

Министерство образования и науки Российской Федерации
ГОУ ВПО "Тамбовский государственный технический университет"

В.Л. Головашин, С.А. Вязовов, С.И. Лазарев

ОСНОВЫ КОМПЬЮТЕРНОЙ ГРАФИКИ

Утверждено Ученым советом университета
в качестве учебного пособия
для студентов 2 курса
специальностей 240801, 280102, 240802



Тамбов
Издательство ТГТУ
2008

УДК 515.1
ББК В151.34я73-5
Г687

Рецензенты:

Доктор технических наук, профессор кафедры
"Теория машин, механизмов и детали машин" ТГТУ
Г.С. Баронин

Доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой
"Компьютерное и математическое моделирование"
ТГУ им. Г.Р. Державина
А.А. Арзамасцев

Головашин, В.Л.

Г687 Основы компьютерной графики : учебное пособие / В.Л. Головашин, С.А. Вязовов, С.И. Лазарев. – Тамбов : Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2008. –80 с. – 100 экз. – ISBN 978-5-8265-0729-2.

Даны краткие теоретические положения и задания для выполнения индивидуальных графических работ по темам "Пересечение поверхностей", "Построение чертежей плоской детали", "Трехмерное моделирование", методические указания по их выполнению; приведены примеры выполнения заданий.

Предназначено для студентов 2 курса специальностей 240801, 280102, 240802, изучающих дисциплину "Начертательная геометрия. Инженерная и компьютерная графика".

УДК 515.1

ББК В151.34я73-5

ISBN 978-5-8265-0729-2

© ГОУ ВПО "Тамбовский государственный
технический университет" (ТГТУ), 2008

Учебное издание

ГОЛОВАШИН Вячеслав Львович,
ВЯЗОВОВ Сергей Александрович,
ЛАЗАРЕВ Сергей Иванович

ОСНОВЫ КОМПЬЮТЕРНОЙ ГРАФИКИ

Учебное пособие

Редактор З.Г. Чернова
Инженер по компьютерному макетированию Н.И. Колмакова

Подписано в печать 05.05.2008.
Формат 60 × 84 / 16. 4,65 усл. печ. л. Тираж 100. Заказ № 221

Издательско-полиграфический центр
Тамбовского государственного технического университета
392000, Тамбов, Советская, 106, к. 14

**В.Л. ГОЛОВАШИН, С.А. ВЯЗОВОВ,
С.И. ЛАЗАРЕВ**

ОСНОВЫ КОМПЬЮТЕРНОЙ ГРАФИКИ

◆ ИЗДАТЕЛЬСТВО ТГТУ ◆

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
1. ОСНОВЫ КОМПЬЮТЕРНОЙ ГРАФИКИ.....	6
1.1. Построение объектов.....	6
1.2. Команды оформления чертежей.....	28
1.3. Редактирование чертежей.....	42
2. ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ ПО КУРСУ КОМПЬЮТЕРНОЙ ГРАФИКИ.....	59
Лабораторная работа 1. ВЫПОЛНЕНИЕ ЧЕРТЕЖЕЙ ПО АКСОНОМЕТРИЧЕСКИМ ПРОЕКЦИЯМ МОДЕЛЕЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ РАЗРЕЗОВ НА ПЭВМ В СИСТЕМЕ AUTOCAD.....	59
Лабораторная работа 2. ПОСТРОЕНИЕ ПО ДВУМ ПРОЕКЦИЯМ МОДЕЛИ ЕЕ ТРЕТЬЕЙ ПРОЕКЦИИ С ПРИМЕНЕНИЕМ РАЗРЕЗОВ НА ПЭВМ В СИСТЕМЕ AUTOCAD.....	59
Варианты индивидуальных заданий к лабораторной работе 1.....	62
Варианты индивидуальных заданий к лабораторной работе 2.....	66
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	74
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	75

ВВЕДЕНИЕ

Известно, что выполнение чертежей является достаточно сложным и трудоемким процессом, требующим специальных знаний и умений. Например, только на оформление графической документации отводится до 70 % всех трудовых затрат. Для облегчения указанной разновидности графической деятельности используются различные приспособления, приборы и устройства. Однако они не удовлетворяют современным требованиям быстрого создания качественной графической продукции. На смену традиционным средствам малой механизации графической деятельности пришли персональные компьютеры.

Современными средствами выполнения чертежей на персональных компьютерах являются специализированные графические системы автоматизированного проектирования – CAD системы. На этапе развития компьютерной графики и широкого использования ее в различных видах деятельности достаточно важным для нас представляется вопрос, связанный с применением в учебном процессе CAD систем.

Создание чертежей средствами компьютера отличается от традиционных "ручных" способов, так как пользователю необходимы знания возможностей того или иного программного продукта и умения осуществлять необходимые действия, связанные с графическими построениями на базе имеющегося профессионально значимого теоретического материала.

Современные системы автоматизированного проектирования разделяются на так называемые "двухмерные" (2D) и "трехмерные" (3D). Принцип работы с ними значительно отличается друг от друга. Предпочтение отдается программам, позволяющим осуществлять так называемое "твердотельное моделирование" (3D). При этом на первое место выдвигается создание объемной формы объекта, а непосредственное выполнение чертежей на ее основе является следствием этого процесса.

Рынок программной продукции постоянно пополняется различными по своим функциональным возможностям системами. Например, для выполнения чертежей машиностроительного профиля применяются: AutoCAD, ADEM, CADDS 5, UNIGRAPHICS, MicroStation, Pro/ENGINEER, CADdy "Машиностроение", Cimatron, Imagineer Technical, T-FLEX и др. [1]. Указанные программные продукты имеют общие особенности:

1. Наличие базы данных, позволяющей хранить информацию и выполнять проект различными способами.
2. Быстрое изготовление чертежей с возможностью получения ортогональных проекций на основе аксонометрических (3D).
3. Автоматическое изменение изображенного после изменения значений размеров.
4. Наличие слоев видимости и реалистическое цветотеневое изображение проектируемого объекта.
5. Расчет объема, массы и других подобных величин проектируемого изделия.
6. Выполнение сборочных чертежей.
7. Вывод чертежно-графической информации на плоттер и принтер.
8. Передача данных в автоматизированную систему управления производством.

Принимая во внимание цели и задачи обучения, следует учитывать некоторые психологические аспекты графической деятельности, связанные с отображением мысленно созданного образа объекта. Пространственное представление человека всегда вначале мысленно создает некую объемную модель объекта, которая является основой для преобразования ее в ортогональные проекции. Идеология двухмерного проектирования заключается в выполнении изображений на основе воображаемого человеком трехмерного объекта с помощью набора различных линий и функций. Каждая проекция детали строится отдельно в проекционной связи и в данном случае, автоматизируется лишь сам процесс получения изображения и проставления размеров.

Другой подход достаточно универсален, так как основан на изначальном создании некоторой объемной (аксонометрической или перспективной) модели изделия, на основе которой автоматически получают необходимые виды, разрезы и сечения [2]. Он в большей степени автоматизирует графическую деятельность и учитывает психологические особенности создания образа изделия.

Необходимость развития пространственного представления студентов требует такого подхода, при котором на начальном этапе изучения программных продуктов желательное использование двухмерных систем либо их двухмерных модулей. После выполнения несложных ортогональных проекций деталей можно переходить к твердотельному моделированию.

1. ОСНОВЫ КОМПЬЮТЕРНОЙ ГРАФИКИ

1.1. ПОСТРОЕНИЕ ОБЪЕКТОВ

1.1.1. Объектная привязка координат

Объектная привязка – наиболее быстрый способ точно указать точку на объекте, не обязательно зная ее координаты, а также построить вспомогательные линии. Например, объектная привязка позволяет построить отрезок от центра окружности, от середины сегмента полилинии, от реального или видимого пересечения объектов. Объектную привязку можно задать в любой момент, когда AutoCAD ожидает ввода координат точки. В этом случае указанный режим применяется только к следующему выбранному объекту. Кроме того, имеется возможность установки одного или нескольких режимов объектной привязки в качестве текущих [3]. Таким образом, активизация объектной привязки может осуществляться двумя способами:

- 1) разовые режимы объектной привязки, действующие при указании только текущей (одной) точки;
- 2) текущие режимы объектной привязки, действующие постоянно до их отключения.

Режимы объектной привязки выбираются на плавающей панели инструментов Object Snap (рис. 1).



Рис. 1. Панель инструментов объектной привязки

Можно для выбора ключей объектной привязки использовать контекстное меню, которое вызывается щелчком правой кнопки мыши в любом месте области рисования при нажатой клавише Shift. В режиме объектной привязки точка помечается маркером; его форма зависит от используемого режима, имя которого появляется возле точки в виде подсказки.

Отслеживание. Temporary Tracking Point – точка отслеживания. Отслеживание применяется для наглядного указания точек, связанных с другими точками рисунка. Оно может использоваться в любой момент, когда AutoCAD запрашивает координаты точки. После включения режима Temporary Tracking Point и указания первой точки AutoCAD включает ортогональный режим ORTHO и ставит выбор следующей точки в зависимости от положения вершины вертикальной или горизонтальной траектории, проведенной из первой точки. Для смены направления траектории необходимо вернуть указатель мыши в первую точку, а затем перемещать его в нужном направлении (вертикальном или горизонтальном). Направление траектории определяет, какая из координат первой точки (x или y) сохраняется неизменной, а какая получает новое значение. Если резиновая линия траектории направлена по горизонтали, изменяется координата x , если же по вертикали, – изменяется координата y . После выбора второй точки и нажатия клавиши Enter для завершения отслеживания AutoCAD фиксирует точку, находящуюся на пересечении воображаемых ортогональных линий, проходящих через две выбранные точки.

Использование режима Temporary Tracking Point – наиболее легкий способ обнаружения центральной, точки прямоугольника. Чтобы включить режим отслеживания, необходимо щелкнуть мышью по пиктограмме Temporary Tracking Point на стандартной панели инструментов, а затем указать центры вертикальной и горизонтальной сторон прямоугольника. Режим Temporary Tracking Point в комбинации с прямым вводом расстояния может использоваться для размещения объектов или текста на заданном расстоянии от другого объекта. После включения режима отслеживания AutoCAD не отображает выбираемые точки до тех пор, пока этот режим не будет отключен нажатием клавиши Enter. Поэтому для отслеживания можно использовать любое количество точек.

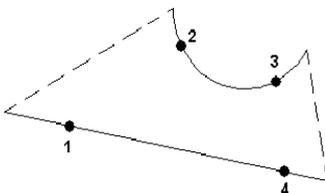


Рис. 2. Построение с привязкой к конечным точкам

Смещение. Snap From – смещение. Режим объектной привязки From отличается от остальных тем, что позволяет установить временную базовую точку для построения следующих точек. Обычно режим смещения используется в сочетании с другими режимами объектной привязки и относительными координатами, поскольку довольно часто требуется определить точку, у которой известны координаты относительно некоторой точки уже нарисованного объекта.

Конечная точка. Snap to Endpoint – привязка к ближайшей из конечных точек объектов (отрезков, дуг и т.п.), рис. 2. В случае пространственного моделирования, если объект имеет ненулевую высоту, допускается привязка к его нижней и верхней границам. В режиме Endpoint привязка может производиться к границам трехмерных тел и областей, например к конечной точке (вершине) параллелепипеда.

Средняя точка. Snap to Midpoint – привязка к средним точкам объектов (отрезков, дуг и т.п.), рис. 3. Привязка для бесконечных прямых и лучей производится к первой из определяющих их точек. Для сплайнов и эллипсов в режиме Midpoint осуществляется привязка к точке объекта, расположенной на равных расстояниях от начальной и конечной точек. В случае пространственного моделирования, если отрезок или дуга имеет ненулевую высоту, можно осуществлять привязку к середи-

нам верхней и нижней границ объекта. Режим Midpoint позволяет также производить привязку к границам трехмерных тел и областей.

Пересечение. Snap to Intersection – привязка к точкам пересечений объектов (отрезков, окружностей, дуг, сплайнов и т.п.), рис. 4. В случае пространственного моделирования в режиме Intersection допускается привязка к угловым точкам объектов, имеющих ненулевую высоту выдавливания. Если два таких объекта с пересекающимися основаниями имеют одинаковое направление выдавливания, можно произвести привязку к пересечениям их верхней и нижней границ. Если высоты объектов различны, точка пересечения определяется объектом с меньшей высотой. Привязка к пересечениям дуг и окружностей, входящих в блоки (в них группы объектов рассматриваются как единый объект), производится только в том случае, если масштабы вставки блока по осям равны. К пересечениям отрезков внутри блока сказанное не относится. Можно осуществлять привязку к пересечениям границ областей и кривых, за исключением криволинейных границ трехмерных тел. Режим Intersection позволяет выполнить привязку к точке воображаемого пересечения двух любых объектов. Если в прицел попадает только один из объектов, AutoCAD предлагает указать второй и производит привязку к точке, в которой эти объекты пересекались бы при их естественном удлинении. Режим расширенного пересечения Extended Intersection включается автоматически при выборе режима объектной привязки Intersection.

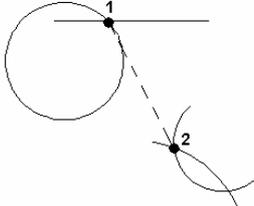


Рис. 4. Построение с привязкой к точкам пересечения

Предполагаемое сечение. Snap to Apparent Intersection – привязка к точке видимого на экране предполагаемого пересечения (рис. 5). Режим Apparent Intersection ищет точку пересечения двух объектов, которые не имеют явной точки пересечения в пространстве. Режим предполагаемого пересечения обеспечивает эффективную работу с границами областей и кривыми, но не работает с границами и углами трехмерных тел. Если объекты находятся в одной плоскости, то описываемый режим повторяет возможности режима Intersection. Режим Apparent Intersection включает в себя два отдельных режима: собственно Apparent Intersection и расширенное кажущееся пересечение Extended Apparent Intersection. Привязка в этих режимах может применяться к пересечениям границ областей и кривых, кроме криволинейных границ трехмерных тел. В режиме Apparent Intersection выполняется привязка к точке пересечения двух объектов, которые реально не пересекаются в трехмерном пространстве, но на текущем виде выглядят пересекающимися. Если существует несколько точек кажущихся пересечений, AutoCAD производит привязку к пересечению, расположенному ближе ко второй точке выбора. Режим Extended Apparent Intersection позволяет осуществить привязку к точке воображаемого пересечения двух любых объектов. Если в прицел попадает только один объект, AutoCAD предлагает указать второй и производит привязку к точке, в которой эти объекты пересекались бы при их естественном удлинении. Режим Extended Apparent Intersection включается автоматически при выборе режима объектной привязки Apparent Intersection; при этом он активен тогда, когда в прицел попадает только один объект и другие режимы объектной привязки отключены. Оба указанных режима могут использоваться как для разовой привязки точки, так и в качестве текущих режимов привязки.

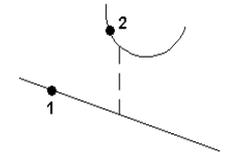


Рис. 3. Построение с привязкой к средним точкам

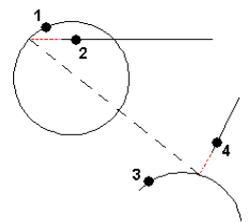


Рис. 5. Построение с привязкой к точкам предполагаемого пересечения

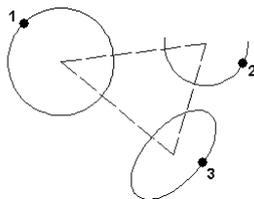


Рис. 6. Построение с привязкой к центру

Продолжение объекта. Snap to Extension – привязка к продолжениям объектов. Она необходима в том случае, когда при построении объектов требуется использовать линии, являющиеся временным продолжением существующих линий и дуг. Данный режим можно совмещать с режимом Apparent Intersection с целью осуществить привязку к точке воображаемого пересечения объектов, для чего нужно медленно перемещать указатель мыши рядом с конечной точкой отрезка или дуги. Появляющийся символ "плюс" (+) свидетельствует о захвате конечной точки отрезка или дуги. После этого следует провести указатель вдоль временной линии продолжения. Если включен режим привязки Apparent Intersection, можно найти точку пересечения воображаемого продолжения отрезка или дуги с другим объектом.

Точка центра. Snap to Center – привязка к центру дуги, окружности или эллипса (рис. 6). При использовании режима Center необходимо указывать мышью на линию дуги, окружности или эллипса, а не на их центр. В этом режиме можно осуществлять привязку и к центрам окружностей, являющихся частью тел и областей. При привязке к центру нужно выбирать видимую часть дуги, окружности или эллипса.

Квадрант. Snap to Quadrant – привязка к ближайшему квадранту (точке, расположенной под углом 0, 90, 180 или 270° от центра) дуги, окружности или эллипса. Расположение точек квадрантов окружностей и дуг определяется текущей ориентацией ПСК. Если дуга, окружность или эллипс входят в блок, вставленный с ненулевым углом поворота, точки квадрантов ориентируются в соответствии с этим углом.

Касательная. Snap to Tangent – привязка к точке на дуге, окружности, эллипсе или плоском сплайне, принадлежащей касательной к другому объекту (рис. 7). С помощью режима объектной привязки Tangent можно, например, построить по трем точкам окружность, касающуюся трех других окружностей. При выборе точки на дуге, полилинии или окружности в качестве первой точки привязки в режиме Tangent автоматически активизируется режим задержанной касательной Deferred Tangent, который может быть использован для построения окружностей по двум и трем точкам, при формировании окружности, касательной к трем другим объектам. Режим Deferred Tangent неприменим к эллипсам и сплайнам. Если необходимо построить отрезок,

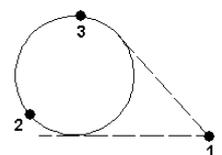


Рис. 7. Построение касательной

касательный к эллипсу или сплайну, функция привязки будет выдавать ряд точек на эллипсе или сплайне, через которые может быть проведен касательный отрезок, но положения этих точек непредсказуемы. Режим привязки Tangent работает с дугами и окружностями, входящими в блоки, только если масштабные коэффициенты вставки блока по осям равны единице, а направления выдавливания объектов параллельны текущей ПСК. Для сплайнов и эллипсов вторая указанная точка должна лежать в той же плоскости, что и точка привязки. При совместном использовании режимов привязки From и Tangent для построения объектов, отличных от касательных отрезков к дугам и окружностям, первая точка объекта лежит на касательной к дуге или окружности, проведенной через последнюю указанную в пространстве рисунка точку.

