного проекта, а также в дальнейшей работе по специальности.

Изучение дисциплины «Компьютерная графика» должно обеспечить формирование

академических компетенций:

АК-1 владеть базовыми научно-теоретическими знаниями в области художественных, научно-технических, общественных и практических задач профессиональной деятельности;

АК-4 уметь работать самостоятельно;

АК-7 иметь навыки использования современных технических средств обработки графической информации;

АК-9 уметь учиться, быть расположенным к постоянному повышению профессиональной квалификации;

социально-личностных компетенций:

СЛК-1 обладать зрелым гражданским сознанием;

СЛК-2 совершенствовать и развивать свой интеллектуальный и общекультурный уровень, повышать проектно-художественное мастерство;

СЛК-3 обладать способностью к межличностным коммуникациям и социальному взаимодействию;

СЛК-7 уметь работать в коллективе;

профессиональных компетенций:

ПК-1 владеть методологией дизайн-проектирования;

ПК-3 формировать выразительное образное решение объекта средствами компьютерного моделирования;

ПК-11 анализировать композиционные, конструктивные, технологические, эргономические и колористические решения продуктов дизайн-деятельности;

ПК-12 анализировать результаты собственных дизайн-решений;

ПК-13 планировать работу над дизайн-проектом и аргументировано защищать ее результаты;

ПК-14 вести проектную, деловую и отчетную документацию по установленным формам.

В результате изучения дисциплины студенты должны:

знать:

основные понятия компьютерной графики и систем автоматизированного проектирования и черчения;

принципы создания чертежей средствами компьютерной графики и систем автоматизированного проектирования и черчения;

принципы создания трехмерных изображений в системах автоматизированного проектирования;

базовые приемы архитектурно-пространственного моделирования проектов с использованием систем автоматизированного проектирования;

уметь:

создавать графические объекты, конструкторские и технологические схемы и чертежи в системе AutoCAD;

создавать двумерные и трёхмерные модели архитектурных объектов в системе AutoCAD;

осуществлять обмен данными между различными программными средствами компьютерной графики и системами автоматизированного проектирования и черчения;

владеть:

методами компьютерной обработки графической информации;

компьютерными технологиями как средством визуализации проектной концепции дизайнера;

средствами экспорта и импорта графических файлов;

методами оптимизации при решении задач проектирования и черчения в системах автоматизированного проектирования;

навыками выбора системы для проектирования объектов согласно дизайнерской идеи.

Основными формами аудиторной учебной работы являются лекционные и практические занятия. Однако отличительной особенностью данной программы является усиление роли и значимости самостоятельной работы.

В соответствии с учебным планом для специальности 1-19 01 01 Дизайн (по направлениям), направление специальности 1-19 01 01-02 Дизайн (предметно-пространственной среды) данная дисциплина изучается на втором курсе в четвертом семестре. На изучение дисциплины отведено 134 часа: 60 аудиторных часов (12 часов лекций и 48 часов практических занятий) и 74 часа самостоятельной работы.

Текущая аттестация по дисциплине проводится в форме зачета.

## СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

### ***Тема 1. Основные сведения о графическом редакторе AutoCAD***

Общие правила работы в среде системы AutoCAD. Правила задания координат точек.

Правила работы в зоне командной строки. Параметры строки состояния. Правила работы с мышью.

Структура и состав графического меню системы AutoCAD.

Ввод данных в диалоговых окнах. Средства управления изображением.

### ***Тема 2. Простые геометрические примитивы и способы их построений***

Перечень простых примитивов. Способы построения отрезка, прямой, луча. Представление примитивов в базе данных системы AutoCAD.

Свойства простых линейных примитивов. Использование линейных примитивов для построения деталей дизайна пространственной среды.

### ***Тема 3. Способы построения простых криволинейных геометрических примитивов в системе AutoCAD***

Способы задания расстояний в системе AutoCAD. Способы построения окружностей. Параметры для построения дуги. Состав опций и правила ведения диалога для различных способов построения дуги.