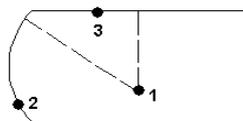


Рис. 8. Построение нормали

Нормаль. Snap to Perpendicular – привязка к точке объекта, лежащей на нормали к другому объекту или к его воображаемому продолжению (рис. 8). Режим Perpendicular может использоваться для таких объектов, как отрезки, окружности, эллипсы, сплайны и дуги. Если режим привязки Perpendicular применяется для указания первой точки отрезка или окружности, происходит построение отрезка или окружности, перпендикулярных выбранному объекту. Если должна быть указана вторая точка отрезка или окружности, AutoCAD производит привязку к точке объекта, которая принадлежит нормали, проведенной к первой указанной точке. Когда описываемый режим используется для сплайнов, функция выполняет привязку к точке на сплайне, через которую проходит вектор нормали, проведенный из указанной точки. Вектором нормали в любой точке сплайна является вектор, перпендикулярный касательной в данной точке. Если указанная пользователем точка лежит на сплайне, то в режиме Perpendicular она будет считаться одной из возможных точек привязки. В некоторых случаях при работе со сплайнами положение точек привязки оказывается неочевидным. Кроме того, для некоторых сплайнов в данном режиме объектной привязки таких точек может вообще не существовать.

Параллель. Snap to Parallel – привязка объектов к параллелям. Эта привязка удобна при необходимости построения прямолинейных объектов, параллельных имеющимся прямолинейным сегментам. В области прицела должен находиться только один отрезок. Появление символа параллельной привязки свидетельствует о выборе отрезка. Теперь следует медленно перемещать указатель мыши из начальной точки в направлении, приблизительно параллельном выбранному объекту. При этом появляется линия отслеживания, отображаемая пунктиром. Ее положение и ориентация определяются заданной начальной точкой и выбранным объектом. Чтобы в качестве конечной точки создаваемого параллельного отрезка использовать точку пересечения линии отслеживания с имеющимися объектами, можно включить режимы привязки пересечения Intersection и кажущегося пересечения Apparent Intersection.

Точка вставки. Snap to Insert – привязка к точке вставки блока, формы, текста, атрибута (содержащего информацию о блоке) или определения атрибута (задающего характеристики атрибута). При выборе атрибута, входящего в блок, AutoCAD производит привязку к точке вставки атрибута, а не блока. Таким образом, если блок не содержит ничего, кроме атрибутов, привязка к точке вставки самого блока возможна только в случае, если эта точка совпадает с точкой вставки одного из атрибутов.

Точечный элемент. Snap to Node – привязка к объекту «точка», сформированному командой POINT. Точки, входящие в определение блока, после его вставки могут служить узлами привязки.

Ближайшая точка. Snap to Nearest – привязка к точке на объекте, которая является ближайшей к позиции перекрестья.

Отмена объектной привязки. Snap to None – режим отмены всех текущих и разовых режимов объектной привязки.

Выбор режимов привязки. Object Snap Settings – установка режима текущей объектной привязки на вкладке Object Snap диалогового окна Drafting Settings (рис. 9).

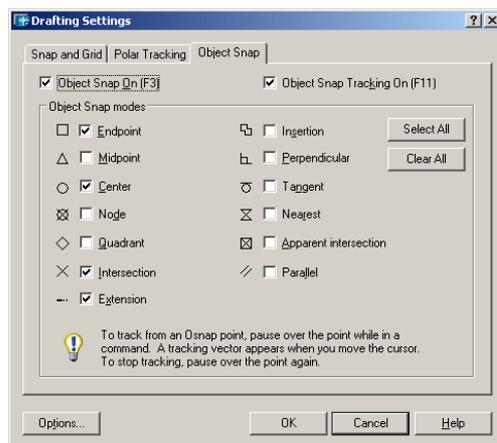


Рис. 9. Диалоговое окно установки режима текущей объектной привязки

Это окно также загружается из падающего меню Tools>Drafting Settings... или из контекстного меню, которое вызывается при щелчке правой кнопки мыши по кнопке OSNAP в строке состояния и последующем выборе пункта Settings. Если требуется несколько раз подряд произвести привязку определенного типа (например, к конечным точкам или цен-

грам), можно задать один или несколько текущих режимов объектной привязки. Следует иметь в виду, что режим объектной привязки From не может быть установлен текущим.

Специальные средства повышения наглядности, называемые автопривязкой Auto-Snap, облегчают выбор точек привязки и повышают эффективность использования объектной привязки. Средства автопривязки включают в себя следующие элементы:

- маркеры обозначают тип объектной привязки в точке привязки с помощью соответствующего символа;
- всплывающие подсказки автопривязки поясняют тип объектной привязки в точке привязки ниже позиции указателя мыши;
- магнит автоматически перемещает в точку привязки указатель мыши, если он находится около возможной точки привязки;
- прицел окружает перекрестье указателя мыши и ограничивает область рисунка, в пределах которой при перемещении указателя определяются возможные точки привязки. Показ прицела можно включать и отключать, а его размер – изменять.

Для включения или отключения сразу всех текущих режимов объектной привязки без вызова диалогового окна Drafting Settings необходимо щелкнуть по кнопке OSNAP в строке состояния (или нажать клавиши Ctrl+F или F3). Если текущие режимы объектной привязки не заданы, вызывается диалоговое окно Drafting Settings. По умолчанию включены следующие элементы автопривязки: маркеры, всплывающие подсказки и магнит. Параметры автопривязки всегда можно изменить в поле Autosnap Settings на вкладке Drafting диалогового окна Options, которое вызывается щелчком мыши по кнопке Options... в диалоговом окне Drafting Settings либо из падающего меню Tools>Options. Если задано несколько режимов объектной привязки, AutoCAD использует режим, наиболее подходящий для выбранного объекта. Если в прицел выбора попадают две точки, удовлетворяющие заданному режиму, система производит привязку к той из них, которая лежит ближе к центру прицела. При необходимости можно переключаться между точками, нажимая клавишу Tab. Например, если активизированы режимы привязки Quadrant и Center, а в прицел попадает часть окружности, то нажатие Tab позволит поочередно перебрать все возможные точки привязки: четыре квадранта и центр окружности.

Объектное отслеживание расширяет и дополняет возможности объектной привязки. Для его использования необходимо, чтобы были включены режимы объектной привязки. При этом размер прицела определяет зону, в пределах которой происходит активизация линий отслеживания. При объектном отслеживании по умолчанию захват подходящих точек осуществляется автоматически. Однако можно установить такой режим, при котором захват точек происходит только при нажатии клавиши Shift. Автопривязка позволяет более простыми способами строить объекты, имеющие определенную геометрическую зависимость от других объектов.

Полярное отслеживание облегчает выбор точек, лежащих на воображаемых линиях, которые можно провести через последнюю указанную в команде точку под одним из заданных полярных углов. Если, например, шаг углов полярного отслеживания равен 45°, линии отслеживания и всплывающие подсказки могут появляться под углами, кратными 45° относительно текущего направления отсчета углов. Текущая линия полярного отслеживания исчезает так же, как и всплывающая подсказка, если она оказывается вне прицела курсора. Полярное отслеживание может осуществляться под углами, кратными следующим стандартным значениям: 90; 45; 30; 22,5; 18; 15; 10 или 5°. Кроме того, пользователь может определить другие значения углов. Для включения полярного отслеживания необходимо нажать функциональную клавишу F10 или кнопку POLAR в строке состояния. Линия полярного отслеживания и всплывающая подсказка появляются, если прямая, мысленно проведенная через предыдущую указанную точку и курсор, проходит под углом, близким к одному из полярных углов отслеживания. По умолчанию шаг полярных углов равен 90°. Линию полярного отслеживания и информацию, содержащуюся во всплывающей подсказке, можно использовать при построении объектов.

Для нахождения точки пересечения линии полярного отслеживания с другими объектами удобно задействовать режимы объектной привязки Intersection и Apparent Intersection. Режим ORTHO разрешает указание только тех точек, которые лежат на прямой, параллельной оси X или Y текущей ПСК и проходящей через последнюю указанную в текущей команде точку. При включении режима ортогонального рисования режим полярного отслеживания автоматически отключается, поскольку они не могут быть активными одновременно. Аналогичным образом при отслеживании включения полярного отслеживания отключается режим ORTHO. Изменение параметров полярного отслеживания осуществляется на вкладке Polar Tracking диалогового окна Drafting Settings (рис. 10).

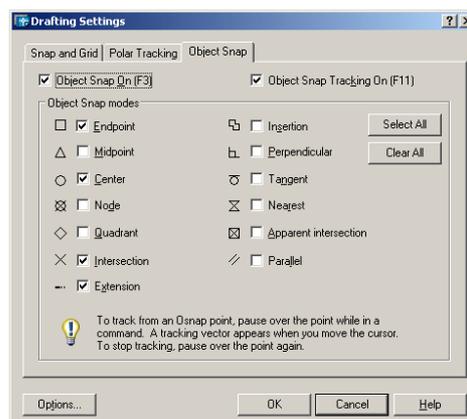


Рис. 10. Диалоговое окно изменения параметров полярного отслеживания

Это окно загружается из падающего меню Tools > Drafting Settings... или из контекстного меню, которое вызывается при щелчке правой кнопкой мыши по кнопке POLAR в строке состояния и последующем выборе пункта Settings.

1.1.2. Построение линий

Линия в AutoCAD является базовым примитивом. Линии бывают различного рода – одиночные отрезки, ломаные (с сопряжениями дугами или без них), пучки параллельных линий (мультилинии), а также эскизные. Линии рисуют, задавая координаты точек, свойства (тип, цвет и др.), значения углов.

Отрезок. Команда LINE формирует отрезок и вызывается из падающего меню Draw>Line или щелчком мыши по пиктограмме Line на панели инструментов Draw. Отрезки могут быть одиночными или объединенными в ломаную линию. Несмотря на то, что сегменты соприкасаются в конечных точках, каждый из них представляет собой отдельный объект. Отрезки используются, если требуется работа с каждым сегментом в отдельности; если же необходимо, чтобы набор линейных сегментов представлял единый объект, лучше применять полилинии. Последовательность отрезков может быть замкнутой – в этом случае конец последнего сегмента совпадает с началом первого. Запросы команды LINE: Specify first point: – указать первую точку; Specify next point or [Undo]: – указать следующую точку; Specify next point or [Undo]: Specify next point or [Close/Undo]: Specify next point or [Close/Undo]:.

Запросы команды LINE организованы циклически. Это означает, что при построении непрерывной ломаной линии конец предыдущего отрезка служит началом следующего. При перемещении к каждой следующей точке за перекрестьем тянется "резиновая нить", что позволяет отслеживать положение строящегося отрезка ломаной линии. При этом каждый отрезок ломаной линии представляет собой отдельный примитив. Цикл заканчивается после нажатия клавиши Enter в ответ на очередной запрос Specify next point or [Close/Undo]. К аналогичному результату приведет щелчок правой кнопкой мыши с последующим выбором пункта Enter из появившегося контекстного меню (рис. 11).

Ключи команды LINE: Close – замкнуть ломаную; Undo – отменить последний нарисованный отрезок.



Рис. 11.
Контекстное меню

Прямая и луч. В AutoCAD 2005 допускается построение линий, не имеющих конца в одном или в обоих направлениях. Такие линии называются соответственно лучами и прямыми. Их можно использовать в качестве вспомогательных при построении других объектов. Наличие бесконечных линий не изменяет границ рисунка. Следовательно, бесконечные линии не влияют на процесс зумирования и на видовые экраны. Прямые и лучи разрешается перемещать, поворачивать и копировать таким же образом, как и любые другие объекты. Бесконечные линии обычно строятся на отдельном слое, который перед выводом на плоттер можно заморозить или отключить. Команда XLINE, формирующая прямую, вызывается из падающего меню Draw>Construction Line или щелчком мыши по пиктограмме Construction Line на панели инструментов Draw. Прямые могут располагаться в любом месте трехмерного пространства. Существуют различные способы установки ориентации прямой. По умолчанию прямая строится путем указания двух точек, задающих ее ориентацию. Первая точка называется корневой – это условная середина прямой. Запросы команды XLINE: Specify a point or [Hor/Ver/Ang/Bisect/Offset]: Specify through point: Specify through point. Ключи команды XLINE:

Hor – построение горизонтальной прямой, проходящей через заданную точку;

Ver – построение вертикальной прямой, проходящей через заданную точку;

Ang – построение прямой по точке и углу.

Есть два способа задать угол для построения прямых. Можно либо выбрать опорную линию и указать угол между нею и прямой, либо (для построения прямой, лежащей под определенным углом к горизонтальной оси) указать угол и точку, через которую должна проходить прямая. Построенные прямые всегда параллельны текущей ПСК;

Bisect – по точке и половине угла, заданного тремя точками; при этом создается прямая, делящая какой-либо угол пополам. Нужно указать вершину угла и определяющие его линии;

Offset – по смещению от базовой линии; при этом создается прямая, параллельная какой-либо базовой линии. Следует задать величину смещения, выбрать базовую линию, а затем указать, с какой стороны от базовой линии должна проходить прямая.

Команда RAY, формирующая луч, вызывается из падающего меню Draw>Ray или щелчком мыши по пиктограмме Ray на панели инструментов. Луч представляет собой линию в трехмерном пространстве, начинающуюся в заданной точке и уходящую в бесконечность. В отличие от прямых, бесконечных с обеих сторон, луч не имеет конца только в одном направлении. Использование лучей вместо прямых помогает избежать загромождения рисунка. Как и прямые, лучи игнорируются командами, с помощью которых рисунок в его границах выводится на экран. Запросы команды RAY: Specify start point: – указать первую точку; Specify through point: – указать точку, через которую проходит луч.

Полилиния. Команда PLINE, формирующая полилинию, вызывается из падающего меню Draw>Polyline или щелчком мыши по пиктограмме Polyline на панели инструментов Draw. Полилиния представляет собой связанную последовательность линейных и дуговых сегментов и обрабатывается системой как графический примитив. Полилинии используются, если требуется работа с набором сегментов как целым, хотя допускается их редактирование по отдельности. Можно задавать ширину или полуширину отдельных сегментов, сужать полилинию или замыкать ее. При построении дуговых сегментов первой точкой дуги является конечная точка предыдущего сегмента. Дуги описываются путем указания угла, центра, направления или радиуса. Кроме того, дугу можно построить, указав вторую и конечную точки. Запросы команды PLINE: Specify start point: – указать первую точку Current line-width is 0.0000 – текущая ширина полилинии равна 0,0000. Specify next point or [Arc/Halfwidth/Length/Undo/ Width]: – указать следующую точку. Specify next point or

[Arc/Close/Halfwidth/Length/Undo/Width]: – запросы команды PLINE организованы циклически. Цикл заканчивается после нажатия клавиши Enter в ответ на очередной запрос команды. К аналогичному результату приводит щелчок правой кнопкой мыши с последующим выбором пункта Enter в появившемся контекстном меню. Ключи команды PLINE (рис. 12 и 13):

Arc – обеспечивает переход в режим дуг;

Close – замыкает полилинию отрезком. Замыкающий отрезок существенно отличается от обычного, проведенного от конечной точки к начальной. Они по-разному обрабатываются при редактировании и сглаживании полилиний, а также при подрезке углов стыков широких сегментов. Практически всегда предпочтительно использовать замыкающие отрезки;

Half width – позволяет задать полуширину, т.е. расстояние от осевой линии широкого сегмента до края;

Length – задает длину сегмента, созданного как продолжение предыдущего в том же направлении;

Undo – отменяет последний созданный сегмент;

Width – позволяет задать ширину последующего сегмента. AutoCAD запрашивает начальную и конечную ширину.

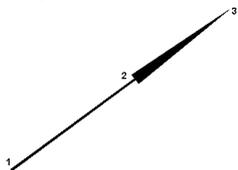


Рис. 12. Построение полилинии с установкой толщины



Рис. 13. Построение полилинии в режиме дуг

Введенное значение начальной ширины автоматически предлагается установить значением конечной ширины по умолчанию. Начальная и конечная точки широких линейных сегментов лежат на оси полилинии. Обычно угловые стыки смежных широких сегментов полилинии подрезаются; исключение составляют случаи, когда линейные сегменты не являются касательными к смежным дуговым сегментам, а также, если углы схождения очень острые или при использовании штрихпунктирных линий. При переходе команды PLINE в режим дуг запрос меняется следующим образом:

Specify next point or [Arc/Halfwidth/Length/Undo/Width]: запросы команды организованы циклически.

ARC – переход в режим построения дуг Specify endpoint of arc or [Angle/Center/Close/Direction/Halfwidth/Line/Radius/Second pt/Undo/Width]: Ключи команды PLINE в режиме построения дуг:

Angle – ввести центральный угол. По умолчанию дуга отрисовывается против часовой стрелки. Если требуется отрисовка дуги по часовой стрелке, необходимо задать отрицательное значение угла;

CEnter – указать центр дуги;

CLose – замкнуть дугой;

Direction – задать направление касательной;

Half width – определить полуширину полилинии;

Line – перейти в режим построения отрезков;

Radius – ввести радиус дуги;

Second pt – указать вторую точку дуги по трем точкам. Если дуга не является первым сегментом полилинии, то она начинается в конечной точке предыдущего сегмента и по умолчанию проводится по касательной к нему;

Undo – отменить последнюю точку;

Width – определить ширину полилинии.

Заметим, что дуговые сегменты полилинии задаются любым из способов, характерных для команды формирования дуги ARC (см. соответствующий раздел данной главы). Кроме того, такие сегменты можно построить, задав радиус, центральный угол и направление хорды. Это единственный случай, когда дуга, предлагаемая по умолчанию, не строится по касательной.

Мультилиния. Команда MLINE, формирующая мультилинию, вызывается из падающего меню Draw>Multiline или щелчком мыши по пиктограмме Multiline на панели инструментов. Мультилиния состоит из пучка параллельных линий, называемых ее элементами (рис. 14). Чтобы расставить элементы, необходимо указать смещение каждого из них относительно исходной точки. Можно создавать и сохранять стили мультилиний или же пользоваться стилем по умолчанию (мультилиния из двух элементов). Для каждого элемента задаются цвет и тип линии; соответствующие вершины элементов соединяются отрезками. Мультилинии могут иметь торцевые ограничители различного вида, например отрезки или дуги.

Запросы команды MLINE: Current settings: Justification = Top, Scale = 20.00, Style = STANDARD – текущие настройки: расположение, масштаб, стиль; Specify start point or [Justification/Scale/STyle]: – указать начальную точку; Specify next point: – указать следующую точку; Specify next point or [Undo]: Specify next point or [Close/Undo]: Specify next point or [Close/Undo].

Ключи команды MLINE: Justification – определение положения точки начала черчения: Top – верх; Zero – центр; Bottom – низ. Линия проходит соответственно с максимальным положительным, с нулевым или максимальным отрицательным смещением от заданной точки;

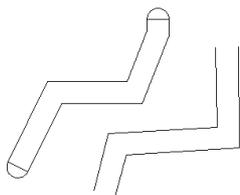


Рис. 14. Примеры мультилиний

Scale – коэффициент масштабирования. Смещение между линиями равняется заданному коэффициенту, умноженному на величину Offset, определенную в стиле;

Style – выбор стиля. При построении мультилиний используется стиль мультилинии. Он создается в диалоговом окне Multiline Styles, которое вызывается из падающего меню Format>Multiline Style... (рис. 15). Щелчком мыши по кнопке Load... можно загрузить существующий стиль; сохранить вновь созданный на диске – нажатием кнопки Save..., добавить свой – нажатием кнопки Add. Имя добавляемого стиля должно быть задано в текстовом поле Name:. По умолчанию используется стиль STANDARD.

Свойства элементов мультилинии определяются в диалоговом окне Element Properties (рис. 16):

– в области Offset определяется смещение линий мультилинии друг относительно друга;

– нажатие кнопки Linetype... выводит на экран диалоговое окно определения типа линии;

– нажатие кнопки Color... загружает диалоговое окно определения цвета каждой линии.

Свойства мультилинии определяются в диалоговом окне Multiline Properties (рис. 17):

– в области Fill установкой флажка On обеспечивается заполнение мультилинии цветом;

– в области формирования торцов Caps определяется вид концевых элементов;

– в поле Angle определяется величина угла наклона концевого элемента к мультилинии. По умолчанию используется файл стиля с именем acad.mln.

Системная переменная CMLSTYLE содержит имя текущего стиля мультилинии.

Многоугольник. Команда POLYGON, обеспечивающая формирование правильного многоугольника, вызывается из падающего меню Draw > Polygon или щелчком мыши по пиктограмме Polygon на панели инструментов Draw.

Многоугольники представляют собой замкнутые полилинии; они могут иметь от 3 до 1024 сторон равной длины. Многоугольник можно построить, либо вписав его в воображаемую окружность, либо описав вокруг нее, либо задав начало и конец одной из его сторон. Так как длины сторон многоугольников всегда равны, с их помощью легко строить квадраты и равносторонние треугольники (рис. 18).

Запросы команды POLYGON: Enter number of sides<default>: – указать число сторон; Specify center of polygon or [Edge]: – указать центр многоугольника. Ключи команды POLYGON:

Edge – указание одной стороны. При использовании этого ключа команда POLYGON выдает следующие запросы:

Specify first endpoint of edge: – указать первую конечную точку стороны;

Specify second endpoint of edge: – указать вторую конечную точку стороны. При указании центра многоугольника команда POLYGON выдает следующие запросы: Enter an option [Inscribed in circle/Circumscribed about circle]<I>: – задать опцию размещения Specify radius of circle: – задать радиус окружности, где:

Inscribed in circle – формирование многоугольника, вписанного в окружность;

Circumscribed about circle – формирование многоугольника, описанного вокруг окружности.

Вписанные многоугольники строятся (рис. 19), когда известно расстояние между центром многоугольника и его вершинами. Описанные многоугольники – когда известно расстояние между центром многоугольника и серединами его сторон (рис. 20).

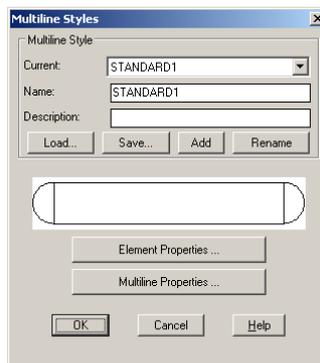


Рис. 15. Диалоговое окно создания стилей мультилинии



Рис. 16. Диалоговое окно определения свойств элемента мультилинии

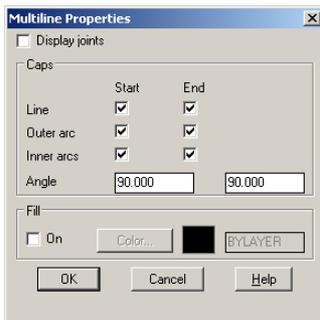


Рис. 17. Диалоговое окно определения свойств мультилинии

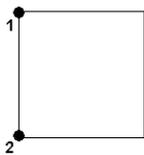


Рис. 18. Построение многоугольника по известной стороне

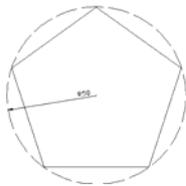


Рис. 19. Построение вписанного многоугольника

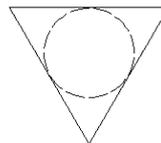


Рис. 20. Построение описанного многоугольника

1.1.3. Построение криволинейных объектов

Сплайн. Команда SPLINE – формирующая сплайн, вызывается из падающего меню Draw > Spline или щелчком мыши по пиктограмме Spline на панели инструментов Draw. Сплайн представляет собой гладкую кривую, проходящую через заданный набор точек. AutoCAD работает с одной из разновидностей сплайнов – неоднородными рациональными B-сплайнными кривыми NURBS. Использование NURBS обеспечивает достаточную гладкость кривых, проходящих через заданные контрольные точки. Сплайны применяются для рисования кривых произвольной формы, например горизонталей в географических информационных системах или при проектировании автомобилей.

Сплайн можно строить путем интерполяции по набору точек, через которые он должен проходить. Таким способом при построении кривых для двумерного и трехмерного моделирования достигается на много большая точность, чем при использовании полилиний. К тому же рисунок, использующий сплайны, занимает меньше места на диске и в оперативной памяти, чем рисунок с полилиниями.

Запросы команды SPLINE: Specify first point or [Object]: – указать первую точку; Specify next point: – указать следующую точку; Specify next point or [Close/Fit tolerance]<start tangent>: Specify next point or [Close/Fit tolerance]<start tangent>: . Сплайн строится путем указания координат определяющих точек.

Сплайны могут быть замкнутыми; при этом совпадают как сами конечная и начальная точки, так и направления касательных в них. Кроме того, в ходе построения можно изменять допуск сплайновой аппроксимации – величину, определяющую, насколько близко проходит сплайн к указанным определяющим точкам. Чем меньше значение допуска, тем ближе сплайн к определяющим точкам; при нулевом допуске он проходит прямо через них.

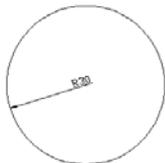


Рис. 21. Построение окружности по центру и радиусу

Окружность. Команда CIRCLE, формирующая окружность, вызывается из падающего меню Draw>Circle или щелчком мыши по пиктограмме Circle на панели инструментов Draw. Окружности можно строить различными способами (рис. 21).

По умолчанию построение производится путем указания центра и радиуса. Можно задавать центр и диаметр или только диаметр, указывая его начальную и конечную точки (рис. 22). Окружность также может строиться по трем точкам (рис. 23). Кроме того, имеется возможность определять окружность, касающуюся либо трех объектов рисунка, либо двух (в последнем случае задается еще и радиус), (рис. 24).

Запросы команды CIRCLE: Specify center point for circle or [3P/2P/Ttr (tan tan radius)]: – указать центр окружности; Specify radius of circle or [Diameter]: – указать радиус окружности.

Ключи команды CIRCLE:

3P – строит окружность по трем точкам, лежащим на окружности. При использовании этого ключа команда CIRCLE выдает следующие запросы:

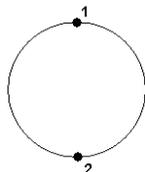


Рис. 22. Построение окружности по двум точкам диаметра

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

3P – переход в режим построения окружности по трем точкам; Specify first point on circle: – указать первую точку окружности; Specify second point on circle: – указать вторую точку окружности Specify third point on circle: – указать третью точку окружности;

2P – строит окружность по двум точкам, лежащим на диаметре. При использовании этого ключа команда CIRCLE выдает следующие запросы:

Specify center point for circle or [3P/2P/Ttr (tan tan radius)]: 2P – переход в режим построения окружности по двум точкам;

Specify first end point of circle's diameter:–

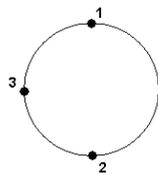


Рис. 23. Построение окружности по трем точкам

указать первую конечную точку диаметра окружности;

Specify second end point of circle's diameter: – указать вторую конечную точку диаметра окружности;

Ttr – строит окружность по двум касательным и радиусу. При использовании этого ключа команда CIRCLE выдает следующие запросы:

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

TTR – переход в режим построения окружности по двум касательным и радиусу; Specify point on object for first tangent of circle: – указать точку на объекте, задающую первую касательную; Specify point on object for second tangent of circle: – указать точку на объекте, задающую вторую касательную; Specify radius of circle <default>: – указать радиус окружности.

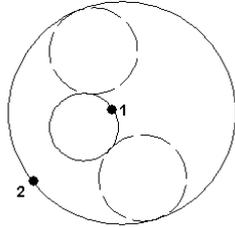


Рис. 24. Построение окружности, касательной двум примитивам

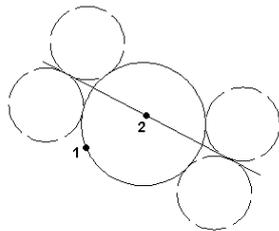


Рис. 25. Построение окружности, касательной двум другим окружностям

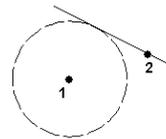


Рис. 26. Построение окружности, касательной прямой

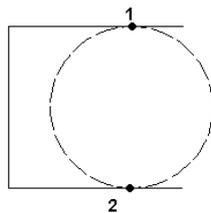


Рис. 27. Построение окружности по двум точкам диаметра, лежащим на концах отрезка

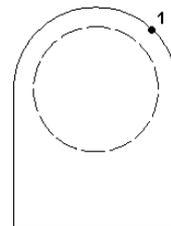


Рис. 28. Построение концентрической окружности

Дуга. Команда ARC, формирующая дугу» вызывается из падающего меню Draw>Arc или щелчком мыши по пиктограмме Arc на панели инструментов Draw. Дуги можно строить различными способами. По умолчанию построение производится путем указания трех точек: начальной, промежуточной и конечной. Дугу можно также определить, задав центральный угол, радиус, направление или длину хорды. Хордой называется отрезок, соединяющий начало и конец дуги. По умолчанию дуга рисуется против часовой стрелки. Ключи команды ARC:

- Center – точка центра дуги;
- End – конечная точка дуги;
- Angle – величина угла;
- chord Length – длина хорды;
- Direction – направление касательной;
- Radius – радиус дуги.

Существует несколько способов построения дуги при помощи команды ARC:

SPoint – построение дуги по трем точкам, лежащим на дуге (рис. 29). Запросы команды ARC:

Specify start point of arc or [CEnter]: – указать начальную точку дуги; Specify second point of arc or [CEnter/ENd]: – указать вторую точку дуги; Specify end point of arc: – указать конечную точку дуги;

Start, Center, End – построение дуги по стартовой точке, центру и конечной точке дуги. Положительным направлением считается построение дуги против часовой стрелки. Запросы:

Specify start point of arc or [CEnter]: – указать начальную точку дуги; Specify second point of arc or [CEnter/ENd]: C – переход в режим построения дуги по центру; Specify center point of arc: – указать центр дуги; Specify end point of arc or [Angle/chord Length]: – указать конечную точку дуги;

Start, Center, Angle – построение дуги по стартовой точке, центру и углу (рис. 30). Положительным направлением считается построение дуги против часовой стрелки; изменить направление на противоположное можно, задав отрицательное значение угла. Запросы:

Specify start point of arc or [CEnter]: – указать начальную точку дуги; Specify second point of arc or [CEnter/ENd]: C – переход в режим построения дуги по центру; Specify center point of arc: – указать центр дуги; Specify end point of arc or [Angle/chord Length]: A – переход в режим построения дуги по углу; Specify included angle: – указать центральный угол;

Start, Center, Length – построение дуги по стартовой точке, центру и длине хорды. Дуга строится против часовой стрелки от начальной точки, причем по умолчанию – меньшая из двух возможных (т.е. дуга, которая меньше 180°). Если же вводится отрицательное значение длины хорды, будет нарисована большая дуга. Запросы:

Specify start point of arc or [CEnter]: – указать начальную точку дуги; Specify second point of arc or [CEnter/ENd]: C – переход в режим построения дуги по центру; Specify center point of arc: – указать центр дуги; Specify end point of arc or [Angle/chord Length]: L – переход в режим построения дуги по длине хорды; Specify length of chord: – указать длину хорды;

Start, End, Angle – построение дуги по стартовой точке, конечной точке и углу. Положительным направлением считается построение дуги против часовой стрелки, изменить направление на противоположное можно, задав отрицательное значение угла. Запросы:

Specify start point of arc or [CEnter]: – указать начальную точку дуги; Specify second point of arc or [CEnter/ENd]: E – переход в режим построения дуги по конечной точке; Specify end point of arc: – указать конечную точку дуги; Specify center point of arc or [Angle/Direction/Radius]: A – переход в режим построения дуги по углу; Specify included: – указать центральный угол;

Start, End, Direction – построение дуги по стартовой точке, конечной точке и направлению – углу наклона касательной из начальной точки. Запросы:

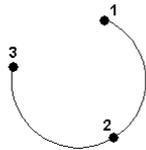


Рис. 29. Построение дуги по трем точкам

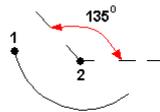


Рис. 30. Построение дуги по стартовой точке, центру и углу

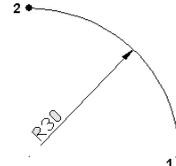


Рис. 31. Построение дуги по стартовой точке, центру и радиусу

Specify start point of arc or [CEnter]: – указать начальную точку дуги; Specify second point of arc or [CEnter/ENd]: E – переход в режим построения дуги по конечной точке; Specify end point of arc: – указать конечную точку дуги; > Specify center point of arc or [Angle/Direction/Radius]: D – переход в режим построения дуги по направлению касательной; Specify tangent direction for the start point of arc: – указать направление касательной от начальной точки дуги;

Start, End, Radius – построение дуги по стартовой точке, конечной точке и радиусу (рис. 31). Строится меньшая дуга против часовой стрелки. Запросы:

Specify start point of arc or [CEnter] – указать начальную точку дуги; Specify second point of arc or [CEnter/ENd]: E – переход в режим построения дуги по конечной точке; Specify end point of arc: – указать конечную точку дуги; Specify center point of arc or [Angle/Direction/Radius]: R – переход в режим построения дуги по радиусу; Specify radius of arc: – указать радиус дуги;

Center, Start, End – построение дуги по центру, стартовой и конечной точке. Запросы:

Specify start point of arc or [CEnter]: C – переход в режим построения дуги по центру;

Specify center point of arc: – указать центр дуги;

Specify start point of arc: – указать начальную точку дуги; Specify end point of arc or [Angle/chord Length]: – указать конечную точку дуги;

Center, Start, Angle – построение дуги по центру, стартовой точке и углу. Запросы:

Specify start point of arc or [CEnter] – переход в режим построения дуги по центру;

Specify center point of arc: – указать центр дуги;

Specify start point of arc: – указать начальную точку дуги;

Specify end point of arc or [Angle/chord Length]: A – переход в режим построения дуги по углу;

Specify included angle: – указать центральный угол;

Center, Start, Length – построение дуги по центру, стартовой точке и длине хорды. Запросы:

Specify start point of arc or [CEnter]: C – переход в режим построения дуги по центру;

Specify center point of arc: – указать центр дуги;

Specify start point of arc: – указать начальную точку дуги;

Specify end point of arc or [Angle/chord Length]: L – переход в режим построения дуги по длине хорды;
Specify length of chord: – указать длину хорды;

ArcCont: – построение дуги как продолжения предшествующей линии или дуги. При этом начальной точкой дуги и ее начальным направлением станут соответственно конечная точка и конечное направление последней созданной дуги или последнего созданного отрезка. Такой способ особенно удобен для построения дуги, касательной к заданному отрезку.
Запросы:

Specify start point of arc or [Center]: – указать начальную точку дуги; Specify end point of arc: – указать конечную точку дуги.

Эллипс. Команда ELLIPSE, обеспечивающая формирование эллипса, вызывается из падающего меню Draw>Ellipse или щелчком мыши по пиктограмме Ellipse на панели инструментов Draw. Имеется возможность строить эллипсы и эллиптические дуги, причем с математической точки зрения эти объекты – действительно эллипсы, а не какие-либо аппроксимирующие их кривые (рис. 32). По умолчанию построение эллипсов производится путем указания начальной и конечной точек первой оси, а также половины длины второй оси. Самая длинная ось эллипса называется его большой осью, самая короткая – малой. Оси могут определяться в любом порядке. Запросы команды ELLIPSE: Specify axis endpoint of ellipse or [Arc/Center]: – указать конечную точку оси эллипса; Specify other endpoint of axis: – указать вторую конечную точку оси; Specify distance to other axis or [Rotation]: – указать длину другой оси. Ключи команды ELLIPSE: Center – указание центра эллипса. Запросы:

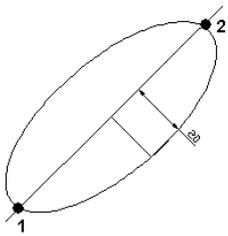


Рис. 32. Построение эллипса

Specify axis endpoint of ellipse or [Arc/Center]: C – переход в режим указания центра эллипса; Specify center of ellipse: – указать центр эллипса; Specify endpoint of axis: – указать конечную точку оси; Specify distance to other axis or [Rotation]: – указать длину другой оси;

Arc – режим построения эллиптических дуг. По умолчанию эллиптические дуги, как и эллипсы, строятся путем указания конечных точек первой оси и половины длины второй. После этого задаются начальный и конечный углы.

Нулевым углом считается направление от центра эллипса вдоль его большой оси. Направление возрастания угла определяется значением системной переменной ANGDIR. Если она равна 0, то возрастание угла происходит при движении против часовой стрелки; если 1 – по часовой стрелке. Если начальный и конечный углы совпадают, строится полный эллипс. Вместо конечного угла можно указать центральный угол дуги, измеренный от начальной точки. Запросы:

Specify axis endpoint of ellipse or [Arc/Center]: A – переход в режим построения эллиптических дуг; Specify axis endpoint of elliptical arc or [Center]: – указать конечную точку оси эллиптической дуги; Specify other endpoint of axis: – указать вторую конечную точку оси; Specify distance to other axis or [Rotation]: – указать длину другой оси; Specify start angle or [Parameter]: – указать начальный угол; Specify end angle or [Parameter/Included angle]: – указать конечный угол.

Кольцо. Команда DONUT формирует кольца и вызывается из падающего меню Draw>Donut или щелчком мыши по пиктограмме Donut. С помощью функции построения колец легко строить закрашенные кольцеобразные объекты и круги (рис. 33).

В действительности они представляют собой замкнутые полилинии ненулевой ширины.

Для построения кольца необходимо задать его внутренний и внешний диаметры, а также центр.

За один вызов команды можно построить любое количество колец одинакового диаметра, но с разными центрами. Работа команды завершается нажатием клавиши Enter. Если требуется построить заполненный круг, следует задать нулевой внутренний диаметр кольца.

Текущее значение внутреннего диаметра кольца хранится в системной переменной DONUT ID, а значение внешнего диаметра – в переменной DONUTOD.

Закраской колец и широких полилиний управляет системная переменная FILLMODE. Запросы команды DONUT: Specify inside diameter of donut <default>: – указать внутренний диаметр кольца; Specify outside diameter of donut <default>: – указать внешний диаметр кольца; Specify center of donut or <exit>: – указать центр кольца; Specify center of donut or <exit>: – указать центр кольца; Specify center of donut or <exit>: – для завершения команды нажать клавишу Enter.