Использование криволинейных примитивов для моделирования и конструирования пространства объекта.

### ***Тема 4. Составные геометрические примитивы***

Перечень составных геометрических примитивов системы AutoCAD для моделирования на плоскости. Свойства геометрического примитива. Команды получения справок о геометрических примитивах и их применение.

### ***Тема 5. Пользовательские координатные системы и работы в них***

Мировая система координат. Пользовательская система координат. Ориентация пользовательской системы координат в пространстве. Опции управления пользовательской системой координат. Использование координатных фильтров при построении чертежа объекта.

## ***Тема 6. Способы построения и редактирования составного примитива – полилинии***

Совокупность дуг и отрезков как один примитив. Частные случаи полилинии. Организация циклического ввода сегментов полилинии. Вершины полилинии. Способы построения полилинии.

Редактирование полилинии. Редактирование вершин полилинии. Применение полилинии при конструировании здания и сооружения.

## ***Тема 7. Средства редактирования для изменения геометрии объектов***

Средства выбора объектов. Графические способы выбора примитивов. Логические способы выбора объектов. Способы управления наборами примитивов. Редактирование изображений путем изменения положения геометрических примитивов.

Перечень команд редактирования. Масштабирование объектов. Перемещение, поворот или наклон объекта. Изменение графических параметров примитивов и их свойств. Расположение множественных копий в строгом порядке. Изменение длины незамкнутых линейных объектов. Разрывание линейного объекта. Отсечение части объекта. Удлинение до граничных кромок.

Зеркальное отображение объекта. Сопряжение примитивов. Построение фаски для двух пересекающихся отрезков.

## ***Тема 8. Комплексные средства редактирования изображений примитивов***

Описание команд редактирования. Модификация примитивов, растягивая или сжимая их до заданной точки с помощью текущей рамки. Разделение примитивов на заданное число равных частей. Деление примитивов с заданным интервалом. Построение объекта, подобного существующему объекту.

Редактирование примитива с помощью команды Ручка. Работа с режимами команды Ручка.

### ***Тема 9. Сплайны, контура и области***

Построение с помощью эскизной линии. Сплайн: определение, способы построения, аппроксимация точек сплайном. Редактирование сплайнов. Применение сплайнов для моделирования объектов мебели.

Контура, области и операции над ними. Штриховка областей.

### ***Тема 10. Размеры, тексты и их редактирование***

Размер как сложный составной примитив. Простановка размеров на изображении. Команды размерных стилей. Редактирование размеров. Текст. Редактирование текста. Нанесение размеров и надписей на чертеже.

### ***Тема 11. Средства структуризации примитивов в блоки***

Составные примитивы системы AutoCAD. Пользовательские средства структуризации. Разделение изображения по слоям. Организация примитивов в блоки. Организация графических баз данных пользователя.

### ***Тема 12. Эскизы***

Основные принципы построения эскизов. Команды эскиза. Взаимосвязи. Привязки. Создание простого эскиза. Построение линий, окружностей. Наложение взаимосвязей. Наложение зависимостей: Касательный, Коллинеарный, Равенство. Нанесение размеров. Нанесение параметрических размеров. Определение эскизов. Редактирование объектов. Зеркальное отражение. Скругления, фаски. Массивы. Использование сплайнов для построения деталей края.

Создание сложных эскизов. Создание 3D-объектов.

Создание конфигурации вручную. Создание конфигураций с помощью таблиц параметров. Редактирование конфигураций.

### ***Тема 13. Основные принципы создания сборок***

Сопряжение деталей. Стандартные сопряжения. Дополненные сопряжения. Методы создания сборок. Работа с 3D-объектами.

### ***Тема 14. Оформление чертежей***

Основные принципы оформления чертежей. Постановка размеров. Изменение размеров. Редактирование основной надписи. Печать чертежа.

## УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов					Самостоятельная работа студентов	Форма контроля знаний
		лекции	практические занятия	семинарские занятия	лабораторные занятия	Иное		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Основные сведения о графическом редакторе AutoCAD	1					4	
2	Простые геометрические примитивы и способы их построений (2D и 3D)	1	4				4	dwg-файлы с чертежами AutoCAD, выполненными согласно заданиям практикума и заданиям для самостоя- тельной работы.
3	Способы построения простых криволинейных геометрических примитивов в системе AutoCAD		2				6	
4	Составные геометрические примитивы	2	4				6	
5	Пользовательские координатные системы и работы в них	1	2				4	
6	Способы построения и редактирования составного примитива – полилинии	1	4				6	
7	Средства редактирования для изменения геометрии объектов		4				4	
8	Комплексные средства редактирования изображений примитивов		4				4	
9	Сплайны, контура и области	1	2				6	

10	Размеры, тексты и их редактирование	1	4				6	
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>
11	Средства структуризации примитивов в блоки	1	4				6	dwg-файлы с чертежами AutoCAD, выполненными согласно заданиям практикума и заданиям для самостоя- тельной работы.
12	Эскизы	1	6				6	
13	Основные принципы создания сборок	1	4				6	
14	Оформление чертежей	1	4				6	
	<b>Итого</b>	<b>12</b>	<b>48</b>				<b>74</b>	

## ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

#### *Основная*

Аввакумов, А. А. AutoCAD за 14 часов / А. А. Аввакумов, Н. В. Жарков, Р. Г. Прогди. – М. : Наука и техника, 2014. – 256 с.

Миронов, Д. Ф. Компьютерная графика в дизайне : учебник для вузов / Д. Ф. Миронов. – СПб. : БХВ-Петербург, 2014. – 560 с.

Орлов, А. AutoCAD 2014 (+CD) / А. Орлов. – СПб. : Питер, 2014.

Жарков, Н. В. AutoCAD 2014. Эффективный самоучитель / Н. В. Жарков. – СПб. : Наука и техника, 2014. – 624 с.

Петров, Михаил. Компьютерная графика (+ CD) / Михаил Петров. – СПб. : Питер, 2011. – 544 с.

Полещук, Николай. Самоучитель AutoCAD 2016 / Николай Полещук. – СПб. : Издательство BHV, 2016. – 464 с.

Пташинский, В. С. AutoCAD 2009: быстрый старт : практическое руководство / В. С. Пташинский. – М. : Триумф, 2009. – 192 с.

Хрящев, В. Г. Моделирование и создание чертежей в системе AutoCAD: учебное пособие для вузов / В. Хрящев, Г. Шипова. – СПб. : БХВ-Петербург, 2004. – 211 с.

#### *Дополнительная*

Бабенко, М. И. AutoCAD 2010 / М. И. Бабенко, А. В. Лобяк. – М. : АСТ, 2010. – 326 с.

Орлов, Андрей. AutoCAD 2016 / Андрей Орлов. – СПб. : Питер, 2016. – 394 с.

Полещук, Н. Н. Самоучитель AutoCAD 2014 / Н. Н. Полещук. – СПб. : Издательство БХВ-Петербург, 2014. – 464 с.

Сазонов, А. А. 3D-моделирование в AutoCAD (+CD) / А. А. Сазонов. – М. : ДМК Пресс, 2012. – 384 с.

Соколова, Татьяна. AutoCAD 2016. Двухмерное и трехмерное моделирование / Татьяна Соколова. – М. : ДМК, 2016. – 752 с.

## УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОСОБИЯ

Белявский, С.С. Основы построения и редактирования примитивов на плоскости в системе AutoCAD: лабораторные работы по дисциплине «Базовые компьютерные технологии» для студентов специальности 1-19 01 01 «Дизайн», 2007.

Белявский, С.С. Создание и редактирование сложных объектов на плоскости в системе AutoCAD: лабораторные работы по дисциплине «Базовые компьютерные технологии» для студентов специальности 1-19 01 01 02 «Дизайн (предметно-пространственных комплексов)» специализация 1-19 01 01 02-02 «Дизайн интерьеров», 2008.

Слепцов, В.Ф. Основы создания и редактирования пространственных объектов в AutoCAD: электронный ресурс: лабораторный практикум для студентов специальности 1-19 01 02 05 "Дизайн (по направлениям). Ч.1 / В.Ф. Слепцов. – Минск: Институт современных знаний имени А.М.Широкова, 2013. – 79 с.

Слепцов, В.Ф. Основы создания и редактирования пространственных объектов в AutoCAD: электронный ресурс: лабораторный практикум для студентов специальности 1-19 01 02 05 "Дизайн (по направлениям). Ч.2 / В.Ф. Слепцов. – Минск: Институт современных знаний имени А.М.Широкова, 2013. – 58 с.

## ЭЛЕКТРОННЫЕ РЕСУРСЫ

AutoCAD обучение (видео онлайн) [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://compteacher.ru/engineering/autocad/> – Дата доступа: 25.05.2017.

Автокад самоучитель [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.autocad-profi.ru/> – Дата доступа: 25.05.2017.

Видеоуроки AutoCAD [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.autocadvideo.ru> – Дата доступа: 25.05.2017.

Официальный сайт компании Autodesk [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.autodesk.ru/products/autocad/overview/> – Дата доступа: 25.05.2017.

Учебник AutoCAD обучение (видео онлайн) [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://autocad-lessons.ru/autocad/uchebnik-autocad/> – Дата доступа: 25.05.2017.

### **ПЕРЕЧЕНЬ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ**

1. Простые геометрические примитивы и способы их построений в системе AutoCAD. Построение криволинейных примитивов.
2. Построение составных геометрических примитивов в системе AutoCAD (2D и 3D).
3. Пользовательские координатные системы AutoCAD и работа в них. Применение в проектировании МСК и ПСК.
4. Способы построения и редактирования составного примитива – полилинии в системе AutoCAD.
5. Средства редактирования для изменения геометрии объектов в системе AutoCAD.
6. Комплексные средства редактирования изображений примитивов в системе AutoCAD.
7. Сплайны, контура и области в системе AutoCAD.
8. Размеры, тексты и их редактирование в системе AutoCAD. Простановка размеров на чертеже.
9. Средства структуризации примитивов в блоки. Создание блоков в системе AutoCAD.
10. Построение эскиза в системе AutoCAD.
11. Построение чертежа 3D-объекта.
12. Основные принципы создания сборок в системе AutoCAD.
13. Оформление чертежей в системе AutoCAD и подготовка их к печати.

## ТРЕБОВАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

№ п/п	Название раздела, темы	Кол-во часов на СРС	Задание	Форма выполнения	Цель или задача СРС
1	2	3	4	5	6
1	Основные сведения о графическом редакторе AutoCAD	4	Ознакомиться на официальном сайте Autodesk с текущими версиями системы AutoCAD и ее приложениями, их возможностями и отличиями от предыдущих версий, а также с их требованиями к ресурсам компьютера с целью выбора оптимальной версии для работы с дизайн-проектами.		
2	Простые геометрические примитивы и способы их построений	4	Научиться строить в AutoCAD геометрические примитивы разных типов, используя для построения различные способы.	dwg-файл с созданными в AutoCAD чертежами	Закрепление навыков построения примитивов разных типов в системе AutoCAD, полученных на практических занятиях.
3	Способы построения простых криволинейных геометрических примитивов в системе AutoCAD	6			
4	Составные геометрические примитивы	6			
5	Пользовательские координатные системы и работы в них	4	Научиться применять пользовательские координатные системы при создании чертежа.	dwg-файл с созданными в AutoCAD чертежами	Закрепление навыков по работе с координатными системами в AutoCAD, полученных на практических занятиях.
6	Способы построения и редактирования составного примитива – полилинии	6	Изучить различные средства редактирования примитивов и объектов в системе AutoCAD и способы их применения.	dwg-файл с созданными в AutoCAD чертежами	Закрепление навыков редактирования примитивов и объектов в системе AutoCAD, полученных на практических занятиях.
7	Средства редактирования для изменения геометрии объектов	4			
8	Комплексные средства редактирования изображений примитивов	4			