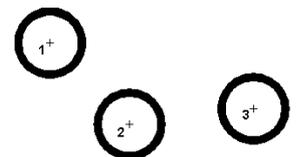


Рис. 33. Построение кольца

1.2. КОМАНДЫ ОФОРМЛЕНИЯ ЧЕРТЕЖЕЙ

1.2.1. Штриховка

Штрихование – это заполнение указанной области по определенному образцу. Команда BHATCH, формирующая ассоциативную штриховку, вызывается из падающего меню Draw>Hatch... или щелчком мыши по пиктограмме Hatch на панели инструментов Draw. При обращении к команде BHATCH загружается диалоговое окно Boundary Hatch and Fill, показанное на рис. 34 [4].

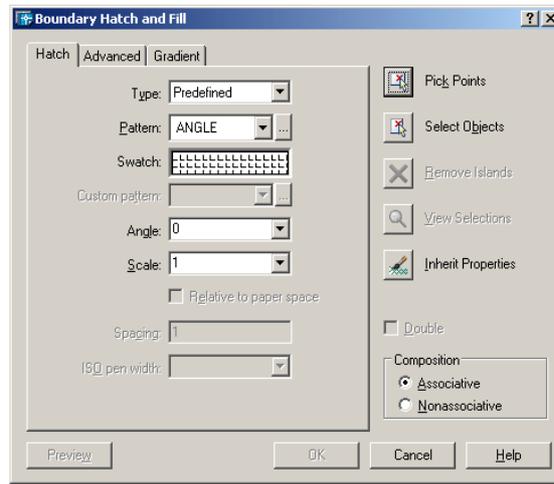


Рис. 34. Диалоговое окно штриховки

Команда BHATCH позволяет наносить не только ассоциативную, но и неассоциативную штриховку. Ассоциативность здесь означает, что при изменении границ контура изменяется и штриховка. Неассоциативная штриховка не зависит от контура границы. Определение контура в команде BHATCH производится автоматически на основании указания точки, принадлежащей штрихуемой области. Все объекты, полностью или частично попадающие в область штриховки и не являющиеся ее контуром, игнорируются и не влияют на процесс штриховки. В некоторых случаях контур содержит выступающие края и островки, которые можно либо штриховать, либо пропускать. Островками называются замкнутые области, расположенные внутри области штрихования. Команда BHATCH позволяет штриховать область, ограниченную замкнутой кривой, как путем простого указания внутри контура, так и путем выбора объектов. При этом контур определяется автоматически, а любые целые примитивы и их составляющие, которые не являются частью контура, игнорируются. В поставку AutoCAD входит более 50 образцов штриховки, удовлетворяющих промышленным стандартам и служащих для обозначения различных компонентов объектов или графического представления различных материалов. В программе имеется 14 образцов штриховки, удовлетворяющих стандартам ISO (Международной организации по стандартизации). Для штриховки по стандарту ISO можно задать ширину пера, которая определяет вес линии образца. Помимо образцов, поставляемых с AutoCAD, можно использовать образцы из внешних библиотек. Выбор образца штриховки осуществляется в области Pattern. Удобно пользоваться как раскрывающимся списком, так и диалоговым окном Hatch Pattern Palette, показанным на рис. 35, где содержатся пиктограммы с графическими образцами различных штриховок. Для выбора образца штриховки достаточно указать его изображение.

Для использования стандартных образцов штриховок необходимо в области Type: выбрать из раскрывающегося списка пункт Predefined. Имя образца штриховки запоминается в системной переменной HPNAME. Текстовые поля Scale: и Angle: позволяют задать масштабный коэффициент и угол наклона для выбранного образца штриховки. При этом введенные параметры запоминаются в системных переменных HPSCALE и HPANG.

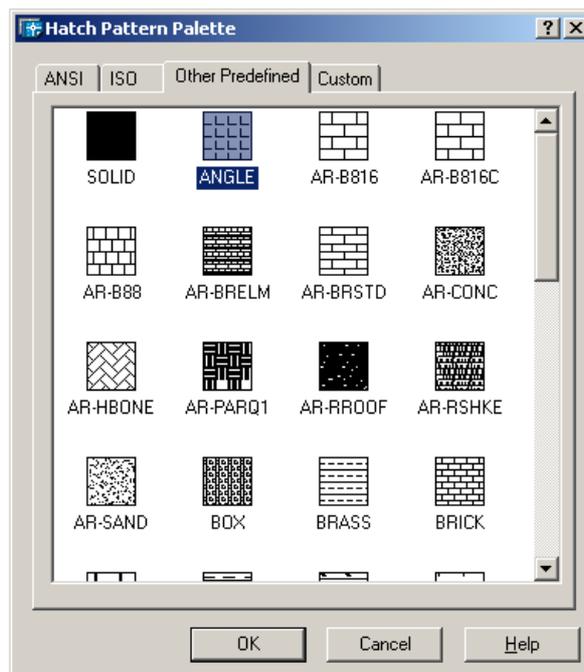


Рис. 35. Диалоговое окно с образцами штриховки

Чтобы создать новый пользовательский образец штриховки, надо в области Type: выбрать из раскрывающегося списка пункт User defined. При этом следует задать угол наклона в поле Angle:, расстояние между линиями штриховки в поле

Spacing: и, если необходимо, поставить флажок Double для отрисовки дополнительных линий под углом 90° к основным линиям штриховки.

Ассоциативность штриховки устанавливается в области Composition выбором одного из параметров: Associative или Noassociative. Для автоматического определения контура штриховки путем указания точек необходимо нажать кнопку Pick Points. При этом выдается запрос: Select internal point: – указать внутреннюю точку; Selecting everything – осуществляется выбор всех объектов; Selecting everything visible – осуществляется выбор всех видимых объектов; Analyzing the selected data – осуществляется анализ выбранных данных; Analyzing internal islands – осуществляется анализ внутренних островков; Select internal point: – указать внутреннюю точку; Analyzing internal islands – осуществляется анализ внутренних островков; Select internal point: – нажать клавишу Enter по завершении выбора штрихуемой области. При определении нескольких контуров штриховки необходимо выбрать несколько внутренних точек, а затем нажать клавишу Enter. Если AutoCAD определяет, что контур не замкнут или точка находится не внутри контура, то на экране появляется диалоговое окно Boundary Definition Error с сообщением об ошибке. Для выбора любым стандартным способом объектов в качестве контура штриховки необходимо нажать кнопку Select objects. Контур штриховки могут представлять собой любую комбинацию отрезков, дуг, окружностей, двумерных полилиний, эллипсов, сплайнов, блоков и видовых экранов пространства листа. Каждый из компонентов контура должен хотя бы частично находиться в текущем виде. По умолчанию AutoCAD определяет контуры путем анализа всех замкнутых объектов рисунка. Когда штрихование производится стилем Normal, островки остаются незаштрихованными, а вложенные островки штрихуются, как показано на рис. 36. При этом штрихование производится вовнутрь, начиная от внешнего контура.

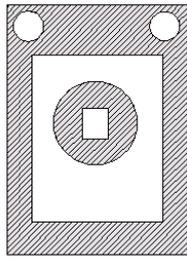


Рис. 36. Пример контура, заштрихованного стилем Normal

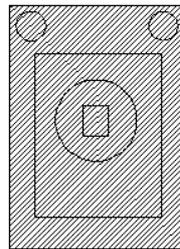


Рис. 37. Пример контура, заштрихованного стилем Ignore

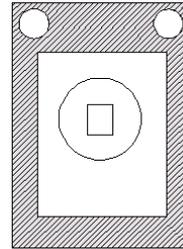


Рис. 38. Пример контура, заштрихованного стилем Outer

Если обнаружено внутреннее пересечение, штрихование прекращается, а на следующем пересечении возобновляется. Таким образом, данный стиль задает штрихование областей, отделенных от внешней части нечетным числом замкнутых контуров; области, отделенные четным числом контуров, не штрихуются. При использовании игнорирующего Ignore и внешнего стиля Outer штриховка аналогичного контура выглядит иначе, (рис. 37, 38). Стиль Ignore задает штрихование всей области, ограниченной внешним контуром, без учета вложенных контуров.

При использовании стиля Outer штрихование производится от внешнего контура и окончательно прекращается при первом обнаруженном пересечении. Стили Normal, Ignore и Outer устанавливаются в области Island detection style на вкладке Advanced диалогового окна Boundary Hatch (рис. 39).

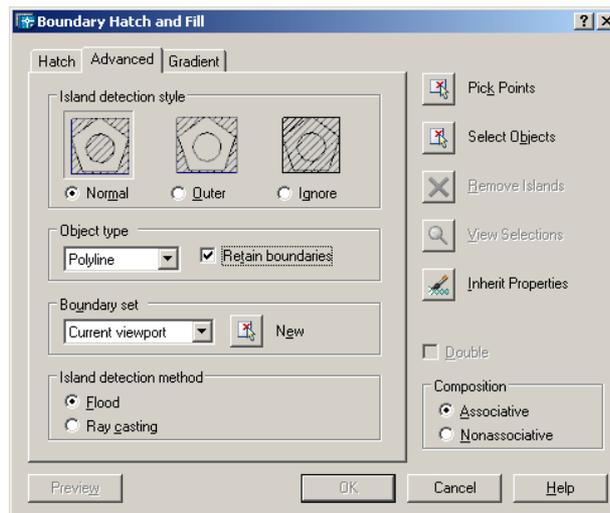


Рис. 39. Диалоговое окно определения стилей штриховки

Если на пути линии штриховки встречаются текст, атрибут, форма, полоса или закрашенная фигура и данный объект входит в набор контуров, AutoCAD не наносит на него штриховку. В результате, например, читаемость текста, размещенного внутри заштрихованного контура, не ухудшается. Если же перечисленные объекты также нужно заштриховать, следует воспользоваться стилем Ignore.

Выбор образца штриховки можно осуществить в окне инструментальной палитры, перетащив образец штриховки на заданный контур.

1.2.2. Простановка размеров

Размеры показывают геометрические величины объектов, расстояния и углы между ними, координаты отдельных точек. В AutoCAD используется 11 видов размеров, которые можно разделить на три основных типа: линейные (рис. 40 – 42), радиальные (рис. 43) и угловые (рис. 44).

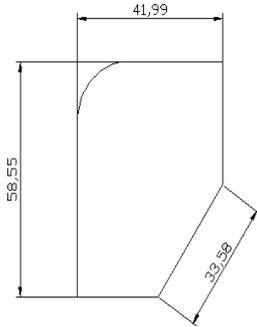


Рис. 40. Горизонтальный, вертикальный и параллельный размеры

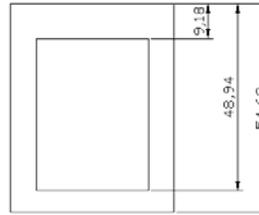


Рис. 41. Базовые размеры

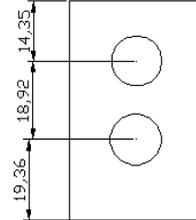


Рис. 42. Размерные цепи

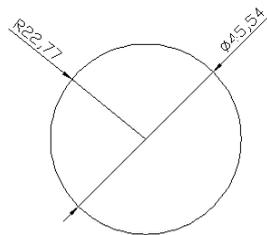


Рис. 43. Радиальные размеры

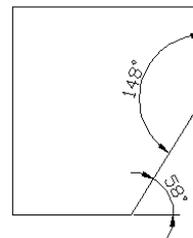


Рис. 44. Угловые размеры

Линейные размеры делятся на горизонтальные, вертикальные и параллельные, повернутые, ординатные, базовые и размерные цепи.

Команды простановки размеров находятся в падающем меню Dimension. Для удобства можно воспользоваться пиктограммами на одноименной панели инструментов (рис. 45).

В изображении размеров входят следующие составные элементы:

- размерная линия – линия со стрелками на концах, выполненная параллельно соответствующему измерению. Как правило, размерные линии помещаются между выносными. Если на короткой размерной линии не хватает места, размерные стрелки или текст размещаются снаружи в зависимости от настроек размерного стиля. Для угловых размеров размерной линией является дуга;

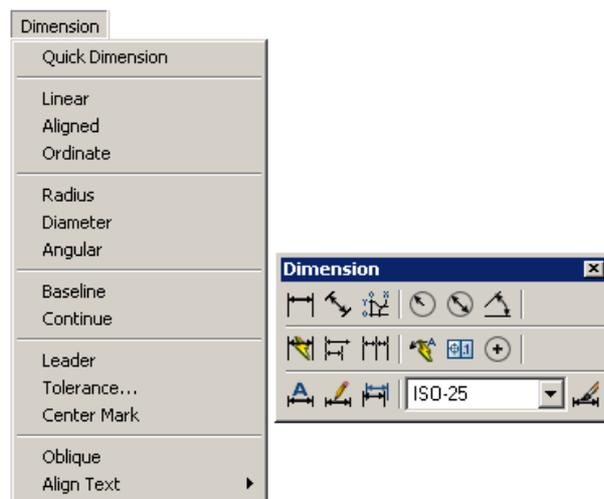


Рис. 45. Падающее меню и панель инструментов Dimension

- размерные стрелки – стрелки, засечки или произвольный маркер, определяемый как блок, для обозначения концов размерной линии;

- выносные линии проводятся от объекта к размерной линии. Могут быть построены перпендикулярно ей или быть наклонными. Формируются только для линейных и угловых размеров (используются, если размерная линия находится вне образмериваемого объекта);

- размерный текст – текстовая строка, содержащая величину размера и другую информацию (например, обозначения диаметра, радиуса, допуска). Это обязательный элемент, т.е. его вывод на рисунок можно подавить. Есть возможность принять размер, автоматически вычисленный AutoCAD, или заменить его другим текстом. Если принимается текст по умолчанию, к нему можно автоматически добавить допуски и ввести префикс и суффикс;

- выноски используются, если размерный текст невозможно расположить рядом с объектом;
- маркер центра – небольшой крестик, отмечающий центр окружности или дуги;
- осевые линии – линии с разрывом (штрихпунктирные), пересекающиеся в центре окружности или дуги и делящие ее на квадранты.

Все линии, стрелки, дуги и элементы текста, составляющие размер, будут рассматриваться как один размерный примитив, если установлен режим ассоциативного образмеривания. Ассоциативные размеры изменяются в соответствии с изменением элементов, которые образмериваются.

Линейные размеры. AutoCAD обеспечивает несколько видов простановки линейных размеров, отличающихся углом, под которым проводится размерная линия. Команда DIMLINEAR позволяет создавать горизонтальный, вертикальный, повернутый или параллельный размеры (рис. 46 – 49).

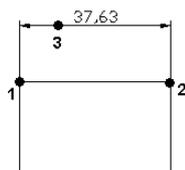


Рис. 46. Простановка горизонтального размера

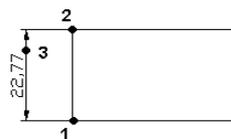


Рис. 47. Простановка вертикального размера

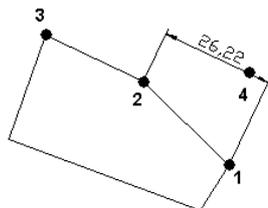


Рис. 48. Простановка повернутого размера

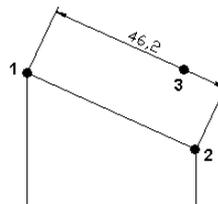


Рис. 49. Простановка параллельного размера

Команда вызывается из падающего меню Dimension>Linear или щелчком мыши по пиктограмме Linear Dimension на панели инструментов Dimension. Запросы команды DIMLINEAR: Specify first extension line origin or <select object>: – указать начало первой выносной линии; Specify second extension line origin: – указать начало второй выносной линии; Specify dimension line location or [Mtext/Text/Angle/Horizontal/Vertical/Rotated]: – указать положение размерной линии Dimension text = измеренное значение. Если на первый запрос нажать клавишу Enter, команда DIMLINEAR выдает следующие запросы: Specify first extension line origin or <select object>: – нажать клавишу Enter для указания объекта; Select object to dimension: – выбрать объект для нанесения размера; Specify dimension line location or [Mtext/Text/Angle/Horizontal/Vertical/Rotated]: – указать положение размерной линии Dimension text = измеренное значение. Ключи команды DIMLINEAR: Mtext – позволяет редактировать размерный текст в редакторе многострочного текста, можно полностью изменить текст или сохранить измеренное значение с помощью угловых скобок и при необходимости добавить любой текст до и после скобок; Text – позволяет редактировать размерный текст, при этом выдается запрос: Enter dimension text <измеренное значение>: – ввести необходимую текстовую строку; Angle – позволяет задать угол поворота размерного текста, при этом выдается запрос: Specify angle of dimension text: – указать угол поворота размерного текста; Horizontal – определяет горизонтальную ориентацию размера, отмеряет расстояние между двумя точками по оси X; Vertical – определяет вертикальную ориентацию размера, отмеряет расстояние между двумя точками по оси Y; Rotated – осуществляет поворот размерной и выносных линий, отмеряет расстояние между двумя точками вдоль заданного направления в текущей ПСК. При этом выдается запрос: Specify angle of dimension line <0>: – указать угол поворота размерной линии.

Параллельный размер. С помощью команды DIMALIGNED создается размер, параллельный измеряемой линии объекта. Размер создается подобно горизонтальному, вертикальному и повернутому. Команда вызывается из ниспадающего меню Dimension>Aligned или щелчком мыши по пиктограмме Aligned Dimension на панели инструментов Dimension. Запросы команды DIMALIGNED: Specify first extension line origin or <select object>: – указать начало первой выносной линии; Specify second extension line origin: – указать начало второй выносной линии; Specify dimension line location or [Mtext/Text/Angle]: – указать положение размерной линии Dimension text = измеренное значение.

Базовые размеры и размерные цепи представляют собой последовательность линейных размеров. Базовые размеры – это последовательность размеров, отсчитываемых от одной базовой линии (рис. 50). У размерных цепей начало каждого размера совпадает с концом предыдущего. Перед построением базового размера или цепи на объекте должен быть предоставлен хотя бы один линейный, ординатный или угловой размер. Команда DIMBASELINE позволяет создавать базовые размеры. Вызывается она из падающего меню Dimension>Baseline или щелчком мыши по пиктограмме Baseline Dimension на панели инструментов Dimension. Запросы команды DIMBASELINE: Specify a second extension line origin or [Undo/Select] <Select>: – указать начало второй выносной линии Dimension text = измеренное значение; Specify a second extension line origin or [Undo/Select] <Select>: – указать начало следующей выносной линии Dimension text = измеренное значение; Specify a second extension line origin or [Undo/Select] <Select>: – указать начало следующей выносной линии Dimension text = измеренное значение; Specify a second extension line origin or [Undo/Select] <Select>: – указать начало следующей выносной линии или нажать клавишу Enter; Select base dimension: – выбрать исходный размер или нажать клавишу Enter для завершения команды. Если предыдущий размер не был линейным или если в ответ на первый запрос была нажата клавиша Enter, то предлагается выбрать линейный размер, который будет использоваться в качестве базового. При этом выдается следующий запрос: Select base dimension: – выбрать исходный размер. Далее следуют стандартные запросы команды DIMBASELINE. Расстояние между размерными линиями в базовых размерах задается системной переменной DIMDLI.