1	2	3	4	5	6
9	Сплайны, контура и области	6	Изучить способы построения сплайнов, контуров.	dwg-файл с созданными в AutoCAD чертежами	Закрепление навыков работы со сплайнами и контурами в AutoCAD, полученных на практических занятиях.
10	Размеры, тексты и их редактирование	6	Изучить требования ГОСТ по расстановке размеров и размещение надписей на чертеже.	dwg-файл с созданными в AutoCAD чертежами	Оформление чертежей AutoCAD, согласно требованиям ГОСТа.
11	Средства структуризации примитивов в блоки	6	Законспектировать правила создания блоков и научиться применять их при создании чертежей.	dwg-файл с созданными в AutoCAD чертежами	Закрепление навыков работы с блоками в AutoCAD, полученных на практических занятиях.
12	Эскизы	6	Научиться применять на практике основные правила создания эскиза детали.	dwg-файл с созданными в AutoCAD чертежами	Закрепление навыков работы с эскизами деталей в AutoCAD, полученных на практических занятиях.
13	Основные принципы создания сборок	6	Изучить литературу по теме, законспектировать основные принципы создания сборок и выполнить самостоятельное задание	dwg-файл с созданными в AutoCAD чертежами	Освоить основные принципы создания сборок в AutoCAD.
14	Оформление чертежей	6	Изучить требования ГОСТ по оформлению чертежа.	dwg-файл с созданными в AutoCAD чертежами	Оформление чертежей AutoCAD, согласно требованиям ГОСТа.

## ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ УВО

Название учебной дисциплины, с которой требуется согласование	Название кафедры	Предложения об изменениях в содержании учебной программы Института по учебной дисциплине	Решение, принятое кафедрой, разработавшей учебную программу (с указанием даты и номера протокола)

### 4.2. Основная литература

Аввакумов, А. А. AutoCAD за 14 часов / А. А. Аввакумов, Н. В. Жарков, Р. Г. Прогди. – М. : Наука и техника, 2014. – 256 с.

Миронов, Д. Ф. Компьютерная графика в дизайне : учебник для вузов / Д. Ф. Миронов. – СПб. : БХВ-Петербург, 2014. – 560 с.

Орлов, А. AutoCAD 2014 (+CD) / А. Орлов. – СПб. : Питер, 2014.

Жарков, Н. В. AutoCAD 2014. Эффективный самоучитель / Н. В. Жарков. – СПб. : Наука и техника, 2014. – 624 с.

Петров, Михаил. Компьютерная графика (+ CD) / Михаил Петров. – СПб. : Питер, 2011. – 544 с.

Полещук, Николай. Самоучитель AutoCAD 2016 / Николай Полещук. – СПб. : Издательство BHV, 2016. – 464 с.

Пташинский, В. С. AutoCAD 2009 : быстрый старт : практическое руководство / В. С. Пташинский. – М. : Триумф, 2009. – 192 с.

Хрящев, В. Г. Моделирование и создание чертежей в системе AutoCAD : учебное пособие для вузов / В. Хрящев, Г. Шипова. – СПб. : БХВ-Петербург, 2004. – 211 с.

### **4.3. Дополнительная литература**

Бабенко, М. И. AutoCAD 2010 / М. И. Бабенко, А. В. Лобяк. – М. : АСТ, 2010. – 326 с.

Орлов, Андрей. AutoCAD 2016 / Андрей Орлов. – СПб. : Питер, 2016. – 394 с.

Полещук, Н. Н. Самоучитель AutoCAD 2014 / Н. Н. Полещук. – СПб. : Издательство БХВ-Петербург, 2014. – 464 с.

Сазонов, А. А. 3D-моделирование в AutoCAD (+CD) / А. А. Сазонов. – М. : ДМК Пресс, 2012. – 384 с.