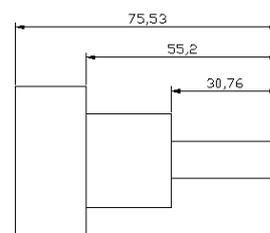


Рис. 50. Простановка базовых размеров

Размерная цепь. Команда DIMCONTINUE позволяет создавать последовательную размерную цепь (рис. 51). Команда вызывается из падающего меню Dimension>Continue или щелчком мыши по пиктограмме Continue Dimension на панели инструментов Dimension. Запросы команды DIMCONTINUE: Specify a second extension line origin or [Undo/Select] <Select>: – указать начало второй выносной линии Dimension text = измеренное значение; Specify a second extension line origin or [Undo/Select] <Select>: – указать начало следующей выносной линии Dimension text = измеренное значение; Specify a second extension line origin or [Undo/Select] <Select>: – указать начало следующей выносной линии Dimension text = измеренное значение; Specify a second extension line origin or [Undo/Select] <Select>: – указать начало следующей выносной линии или нажать клавишу Enter; Select continued dimension: – выбрать исходный размер или нажать клавишу Enter для завершения команды. Если предыдущий размер не был линейным или если в ответ на первый запрос была нажата клавиша Enter, то предлагается выбрать линейный размер, который будет использован для продолжения. При этом выдается следующий запрос: Select continued dimension: – выбрать исходный размер. Далее следуют стандартные запросы команды DIMCONTINUE.

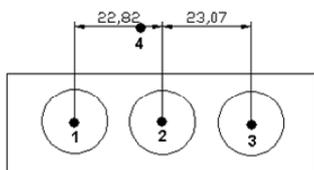


Рис. 51. Постановка последовательной размерной цепи

Радиальные размеры. Команда DIMDIAMETER строит диаметр окружности или дуги (рис. 52). Команда вызывается из падающего меню Dimension>Diameter или щелчком мыши по пиктограмме Diameter Dimension на панели инструментов Dimension. Запросы команды DIMDIAMETER: Select arc or circle: – выбрать дугу или круг Dimension text = измеренное значение; Specify dimension line location or [Mtext/Text/Angle]: – указать положение размерной линии. При простановке размера диаметра текст по умолчанию начинается со знака Ø. Ключи команды позволяют изменять размерный текст и угол наклона размерного текста. Маркеры центра и осевые линии автоматически появляются в центре дуги или круга, если размер проставляется снаружи, и не наносятся, если размер проставляется внутри круга или дуги, а также в случае, когда маркеры центра отключены. Имеется возможность произвести принудительное размещение размерного текста и линии-выноски внутри круга или дуги.

Команда DIMRADIUS, позволяющая построить радиус окружности или дуги (рис. 53), вызывается из падающего меню Dimension>Radius или щелчком мыши по пиктограмме Radius Dimension на панели инструментов Dimension. Запросы DIMRADIUS аналогичны запросам команды DIMDIAMETER. По умолчанию при простановке радиуса текст начинается с символа R.

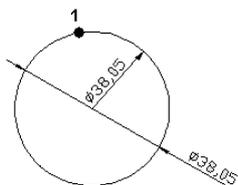


Рис. 52. Простановка диаметра

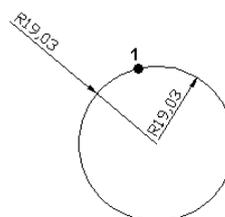


Рис. 53. Простановка радиуса

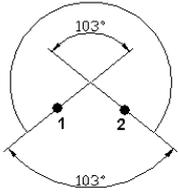


Рис. 54. Простановка углового размера

Угловые размеры. Команда DIMANGULAR позволяет проставить угловой размер (рис. 54). Она вызывается из падающего меню Dimension> Angular или щелчком мыши по пиктограмме Angular Dimension на панели инструментов Dimension. Запросы команды DIMANGULAR: Select arc, circle, line, or <specify vertex>: – выбрать дугу, круг, отрезок; Select second line: – если первое указание было отрезком, следует указать второй отрезок, не параллельный первому; Specify dimension arc line location or [Mtext/Text/Angle]: – указать местоположение размерной линии Dimension text = измеренное значение. Если в ответ на первый запрос нажата клавиша Enter, то угловой размер строится по трем точкам и команда DIMANGULAR выдает следующие запросы: Specify angle vertex: – выбрать вершину угла; Specify first angle endpoint: – указать первую конечную точку угла; Specify second angle endpoint: – указать вторую конечную точку угла; Specify dimension arc line location or

[Mtext/Text/Angle]: – указать местоположение размерной линии Dimension text = измеренное значение. При простановке углового размера текст по умолчанию завершается знаком градуса °.

Ключи команды позволяют изменять размерный текст и угол его наклона. Когда угол образован двумя непараллельными прямыми, размерная дуга стягивает угол между ними. Если в этом случае дуга не пересекается с обоими или с одним из образимруемых отрезков, AutoCAD проводит одну или две выносные линии до пересечения с размерной дугой. Стягиваемый угол всегда меньше 180°.

Ординатные размеры определяют расстояние по оси координат от базовой точки до образимруемого объекта (например, до отверстия в деталях). Применение таких размеров предохраняет от накапливающихся ошибок, поскольку положение объектов отмеряется от единой базовой точки. Ординатный размер состоит из значения координаты x или y и выноски. Ординатный размер по X выражает расстояние от начала координат до объекта вдоль оси X , а ординатный размер по Y – соответственно вдоль оси Y . Если указана точка, AutoCAD автоматически определяет, по какой оси проставлять ординатный размер. Такой способ называется автоматическим нанесением ординатных размеров.

Текст ординатного размера располагается вдоль выноски независимо от ориентации текста, заданной текущим размерным стилем. Ключи команды позволяют изменять размерный текст и угол его наклона. Выноска-отрезок или каждый сегмент выноски-ломаной отрисовывается перпендикулярно одной из осей координат, поэтому целесообразно включать режим ORTHO. Команда DIMORDINATE позволяет проставлять ординатные размеры. Она вызывается из падающего меню Dimension>Ordinate или щелчком мыши по пиктограмме Ordinate Dimension на панели инструментов Dimension. Запросы команды DIMORDINATE: Specify feature location: – указать положение элемента; Specify leader endpoint or [Xdatum/Ydatum/Mtext/Text/Angle]: – указать конечную точку выноски или координату, которую необходимо изменить; как следствие, изменится ориентация выносок и размерного текста Dimension text = измеренное значение.

Команда QLEADER, предназначенная для построения выноски, вызывается из падающего меню Dimension>Leader или щелчком мыши по пиктограмме Quick Leader на панели инструментов Dimension. Запросы команды QLEADER: Specify first leader point, or [Settings] <Settings>: – указать первую точку выноски. Specify next point: – указать следующую точку выноски; Specify next point: – указать следующую точку выноски; Specify text width <0>: – указать ширину текста; Enter first line of annotation text <Mtext>: – ввести первую строку текста пояснения; Enter next line of annotation text: – ввести следующую строку текста пояснения; Enter next line of annotation text: – нажать клавишу Enter для завершения работы команды.

Выносной называется линия, соединяющая на рисунке пояснительную надпись с объектом, к которому она относится. Выноски и пояснительные надписи ассоциативны, т.е. при редактировании одного из этих объектов соответственно изменяется и другой. Выноску, состоящую из прямолинейных или сплайновых сегментов, можно начать от любой точки и от любого объекта рисунка. Все свойства выноски, ее цвет, вес линии, масштаб, тип стрелки, размер и прочее определяются установкой текущего размерного стиля для первой размерной стрелки. Для связи пояснительной надписи и выноски применяется короткий отрезок, который называется полкой. Полки ставятся в случае, если отклонение от горизонтального положения превышает 15°. Для точного указания начальной точки выноски следует использовать объектную привязку.

Пояснительные надписи могут представлять собой многострочные тексты, рамки допусков формы и расположения поверхностей или вхождения блоков. Они либо строятся "с нуля", либо копируются из уже существующих пояснений. Тексты пояснительных надписей вводятся построчно в командной строке или в диалоговом окне Text Formatting, если был введен Enter на запрос Enter first line of annotation text <Mtext>: – ввести первую строку текста пояснения. Параметры пояснения, линии-выноски и стрелки, а также способ расположения текста относительно выноски можно задать в диалоговом окне Leader Settings:

- на вкладке Annotation, показанной на рис. 55, задается тип пояснения, для которого строится выноска. В качестве пояснений могут использоваться многострочный текст, копии объектов, рамки допусков формы и расположения, блоки. Параметр Copy an Object позволяет использовать в качестве пояснения уже имеющийся объект, не создавая новый. Здесь можно также указать режимы многострочного текста и настроить повторное использование пояснения для последующих выносок;

- на вкладке Leader Line & Arrow, представленной на рис. 56, указывается тип линии-выноски: ломаная Straight или сплайновая Spline.

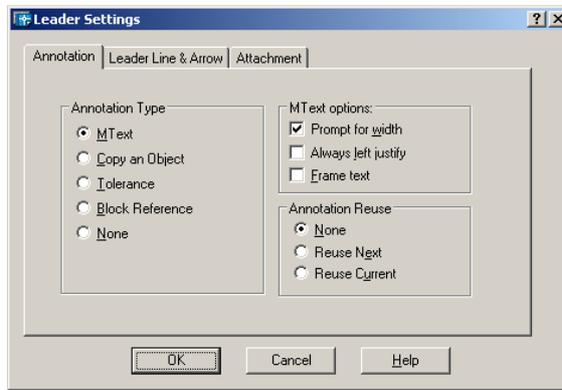


Рис. 55. Диалоговое окно параметров выноски

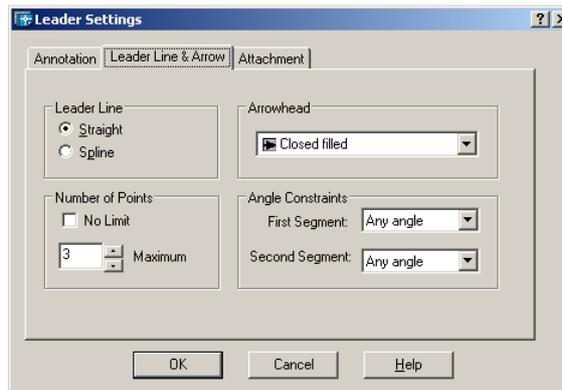


Рис. 56. Вкладка выносок и стрелок

В области Arrowhead из раскрывающегося списка можно выбрать тип стрелки, а в области Angle Constraints задать ограничения углов для сегментов выноски. Чтобы обеспечить быстрое нанесение выносок, можно в области Number of Points указать количество точек на выноске; на вкладке Attachment, представленной на рис. 57, выбирается способ расположения многострочного текста относительно выноски.

Для загрузки диалогового окна Leader Settings необходимо выбрать из падающего меню пункты Dimension>Leader, а затем нажать клавишу Enter.



Рис. 57. Диалоговое окно параметров выноски, вкладка Attachment

Быстрое нанесение размеров. Команда QDIM обеспечивает быстрое нанесение размеров (рис. 58). Она вызывается из падающего меню Dimension>QDIM или щелчком мыши по пиктограмме Quick Dimension на панели инструментов Dimension. Запросы команды QDIM: Select geometry to dimension: – выбрать объекты для нанесения размеров; Select geometry to dimension: – выбрать объекты для нанесения размеров; Select geometry to dimension: – нажать клавишу Enter по завершении выбора объектов; Specify dimension line position or [Continuous/Staggered/Base-line/Ordinate/Radius/Diameter/datum-Point/Edit/Settings] <Continuous>: – указать местоположение размерной линии. Команда QDIM запрашивает лишь указание контуров, на которые необходимо проставить размеры, и требует выбрать тип проставляемых размеров путем установки соответствующего ключа.

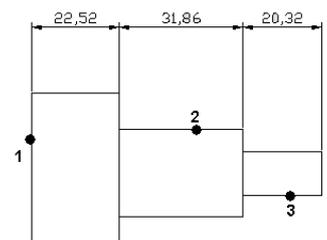


Рис. 58. Быстрое нанесение размеров

1.2.3. Управление размерными стилями

Размерный стиль – это поименованная совокупность значений всех размерных переменных, определяющая вид размера на рисунке. Команда DIMSTYLE обеспечивает работу с размерными стилями в диалоговом окне Dimension Style Manager (рис. 59).

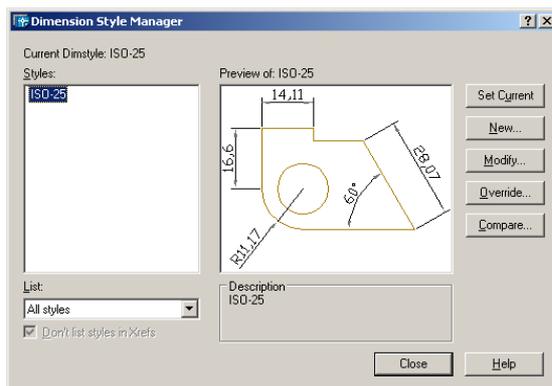


Рис. 59. Диалоговое окно управления размерными стилями

Команда вызывается из падающего меню Dimension>Style или щелчком мыши по пиктограмме Dimension Style на панели инструментов Dimension. Диспетчер размерных стилей позволяет выполнить множество различных задач:

- создать новый размерный стиль;
- изменить имеющийся размерный стиль;
- установить текущий стиль;
- просмотреть размерные стили рисунка и их свойства;
- воспользоваться предварительным просмотром размерных стилей;
- сравнить два размерных стиля или создать перечень всех свойств стиля;
- переименовать размерные стили;
- удалить размерные стили.

Размерные стили задают внешний вид и формат размеров. Они позволяют обеспечить соблюдение стандартов и упрощают редактирование размеров. Размерный стиль определяет следующие характеристики:

- формат и положение размерных линий, линий-выносок, стрелок и маркеров центра;
- внешний вид, положение и поведение размерного текста;
- правила взаимного расположения текста и размерных линий;
- глобальный масштаб размера;
- формат и точность основных, альтернативных и угловых единиц;
- формат и точность значений допусков.

Для нанесения размера AutoCAD применяет текущий размерный стиль. По умолчанию в качестве такового используется ISO-25 (International Standards Organization), если пользователем не задан иной. Стиль STANDARD создан на основе стандарта ANSI (American National Standards Institute, США), хотя и не полностью с ним совпадает. Если в рисунке используются британские единицы, то стиль STANDARD применяется по умолчанию. Стили DIN (Германия) и JIS (Japanese Industrial Standards, Япония) имеются в шаблонах рисунков AutoCAD DIN и JIS.

1.3. РЕДАКТИРОВАНИЕ ЧЕРТЕЖЕЙ

1.3.1. Выбор объектов

Большинство команд редактирования AutoCAD требует предварительного указания объектов для работы с ними [5]. Выбранные объекты – один или несколько – называются набором. Он может, например, включать в себя все объекты определенного цвета или объекты, расположенные на определенном слое. Такой набор можно создать как до, так и после вызова команды редактирования. С одним и тем же набором допустимо производить несколько операций редактирования. Если установлена системная переменная HIGHLIGHT, выбранные объекты будут подсвечены. После того как вызвана одна из команд редактирования, AutoCAD предлагает выбрать объекты. В командной строке появляется запрос: Select objects: –выбрать объекты. При этом перекрестье указателя мыши заменяется на прицел выбора. Выбор отдельных объектов производится с помощью мыши или одним из способов, которые описаны в этом разделе. При формировании набора можно выбрать последний созданный объект, текущий набор объектов, а также все объекты рисунка. Имеется возможность добавлять объекты в набор и удалять их оттуда. Различные объекты могут заноситься в набор разными способами. Например, для выбора всех объектов области рисунка, кроме нескольких, нужно сначала выделить все объекты, а затем удалить из набора те, которые не предназначены для редактирования. Способы и ключи выбора объектов:

Add – включает режим добавления для пополнения существующего набора. Это начальный режим, устанавливаемый для выбора объектов;

ALL – позволяет выбрать все примитивы, в том числе те, которые расположены на отключенных, заблокированных и замороженных слоях;

Auto – выделяет объект, на который установлен указатель мыши. Если не было выбрано ни одного объекта, указанная точка становится первым углом рамки;

BOX – задает прямоугольник по двум точкам. Если вторая точка находится справа от первой, процесс выбора аналогичен выбору рамкой Window, а если слева – выбору секущей рамкой Crossing;

Crossing – секущая рамка выделяет все объекты, которые находятся внутри или пересекают контур рамки. По умолчанию в ответ на запрос Select objects: можно указать первый угол рамки, а затем второй в направлении справа налево. Для того чтобы объект можно было выбрать, он должен быть хотя бы частично видимым. При выборе секущей рамкой в командной строке появляются запросы:

Select objects: C – переход в режим выбора объектов с помощью секущей рамки; Specify first corner: – указать первый угол рамки; Specify opposite corner: – указать другой угол рамки;

CPolygon – позволяет выбрать объекты как полностью заключенные в многоугольник, так и пересекающие его границу. Область задается путем указания точек вокруг объектов, которые следует выбирать. Многоугольник строится по мере установки этих точек; он может быть любой формы, но без самопересечений, и автоматически замыкается при указании каждой новой вершины. От последней заданной точки до указателя мыши протянута "резиновая нить". При этом в командной строке появляются запросы:

Select objects: CP – переход в режим выбора объектов с помощью многоугольника; First polygon point: – указать первую точку многоугольника; Specify endpoint of line or [Undo]: – указать конечную точку отрезка; Specify endpoint of line or [Undo]: – указать конечную точку отрезка; Specify endpoint of line or [Undo]: – нажать клавишу Enter для завершения выбора объектов с помощью многоугольника;

Fence – выбирает только объекты, которые пересекает линия. В отличие от рамочного или секущего многоугольника она может пересекать саму себя. При указании точек генерируется линия выбора и "резиновая нить" протягивается к перекрестью графического курсора. При этом в командной строке появляются запросы:

First fence point: – указать первую точку линии; Specify endpoint of line or [Undo]: – указать конечную точку отрезка; Specify endpoint of line or [Undo]: – указать конечную точку отрезка; Specify endpoint of line or [Undo]: – нажать клавишу Enter для завершения выбора объектов

Group – выбирает все объекты внутри заданной группы;

Last – выбирает последний нарисованный объект, видимый на экране; Multiple – одновременно выбирает несколько объектов. Процесс выбора не считается законченным до тех пор, пока на очередной запрос выбора объекта не нажата клавиша Enter или пробел;

Previous – выбирает текущий набор объектов;

Remove – устанавливает режим удаления указанных объектов из набора;

Single – устанавливает режим выбора единственного объекта. Когда указан один объект или одна группа, выбор считается законченным и запрос выбора объектов не повторяется;

Undo – отменяет (удаляет) последний добавленный в набор объект;

Window – выбирает объекты, которые целиком попадают в рамку. По умолчанию в ответ на запрос Select objects: можно указать первый угол рамки, а затем второй угол по диагонали от первого в направлении слева направо;

WPolygon – аналогичен режиму Window, но при этом позволяет выбрать объекты, содержащиеся внутри области, границы которой составляет многоугольник.

Если системная переменная PICKDRAG включена, определение рамки производится при нажатой левой кнопке мыши. Если PICKDRAG отключена (такова настройка по умолчанию), то рамка задается двумя нажатиями кнопки мыши в первой и второй точках. Очень трудно выбирать объекты, которые лежат близко или непосредственно друг на друге. Для этой цели удобнее пользоваться мышью, одновременно удерживая нажатой клавишу Ctrl: в результате включается режим циклического перебора, когда по щелчку мыши объекты выбираются один за другим, до тех пор, пока не будет выделен требуемый. Для управления процессом выбора объектов (рис. 60) необходимо загрузить из падающего меню Tools>Options диалоговое окно Options. Задать метод сортировки объектов можно на вкладке User Preferences. Режим выбора объектов и размер прицела определяются на вкладке Selection, показанной. Подробнее об этом рассказывается в разделе "Настройка рабочей среды AutoCAD".

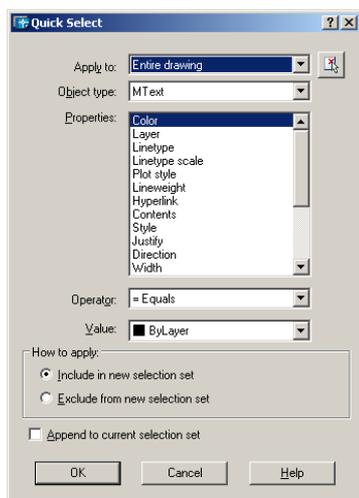


Рис. 60. Диалоговое окно быстрого выбора

1.3.2. Применение фильтр-списков

Существует возможность ограничить выбираемый набор объектов такими свойствами, как цвет, слой и тип объекта и прочими путем использования функции быстрого выбора или фильтра списков. Например, можно выбрать на рисунке только окружности красного цвета или, наоборот, выбрать все объекты, кроме окружностей красного цвета. Функция быстрого выбора Quick Select позволяет сформировать набор объектов по заданному критерию отбора. В диалоговом окне Object Selection Filters задаются и сохраняются для дальнейшего применения различные фильтры выбора объектов. При фильтрации распознаются только цвета, типы линий и веса линий, явно присвоенные объектам, но не унаследованные по слою. Например, объект может быть красным, потому что для него задан цвет ByLayer, а слою присвоен красный цвет. Следовательно, фильтр должен учитывать также объекты, расположенные на слое, которому присвоен красный цвет, и имеющие цвет ByLayer, а не красный. В частично загруженных рисунках функция Quick Select не учитывает незагруженные объекты.

Для формирования набора объектов с помощью функции быстрого выбора следует выбрать из падающего меню Tools>Quick Select... и в открывшемся диалоговом окне Quick Select установить необходимые параметры.

Для настройки более сложных фильтров и сохранения их под заданными именами достаточно в ответ на запрос Select objects: ввести filter и в диалоговом окне Object Selection Filters, показанном на рис. 61, определить фильтр-список.

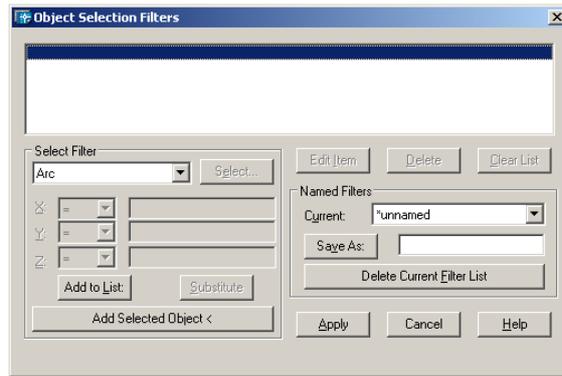


Рис. 61. Диалоговое окно определения фильтр-списков
1.3.3. Удаление и восстановление объектов

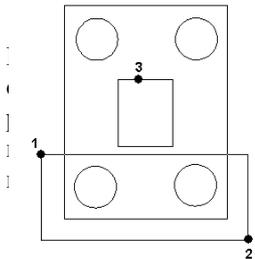


Рис. 62. Удаление объектов

осуществляет удаление (стирание) объектов (рис. 62). Она вызывается из падающего меню щелчком мыши по пиктограмме Erase на панели инструментов Modify. Запросы команды ERASE: Select objects: – нажать клавишу Enter для завершения работы команды. Выбор объектов, который производится любым из доступных способов. Для восстановления удаленных последней командой используется команда OOPS; ее название – "ОЙ" – весьма удачно отражает эмоции пользователя, от применения этой команды.

1.3.4. Перемещение объектов

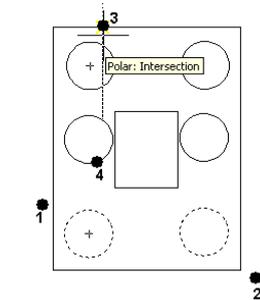


Рис. 63. Перемещение объектов

Команда MOVE осуществляет перемещение объектов (рис. 63). Она вызывается из падающего меню Modify>Move или щелчком мыши по пиктограмме Move на панели инструментов Modify.

Запросы команды MOVE: Select objects: – выбрать объекты; Select objects: – нажать клавишу Enter по завершении выбора объектов; Specify base point or displacement: – указать базовую точку или перемещение; Specify second point of displacement or<use first point as displacement: – указать новое положение базовой точки.

1.3.5. Поворот объектов

Команда ROTATE осуществляет поворот объектов (рис. 64). Она вызывается из падающего меню Modify>Rotate или щелчком мыши по пиктограмме Rotate на панели инструментов Modify. Запросы команды ROTATE: Current positive angle in UCS: ANGDIR=counterclockwise ANGBASE=0 – текущие установки отсчета углов в ПСК Select objects: – выбрать объекты; Select objects: – нажать клавишу Enter по завершении выбора объектов; Specify base point: – указать базовую точку поворота; Specify rotation angle or [Reference]: – указать угол поворота. Ключ Reference используется для поворота относительно существующего угла. При этом выдаются следующие запросы: Current positive angle in UCS: ANGDIR=counterclockwise ANGBASE=0 – текущие установки отсчета углов в ПСК; Select objects: – выбрать объекты; Select objects: – нажать клавишу Enter по завершении выбора объектов; Specify base point: – указать базовую точку поворота; Specify rotation angle or [Reference]: R – переход в режим задания угла со ссылкой; Specify the reference angle <0>: – указать опорный угол; Specify the new angle: – указать новый угол.

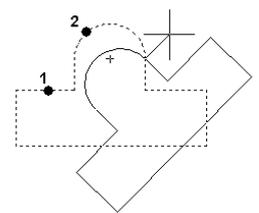


Рис. 64. Поворот объектов

1.3.6. Копирование объектов

Команда COPY осуществляет копирование объектов (рис. 65). Она вызывается из падающего меню Modify>Copy или щелчком мыши по пиктограмме Copy на панели инструментов Modify.

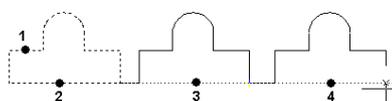


Рис. 65. Копирование объектов

Запросы команды COPY: Select objects: – выбрать объекты Select objects: – нажать клавишу Enter по завершении выбора объектов; Specify base point or displacement, or [Multiple]: – указать базовую точку; Specify second point of displacement or <use first point as displacement: – указать положение копии объекта. Ключ Multiple используется для создания множества копий объектов. При его применении последний запрос, требующий указания точки смещения, делается многократно. Каждое смещение определяется относительно исходной базовой точки. После получения нужного числа копий в ответ на запрос необходимо нажать клавишу Enter.

1.3.7. Размножение объектов массивом

Команда ARRAY осуществляет размножение объектов массивом. Она вызывается из падающего меню Modify>Array... или щелчком мыши по пиктограмме Array на панели инструментов Modify. При этом открывается диалоговое окно Array, где можно настроить следующие параметры:

- режим установки значений прямоугольного массива Rectangular Array (рис. 66):
- в полях Rows: и Columns: указывается количество рядов и столбцов массива; в области Offset distance and direction, в полях Row offset:, Column offset: и Angle of array:, задаются расстояния между рядами и столбцами массива, а также угол поворота элемента.

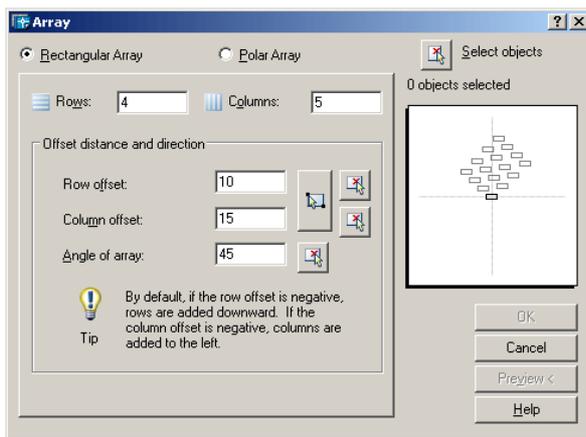


Рис. 66. Диалоговое окно формирования прямоугольного массива

Расстояния можно ввести с клавиатуры в соответствующих полях или мышью, для чего необходимо воспользоваться кнопками Pick Both Offset – указать оба расстояния; Pick Row offset – указать расстояние между рядами и Pick Column offset – указать расстояние между столбцами; режим установки значений кругового массива Polar Array (рис. 67);

- в строке Center Point:, в полях X: и Y:, указываются соответствующие координаты центра массива. Для того чтобы ввести центр при помощи мыши, следует воспользоваться кнопкой Pick Center Point;

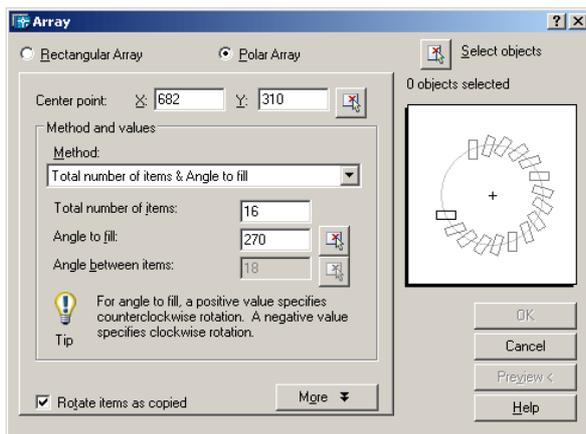


Рис. 67. Диалоговое окно формирования кругового массива

– в раскрывающемся списке способов построения Method: выбирается один из параметров: Total number of items & Angle to fill – число элементов и угол заполнения; Total number of items & Angle between items – число элементов и угол между элементами либо Angle to fill & Angle between items – угол заполнения и угол между элементами;

- в зависимости от выбранного способа построения активируются два поля из следующих трех: Total number of items: – число элементов; Angle to fill: – угол заполнения; Angle between items: – угол между элементами;
- установкой флажка Rotate items as copied назначается поворот элемента массива вокруг своей оси. Базовую точку при желании можно указать в соответствующих полях, для чего понадобится развернуть окно щелчком по кнопке More;
- кнопка Select objects служит для выбора элементов массива;

– результат работы команды можно оценить, нажав кнопку Preview или просмотрев его на схеме справа в диалоговом окне.

1.3.8. Зеркальное отображение объектов

Команда MIRROR осуществляет зеркальное отображение объектов (рис. 68). Она вызывается из падающего меню Modify>Mirror или щелчком мыши по пиктограмме Mirror на панели инструментов Modify. Запросы команды MIRROR: Select objects: – выбрать объекты; Select objects: – нажать клавишу Enter по завершении выбора объектов; Specify first point of mirror line: – указать первую точку оси отражения; Specify second point of mirror line: – указать вторую точку оси отражения; Delete source objects – указать: удалить или оставить. При зеркальном отображении тексты, атрибуты и их определения также приобретают зеркальный вид. Это происходит из-за того, что операция зеркального отображения выполняется в строгом соответствии с математическими законами отражения. Чтобы полученный в результате зеркального отображения текст имел привычный вид, следует присвоить системной переменной MIRRTEXT значение 0. По умолчанию эта переменная включена. Если же ее отключить, отображенный текст будет ориентирован и выровнен точно так же, как и исходный. При этом команда MIRROR особым образом обрабатывает элементы текста и примитивы атрибутов, отображая их в прежней ориентации. Переменная MIRRTEXT воздействует только на простые объекты текста, созданные командами TEXT, DTEXT, MTEXT, а также на определения атрибутов и их переменные, не входящие внутрь вставленного блока. Тексты и постоянные атрибуты внутри блока отражаются, как и все составляющие блока, зеркально, независимо от установки системной переменной MIRRTEXT.

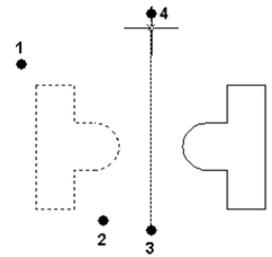


Рис. 68. Зеркальное отображение объектов

1.3.9. Создание подобных объектов

Команда OFFSET осуществляет создание подобных объектов (эквидистант) с заданным смещением (рис. 69). Она вызывается из падающего меню Modify>Offset или щелчком мыши по пиктограмме Offset на панели инструментов Modify. Можно строить подобные отрезки, дуги, окружности, двумерные полилинии, эллипсы, эллиптические дуги, прямые, лучи и плоские сплайны. Подобные окружности имеют диаметр, больший или меньший, чем исходный, в зависимости от того, как задано смещение. Если оно указано точкой вне окружности, то новая окружность имеет больший диаметр, а если внутри окружности, – меньший. Запросы команды OFFSET: Specify offset distance or [Through] <Through>: – указать величину смещения; Select object to offset or <exit>: – выбрать объект для создания подобных; Specify point on side to offset: – указать точку, определяющую сторону смещения; Select object to offset or <exit>: – нажать клавишу Enter для завершения работы команды. Ключ Through позволяет задать смещение через точку. При этом выдаются следующие запросы: Specify offset distance or [Through] <default>: T – переход в режим указания смещения через точку; Select object to offset or <exit>: – выбрать объект для создания подобных Specify through point: – указать точку; Select object to offset or <exit>: – нажать клавишу Enter для завершения работы команды. Значение текущей величины смещения хранит системная переменная OFFSETDIST. Переменная OFFSETGAPTYPE управляет способом создания подобных полилиний, если при смещении образуется зазор между отдельными сегментами полилинии.

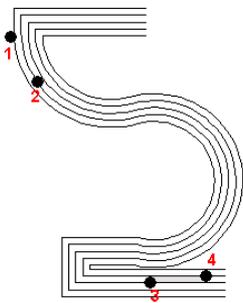


Рис. 69. Построение эквидистанты

ку; Select object to offset or <exit>: – нажать клавишу Enter для завершения работы команды. Значение текущей величины смещения хранит системная переменная OFFSETDIST. Переменная OFFSETGAPTYPE управляет способом создания подобных полилиний, если при смещении образуется зазор между отдельными сегментами полилинии.

1.3.10. Масштабирование объектов

Команда SCALE осуществляет масштабирование объектов (рис. 70). Она вызывается из падающего меню Modify>Scale или щелчком мыши по пиктограмме Scale на панели инструментов Modify. Запросы команды Scale: Select objects: – выбрать объекты; Select objects: – нажать клавишу Enter по завершении выбора объектов; Specify base point: – указать базовую точку; Specify scale factor or [Reference]: – указать коэффициент масштабирования. При масштабировании объектов масштабные коэффициенты по осям X и Y одинаковы. Таким образом, можно делать объект больше или меньше, но нельзя изменять соотношение его размеров по этим осям. Масштабирование выполняется путем указания базовой точки и новой длины объекта, из которой выводится масштабный коэффициент для текущих единиц, или путем явного ввода коэффициента. Кроме того, коэффициент может определяться путем указания текущей длины и новой длины объекта. При масштабировании с указанием масштабного коэффициента производится изменение размеров выбранного объекта во всех измерениях. Если масштабный коэффициент больше единицы, то объект увеличивается, а если меньше единицы – уменьшается. Ключ Reference применяется для определения коэффициента масштабирования с использованием размеров существующих объектов в качестве ссылок. При этом выдаются следующие запросы: Select objects: – выбрать объекты; Select objects: – нажать клавишу Enter по завершении выбора объектов; Specify base point: – указать базовую точку; Specify scale factor or [Reference]: R – переход в режим указания масштабного коэффициента со ссылкой; Specify reference length <1>: – указать длину опорного отрезка; Specify new length: – указать новую длину. Один из наиболее эффективных вариантов использования ключа Reference – изменение масштаба всего рисунка. Если оказалось, что выбранные единицы рисунка не соответствуют заданным требованиям, то для выбора всех объектов на чертеже (например, при помощи рамки) можно воспользоваться командой SCALE, а затем, применяя ключ Reference, указать два конца объекта, требуемая длина которого известна, и ввести данную длину. При этом масштаб всех объектов на рисунке изменится соответствующим образом.

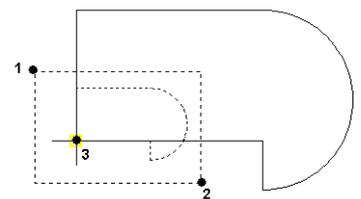


Рис. 70. Масштабирование объектов

1.3.11. Растягивание объектов

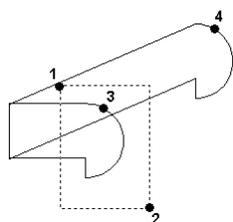


Рис. 71. Растягивание объектов

Команда STRETCH осуществляет растягивание объектов, сохраняя при этом связь с остальными частями рисунка (рис. 71). Вызывается она из падающего меню Modify>Stretch или щелчком мыши по пиктограмме Stretch на панели инструментов Modify. Запросы команды STRETCH: Select objects to stretch by crossing-window or crossing-polygon – выберите растягиваемые объекты секущей рамкой или секущим многоугольником; Select objects: – выбрать объекты; Select objects: – нажать клавишу Enter по завершении выбора объектов; Specify base point or displacement: – указать базовую точку; Specify second point of displacement or <use first point as displacement: – указать новое положение базовой точки. Формирование набора объектов для этой команды должно производиться с ключом секущей рамки Crossing или Spolygon. Любые объекты, полностью заключенные в рамку или многоугольник, перемещаются командой STRETCH точно так же, как командой MOVE. Отрезки, дуги и сегменты полилиний, пересекающие рамку, растягиваются только путем перемещения конечных точек, находящихся внутри нее: конечные точки за рамкой остаются неизменными. В дугах центральная точка и ее начальный и конечный углы регулируются таким образом, что стрелка дуги (расстояние от центральной точки хорды до дуги) поддерживается постоянной. Команда STRETCH не влияет на ширину полилиний, на информацию о сопряжениях и углах касания. Вершины полос и фигур, находящиеся внутри рамки, также перемещаются, тогда, как вершины за пределами рамки остаются на месте. Другие примитивы перемещаются или остаются на месте в зависимости от того, находится ли определяющая их точка внутри рамки. Определяющими точками являются центр круга, точка вставки формы или блока (если точка вставки блока перемещается командой STRETCH, то перемещаются и все его атрибуты), крайняя левая точка базовой линии для текста и для определения атрибута – независимо от типа выравнивания, использованного при вычерчивании элемента. Если команда STRETCH вызывается при действующем предварительном наборе, то для рассмотрения определяющих точек, подпадающих под действие используются только примитивы, выбранные с помощью обычной или секущей рамки.