Соколова, Татьяна. AutoCAD 2016. Двухмерное и трехмерное моделирование / Татьяна Соколова. – М. : ДМК, 2016. – 752 с.

### **4.4. Учебно-методические пособия**

Белявский, С.С. Основы построения и редактирования примитивов на плоскости в системе AutoCAD: лабораторные работы по дисциплине «Базовые компьютерные технологии» для студентов специальности 1-19 01 01 «Дизайн», 2007.

Белявский, С.С. Создание и редактирование сложных объектов на плоскости в системе AutoCAD: лабораторные работы по дисциплине «Базовые компьютерные технологии» для студентов специальности 1-19 01 01 02 «Дизайн (предметно-пространственных комплексов)» специализация 1-19 01 01 02-02 «Дизайн интерьеров», 2008.

Слепцов, В.Ф. Основы создания и редактирования пространственных объектов в AutoCAD : электронный ресурс : лабораторный практикум для студентов специальности 1-19 01 02 05 "Дизайн (по направлениям). Ч.1 / В.Ф. Слепцов. – Минск: Институт современных знаний имени А.М.Широкова, 2013. – 79 с.

Слепцов, В.Ф. Основы создания и редактирования пространственных объектов в AutoCAD : электронный ресурс : лабораторный практикум для студентов специальности 1-19 01 02 05 "Дизайн (по направлениям). Ч.2 /

В.Ф. Слепцов. – Минск: Институт современных знаний имени А.М.Широкова, 2013. – 58 с.

#### **4.5. Программное обеспечение**

Для выполнения заданий на практических занятиях используется система Autodesk AutoCAD версии 12.

#### **4.6. Ресурсы Интернет**

AutoCAD обучение (видео онлайн) [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://compteacher.ru/engineering/autocad/> – Дата доступа: 25.05.2017.

Автокад самоучитель [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.autocad-profi.ru/> – Дата доступа: 25.05.2017.

Видеоуроки AutoCAD [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.autocadvideo.ru> – Дата доступа: 25.05.2017.

Официальный сайт компании Autodesk [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.autodesk.ru/products/autocad/overview/> – Дата доступа: 25.05.2017.

Учебник AutoCAD обучение (видео онлайн) [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://autocad-lessons.ru/autocad/uchebnik-autocad/> – Дата доступа: 25.05.2017.

## СОДЕРЖАНИЕ

Пояснительная записка.....	3
<b>1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ.....</b>	<b>6</b>
1.1. Конспект лекций.....	6
<b>2. ПРАКТИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ.....</b>	<b>50</b>
2.1. План практических работ.....	50
<b>3. РАЗДЕЛ КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ.....</b>	<b>58</b>
3.1. Задания для самостоятельной работы студентов.....	58
3.2. Примерный перечень вопросов к зачету.....	64
<b>4. ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЙ РАЗДЕЛ.....</b>	<b>67</b>
4.1. Учебная программа.....	67
4.2. Основная литература.....	83
4.3. Дополнительная литература.....	84
4.4. Учебно-методические пособия.....	84
4.5. Программное обеспечение.....	85
4.6. Ресурсы Интернет.....	85

Учебное электронное издание

Автор-составитель  
Слепцов Владимир Федорович

# КОМПЬЮТЕРНАЯ ГРАФИКА

*Электронный учебно-методический комплекс  
для студентов специальности 1-19 01 01 Дизайн (по направлениям),  
направление специальности 1-19 01 01-02 Дизайн  
(предметно-пространственной среды)*

[Электронный ресурс]

Редактор *Е. И. Ивашина*  
Технический редактор *Ю. В. Хадьков*

Подписано в печать 31.01.2018.  
Гарнитура Times Roman. Объем 0,9 Мб

Частное учреждение образования  
«Институт современных знаний имени А. М. Широкова»  
Свидетельство о регистрации издателя №1/29 от 19.08.2013  
220114, г. Минск, ул. Филимонова, 69.

ISBN 978-985-547-201-9



9 789855 472019