1.3.12. Удлинение объектов

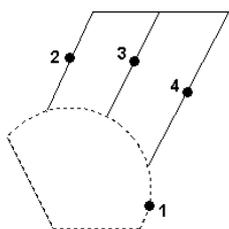


Рис. 72. Удлинение объектов

Команда EXTEND, которая осуществляет удлинение объектов до граничной кромки (рис. 72), вызывается из падающего меню Modify> Extend или щелчком мыши по пиктограмме Extend на панели инструментов Modify. Запросы команды EXTEND: Current settings: Projection=UCS Edge=None – текущие установки проекции и кромки; Select boundary edges – выбрать граничные кромки; Select objects: – выбрать объекты; Select objects: – нажать клавишу Enter по завершении выбора граничной кромки; Select object to extend or shift-select to trim or [Project/ Edge/Undo]: – выбрать удлиняемый объект; Select object to extend or shift-select to trim or [Project/Edge/ Undo]: – нажать клавишу Enter для завершения работы команды.

Для удлинения полилиний можно использовать только разомкнутые. Смысл этой операции заключается в том, что первый или последний сегмент полилинии удлиняется так, как если бы он был одиночным отрезком или дугой. При удлинении широкой полилинии граничная кромка соприкасается с ее осевой линией. Поскольку торцевой срез широкой полилинии проводится под углом 90°, то, если граничная кромка не перпендикулярна удлиняемому сегменту, конец полилинии частично заходит за кромку. При удлинении конусного сегмента конечная ширина сегмента корректируется так, чтобы текущая конусность оставалась неизменной. Если в результате получается отрицательная конечная ширина, она устанавливается равной 0. Допускается удлинение лучей, но удлинение прямых невозможно. Так же как и окружность, прямая линия не имеет граничной кромки и конечной точки. Луч является полуограниченным объектом, поэтому его можно удлинить до новой начальной точки. Имеется возможность изменять центральные углы дуг и длин некоторых объектов. В частности, допускается изменение длины разомкнутых последовательностей отрезков, дуг, разомкнутых полилиний, эллиптических дуг и разомкнутых сплайнов. В зависимости от ситуации этот процесс подобен либо удлинению, либо обрезке. Изменение длины может производиться различными способами:

- 1) динамически – буксировкой конечной точки объекта;
- 2) указанием новой длины в процентном отношении к текущей длине или углу;
- 3) указанием приращения длины или угла, откладываемого от конечной точки;
- 4) установкой полной абсолютной длины объекта или его цент-рального угла.

Граничными кромками могут служить отрезки, дуги, двумерные полилинии. Когда в качестве кромки используется двумерная полилиния, ее ширина игнорируется и объекты удлиняются до ее осевой линии. Удлиняемые объекты выбираются путем указания той части, которая должна удлиняться. Объекты нельзя выделять рамкой, секущей рамкой или объявлять последним набором; допустимы только прямое указание, ввод координат и выбор линией. Ключи команды EXTEND:

Project – определяет режим удлинения объектов до пересечения их проекции с границей в трехмерном пространстве:

None – удлинение только тех объектов, которые пересекаются с заданной границей;

Ucs – определение проекции объекта в плоскости XY текущей ПСК и удлинение объекта, не пересекающегося с границей;

View – определение проекции объекта в направлении заданного вида и удлинение объекта, не пересекающегося с границей;

Edge – определяет режим поиска пересечения;

Extend – удлинение объекта до воображаемой продолженной границы;

No extend– удлинение объектов до границы без ее удлинения.

Если задано несколько граничных кромок, объект удлиняется до тех пор, пока не достигнет первой из них. Этот же объект можно выбрать вновь, чтобы удлинить его до следующей граничной кромки.

1.3.13. Разбиение объектов на части

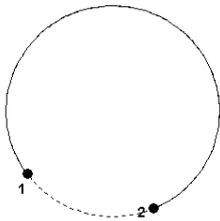


Рис. 73. Разбиение объектов на части

Команда BREAK, которая осуществляет разрыв объектов (рис. 73), вызывается из падающего меню Modify>Break или щелчком мыши по пиктограмме Break на панели инструментов Modify. Запросы команды BREAK: Select object: – выбрать объект; Specify second break point of [First point]: – указать вторую точку разрыва. В зависимости от используемых ключей, разрыв можно осуществить без стирания или со стиранием части отрезка, окружности, дуги, двухмерной полилинии, эллипса, сплайна, прямой или луча. Для разбиения объекта можно либо выбрать объект в первой точке разрыва, а затем указать вторую точку разрыва, либо вначале просто выбрать объект, а затем произвести указание двух точек разрыва.

1.3.14. Обрезка объектов

Команда TRIM, которая осуществляет отсечение объектов по режущей кромке (рис. 74), вызывается из падающего меню Modify>Trim или щелчком мыши по пиктограмме Trim на панели инструментов Modify. Запросы команды TRIM: Current settings: Projection = UCS Edge = None – текущие установки проекции и кромок; Select cutting edges: – выберите режущие кромки; Select objects: – выбрать объекты, являющиеся режущей кромкой; Select objects: – нажать клавишу Enter по завершении выбора режущей кромки; Select object to trim or shift-select to extend or [Project/Edge/Undo]: – выбрать обрабатываемый объект; Select object to trim or shift-select to extend or [Project/Edge /Undo]: – нажать клавишу Enter для завершения работы команды. Секущей кромкой могут служить отрезки, дуги, окружности, двухмерные полилинии, эллипсы, сплайны, прямые, лучи. Объект, не пересекающийся с секущей кромкой, можно отсечь в месте их воображаемого пересечения. Когда секущая кромка определяется двухмерной полилинией, ее ширина не учитывается и обрезка проводится по осевой линии.

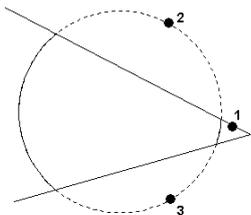


Рис. 74. Обрезка объектов

В пространстве листа секущими кромками могут служить границы видовых экранов.

Ключи команды TRIM:

Project – определяет режим отсечения объектов по пересечению их проекции с границей в трехмерном пространстве;

None – отсечение только тех объектов, которые пересекаются с заданной границей;

Ucs – определение проекции объекта в плоскости XY текущей ПСК и отсечение объекта, не пересекающегося с границей;

View – определение проекции объекта в направлении заданного вида и отсечение объекта, не пересекающегося с границей;

Edge – определяет режим поиска пересечения:

Extend – отсечение объекта по воображаемой продолженной границе;

No extend – отсечение объектов по границе, с которой они имеют пересечение.

1.3.15. Расчленение объектов

Команда EXPLODE осуществляет расчленение блоков на составляющие их примитивы. Команда вызывается из падающего меню Modify>Explode или щелчком мыши по пиктограмме Explode на панели инструментов Modify. Запросы команды EXPLODE: Select objects: – выбрать объекты; Select objects: – нажать клавишу Enter по окончании выбора объектов и для завершения работы команды. При расчленении блока изображение на экране получается идентичным исходному, но при этом цвет, тип и вес линии объектов могут изменяться. Так, у объектов, входивших в блок, после его расчленения восстанавливаются исходные свойства. Если расчленению подвергнута двухмерная полилиния, то любая информация о ширине или касательной игнорируется, получаемые отрезки и дуги следуют по осевой линии полилинии. По завершении работы команды EXPLODE применительно к полилинии, имеющей ширину, отличную от нуля, будет выдано сообщение о том, что при ее расчленении потеряны сведения о ширине: Exploding this polyline has lost width information. The UNDO command will restore it. Действие команды EXPLODE в каждый момент распространяется только на один уровень вложенности. Это значит, что если блок содержит полилинию, то при его расчленении появится цельная полилиния. Если потребуются отдельные дуговые или линейные сегменты, полилинию надо будет расчленить отдельно. Расчленение блоков, вставленных с неравными масштабными коэффициентами по осям X, Y и Z, может привести к самым неожиданным последствиям. Внешние ссылки и связанные с ними блоки расчленить нельзя. При расчленении из блоков удаляются атрибуты, однако их исходные описания при этом сохраняются.

1.3.16. Снятие фасок

Команда CHAMFER осуществляет снятие фасок на объектах (рис. 75). Команда вызывается из падающего меню Modify>Chamfer или щелчком мыши по пиктограмме Chamfer на панели инструментов Modify. Запросы команды CHAMFER: (TRIM mode) Current chamfer Dist1 = 10.0000, Dist2 = 10 0000 – режим с обрезкой, параметры фаски; Select first line or [Polyline/Distance/Angle/Trim/Method/multiple]: – выбрать первый отрезок; Select second line: – выбрать второй отрезок.

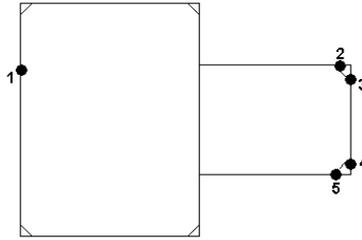


Рис. 75. Снятие фасок

Процесс снятия фасок заключается в соединении двух непараллельных объектов путем их удлинения или обрезки до пересечения либо друг с другом, либо с линией фаски. Снятие фасок можно выполнять для отрезков, полилиний, прямых и лучей. При установке фаски методом длин указываются расстояния, на которые каждый объект нужно удлинить или обрезать. При установке фаски методом угла также можно указать длину линии фаски и угол, образуемый ею с первой линией. Соединяемые объекты либо оставляют в том виде, который они имели до снятия фаски, либо обрезают или удлиняют, используя линию фаски в качестве кромки. Если оба соединяемых объекта лежат на одном слое, линия фаски проводится на нем же. В противном случае она располагается на текущем слое. То же справедливо в отношении цвета, типа и веса линии фаски. Если точка пересечения объектов находится за пределами рисунка, а опция контроля лимитов включена, то снятие фаски не выполняется. Ключи команды CHAMFER:

Polyline – снятие фасок вдоль всей полилинии, т.е. в каждом пересечении ее сегментов. При этом обрабатываются только те сегменты, длины которых превосходят длину фаски. Построенные вдоль полилинии фаски становятся ее новыми сегментами, даже если их длина равна нулю;

Distance – настройка длины фаски, т.е. расстояния между точкой реального или воображаемого пересечения объектов и точкой, до которой удлиняется или обрезается объект при снятии фаски. Если обе длины фаски равны нулю, то объекты обрезаются или удлиняются до точки их пересечения, а линия фаски не строится.

В качестве значения первой длины фаски по умолчанию выступает последняя заданная длина. Значение второй длины по умолчанию совпадает со значением первой длины, так что стандартными считаются симметричные фаски, хотя значения по умолчанию можно изменить. Величины первой и второй длин запоминаются в файле рисунка. Исходные длины фасок нового рисунка определяет шаблон. При использовании ключа Distance выдаются следующие запросы: (TRIM mode) Current chamfer Dist1 = 0.0000, Dist2 = 0.0000 – режим с обрезкой, параметры фаски Select first line or [Polyline/Distance/Angle/Trim/Method/multiple]: D – переход в режим настройки длины фаски Specify first chamfer distance<default>: – указать первую длину фаски Specify second chamfer distance<default>: – указать вторую длину фаски;

Angle – позволяет задать длину для первой линии и угол относительно первой линии для подрезания второй;

Trim – позволяет определить, следует ли обрезать линии до снятия фаски. Если следует, то первая линия отсекается на величину первого расстояния, а вторая линия – на величину второго. Если расстояние равно нулю, то происходит подгонка в одну точку. По умолчанию соединяемые фаской объекты обрезаются;

Method – позволяет выбрать один из методов установки размеров фасок: либо расстояниями, либо расстоянием и углом.

1.3.17. Рисование округлений

Команда FILLET осуществляет плавное скругление (сопряжение) объектов (рис. 76). Она вызывается из падающего меню Modify>Fillet или щелчком мыши по пиктограмме Fillet на панели инструментов Modify. Запросы команды FILLET: Current settings: Mode = TRIM, Radius = 10.0000 – текущие настройки: режим, радиус сопряжения; Select first object or [Polyline/Radius/Trim/multiple]: – выбрать первый объект; Select second object: – выбрать второй объект.

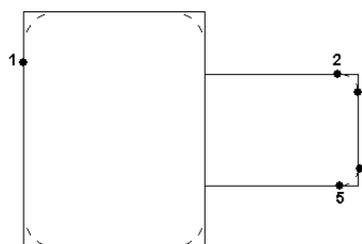


Рис. 76. Сопряжение объектов

Сопряжением называется плавное соединение двух объектов дугой заданного радиуса. AutoCAD не делает различия между внутренними и внешними сопряжениями. Если оба сопрягаемых объекта лежат на одном слое, линия сопряжения проводится на нем же. В противном случае она располагается на текущем слое.

Сказанное справедливо для цвета, типа и веса линии сопряжения. Можно сопрягать пары отрезков, линейные (но не дуговые) сегменты полилиний, прямые, лучи, круги, дуги и реальные (т.е. не многоугольные) эллипсы. Сопряжение отрезков, прямых и лучей применимо даже к параллельным объектам. Сопряжения в вершинах полилинии производятся друг за другом по одному. Сопрягать можно отрезки и полилинии в любых комбинациях, а также все твердотельные объекты. Допускается сопряжение отрезка и окружности, отрезка и дуги или окружности и дуги. Правила скругления в этом случае такие же, как при сопряжении отрезков. Однако в случае с дугами и окружностями возможно построение более одной дуги сопряжения. AutoCAD выберет сопряжение, конечные точки которого ближе всего к точкам выбора объектов для скругления. Для плавного соединения с дугой сопряжения отрезки и дуги могут обрезаться или удлиняться.

Отсекаемый фрагмент – это та часть на стороне дуги сопряжения, которая образует точку пересечения с исходным объектом. Такая логика гарантирует плавность скругления и обычно совпадает с интуитивным представлением, согласно которому сохраняется та часть, которая указана. Окружности никогда не обрезаются, при этом дуга сопряжения плавно соединяется с окружностью.

Ключи команды FILLET: Polyline означает, что операция сопряжения выполняется со всей полилинией.

2. ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ ПО КУРСУ КОМПЬЮТЕРНОЙ ГРАФИКИ

Во время изучения курса по начертательной графике студенты должны выполнить два индивидуальных задания в соответствии со своим вариантом. Каждое задание включает 16 вариантов. Каждый вариант состоит из двух задач на построение по аксонометрической проекции модели ее чертежей в трех проекциях.

Задача 1 – с применением фронтального разреза. Задача 2 – с применением горизонтального разреза.

Лабораторная работа 1

ВЫПОЛНЕНИЕ ЧЕРТЕЖЕЙ ПО АКСОНОМЕТРИЧЕСКИМ ПРОЕКЦИЯМ МОДЕЛЕЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ РАЗРЕЗОВ НА ПЭВМ В СИСТЕМЕ AUTOCAD

Цель работы: овладение практическими навыками работы на ПЭВМ в графической системе AutoCAD.

Задание

По аксонометрическим проекциям моделей построить их чертежи с применением разрезов. Пример выполнения приведен на рис. 77 [6, 7]. Варианты индивидуальных заданий к лабораторной работе 1 приведены на страницах 62 – 65.

Лабораторная работа 2

ПОСТРОЕНИЕ ПО ДВУМ ПРОЕКЦИЯМ МОДЕЛИ ЕЕ ТРЕТЬЕЙ ПРОЕКЦИИ С ПРИМЕНЕНИЕМ РАЗРЕЗОВ НА ПЭВМ В СИСТЕМЕ AUTOCAD

Цель работы: совершенствование практических навыков работы в графической системе AutoCAD.

Задание

По двум проекциям моделей построить ее третью проекцию с применением и нанесением указанных размеров, построить изометрическую проекцию с вырезом передней четверти. Пример выполнения приведен на рис. 78 [8, 9]. Варианты индивидуальных заданий к лабораторной работе 2 приведены на страницах 66 – 73.

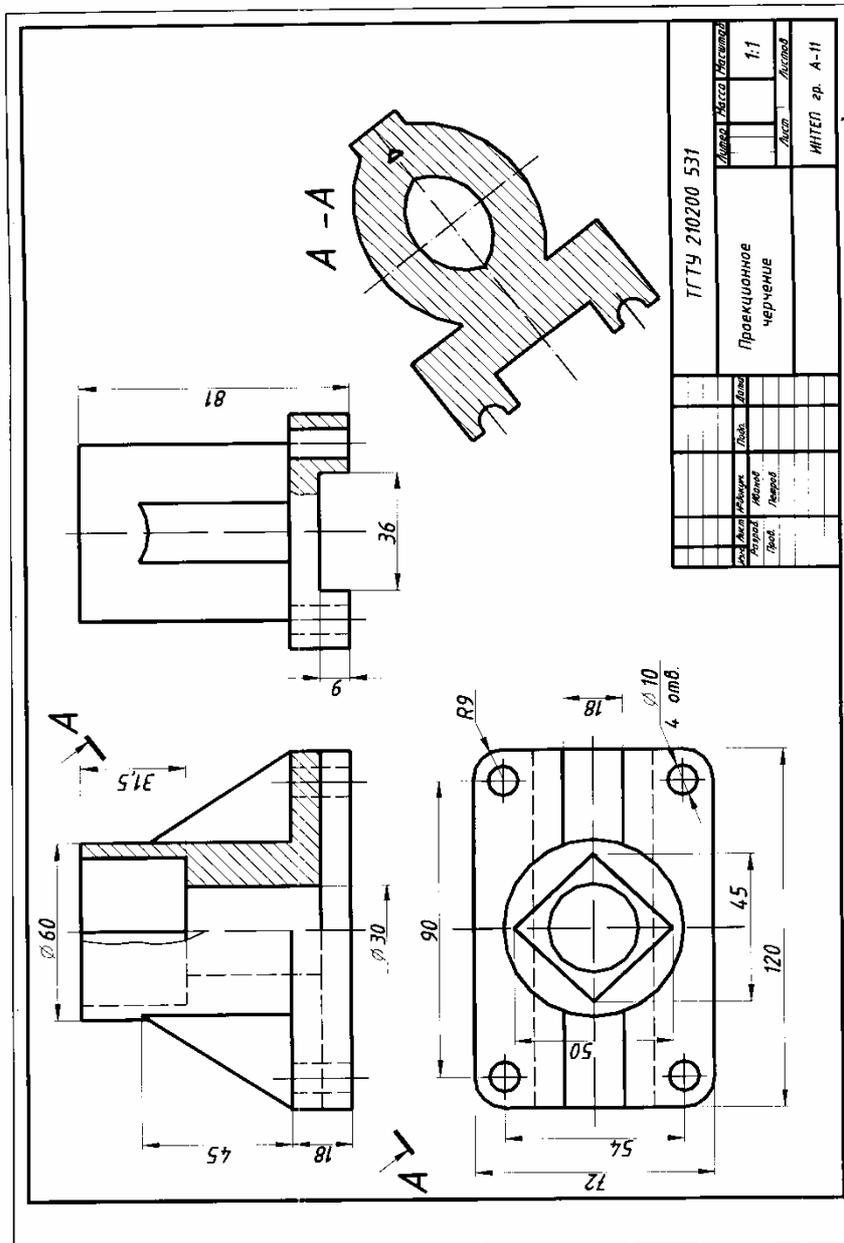


Рис. 77. Образец выполнения лабораторной работы 1

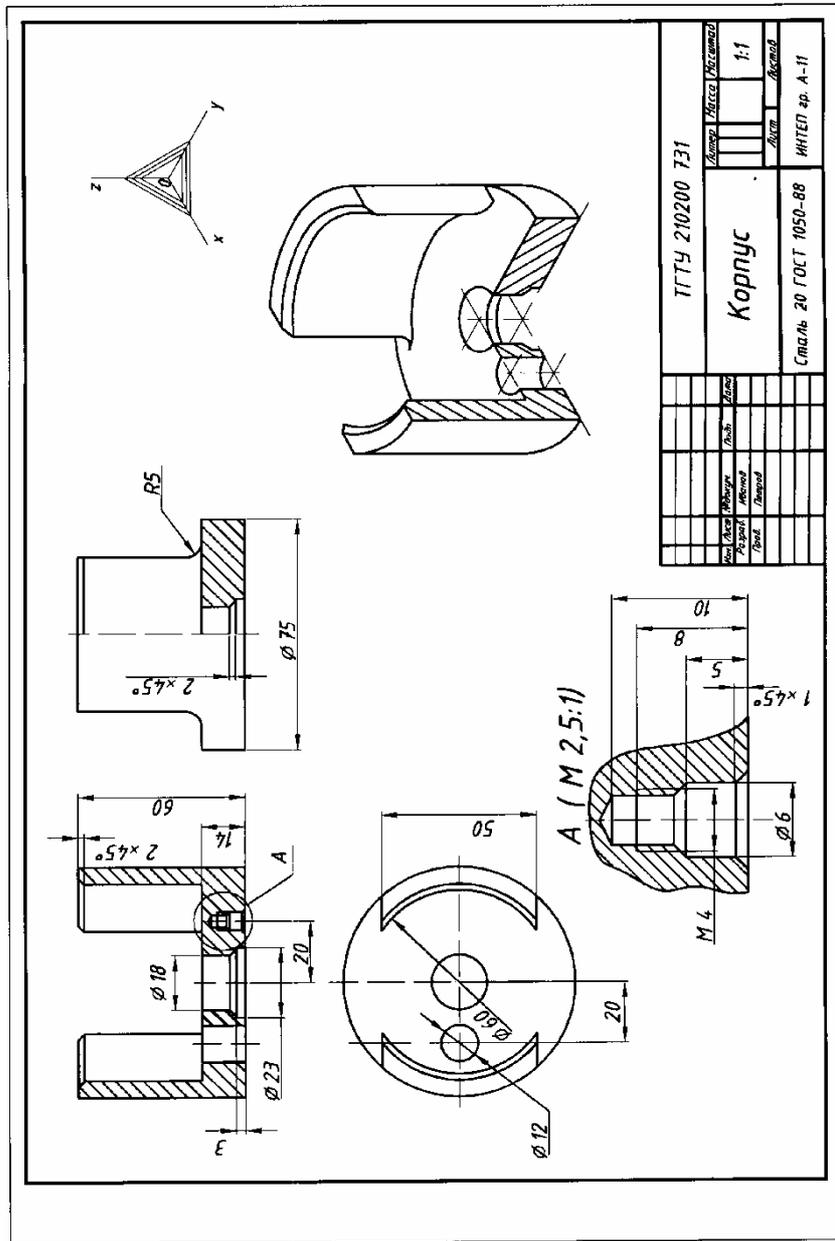
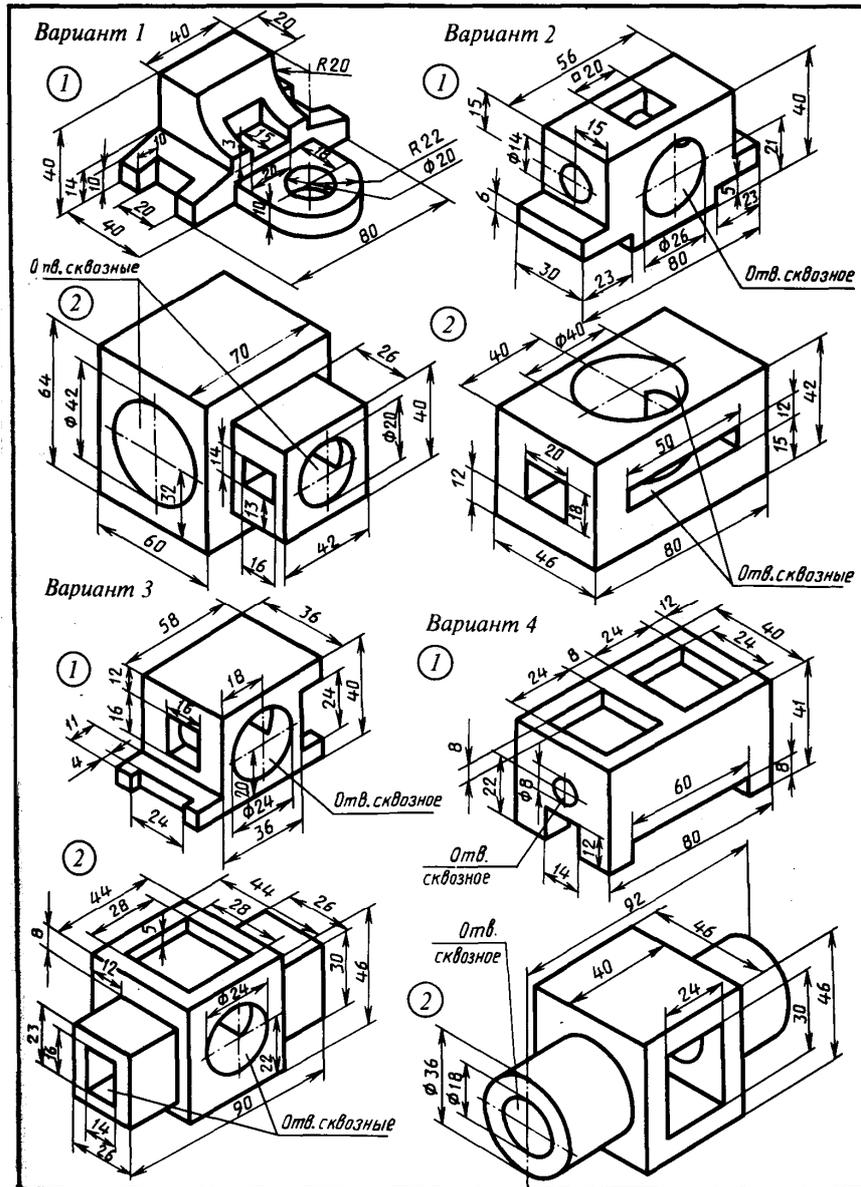
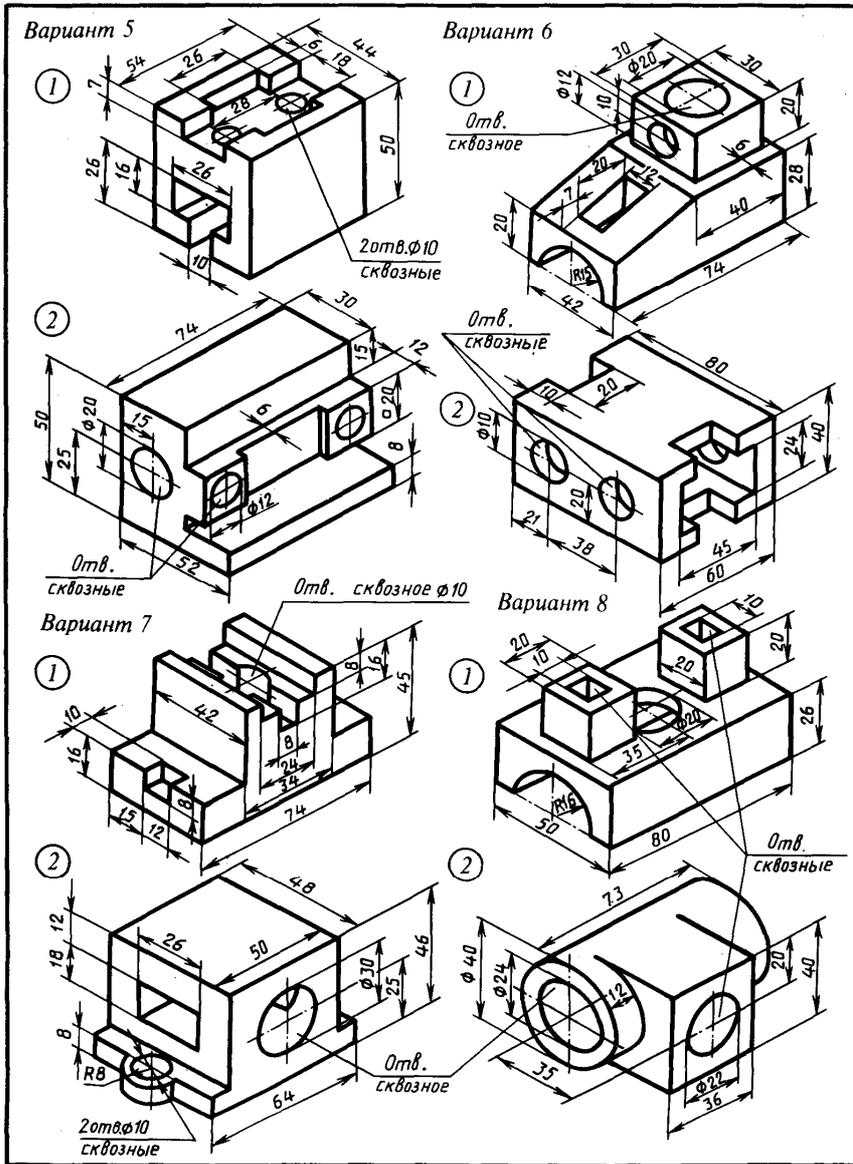
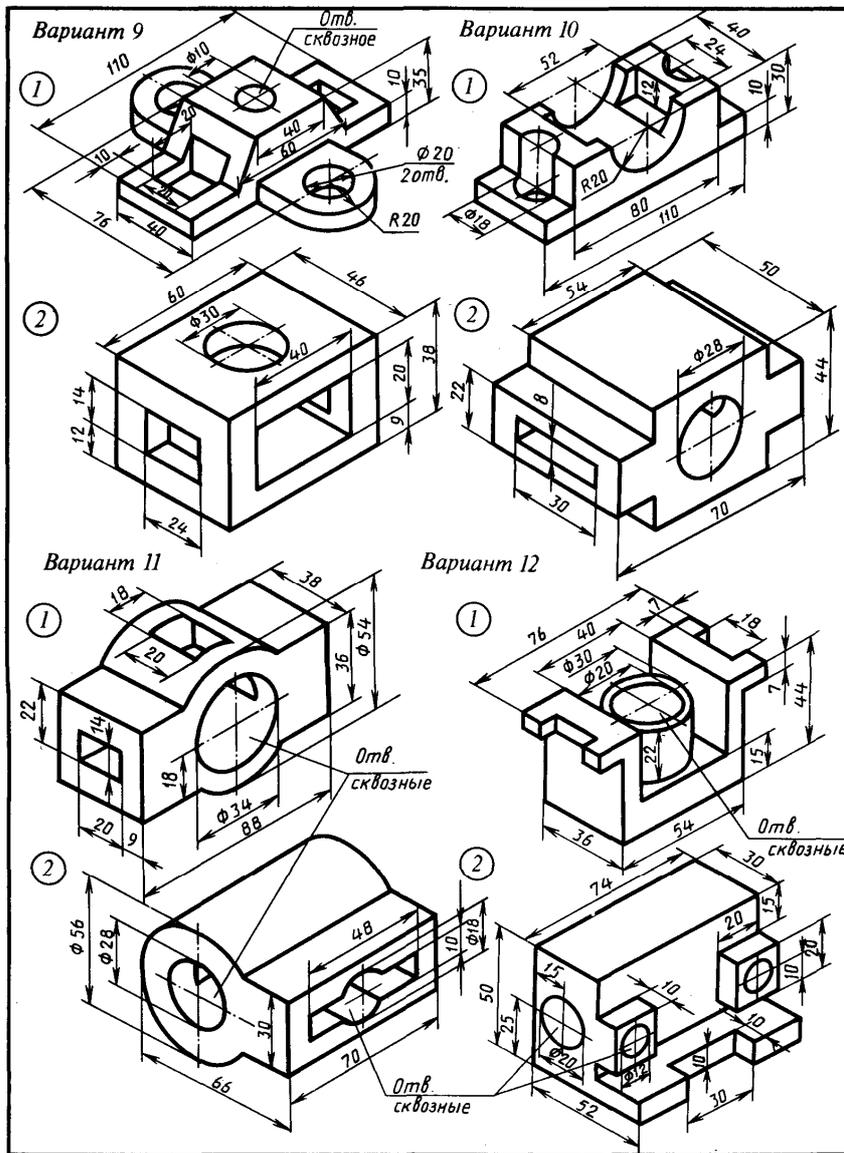


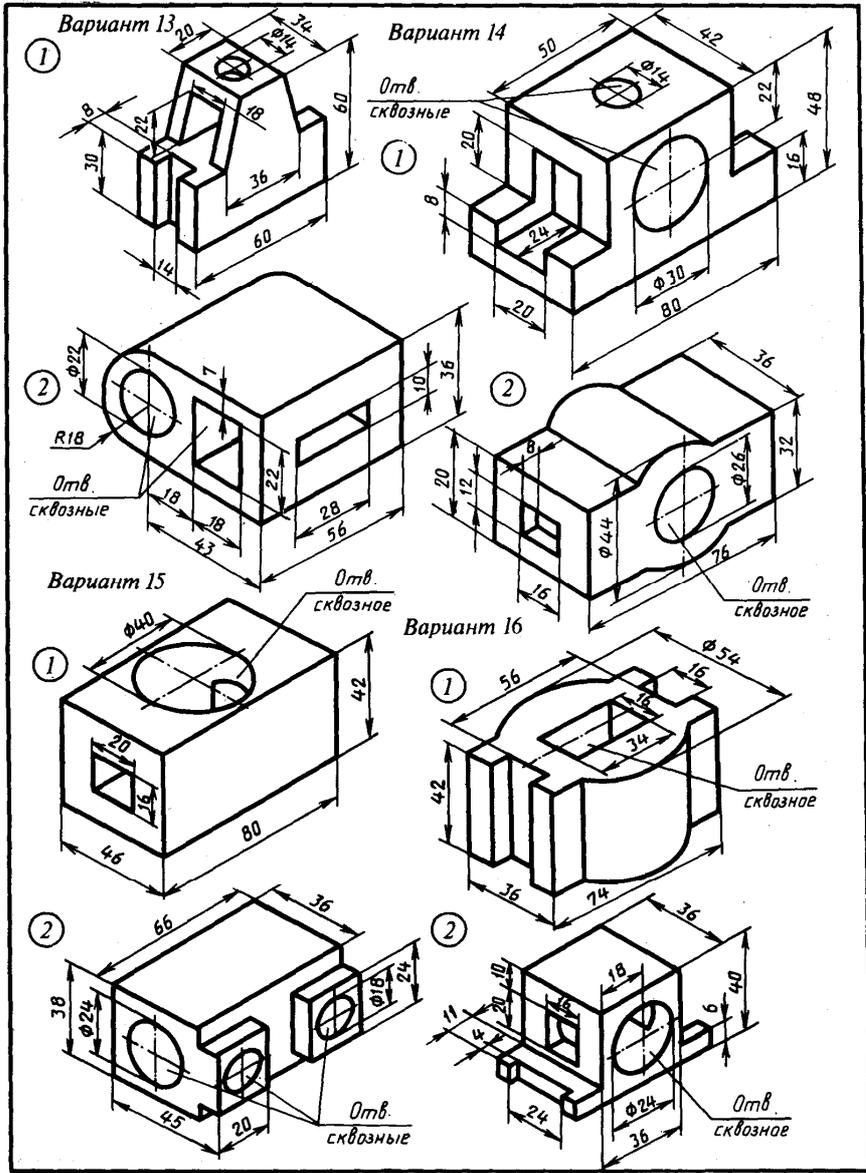
Рис. 78. Образец выполнения лабораторной работы 2

Варианты индивидуальных заданий к лабораторной работе 1



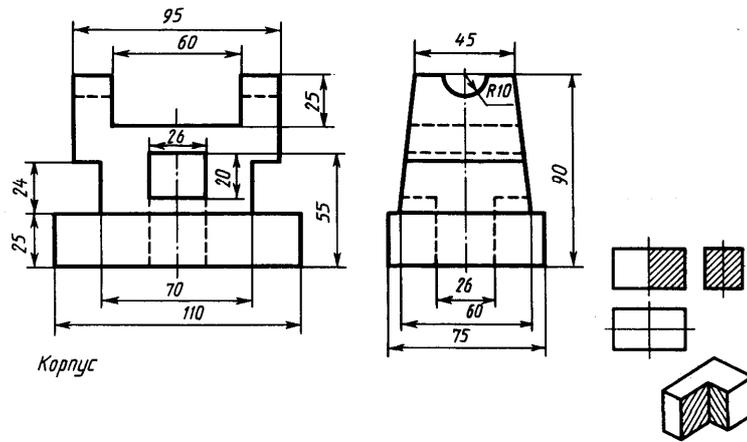




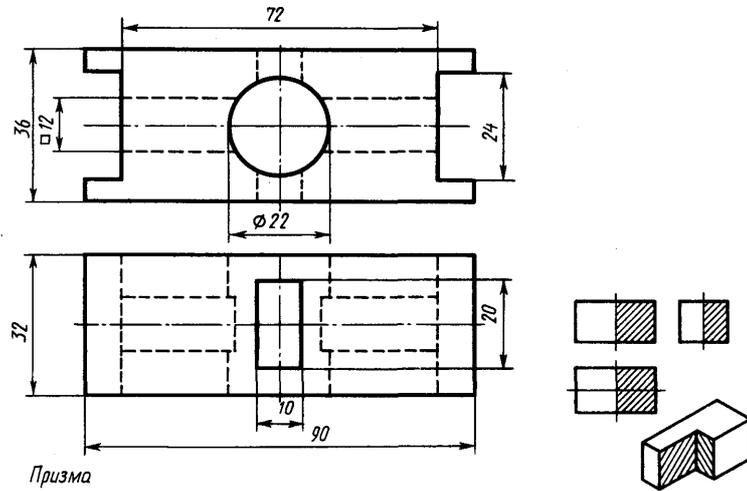


Варианты индивидуальных заданий к лабораторной работе 2

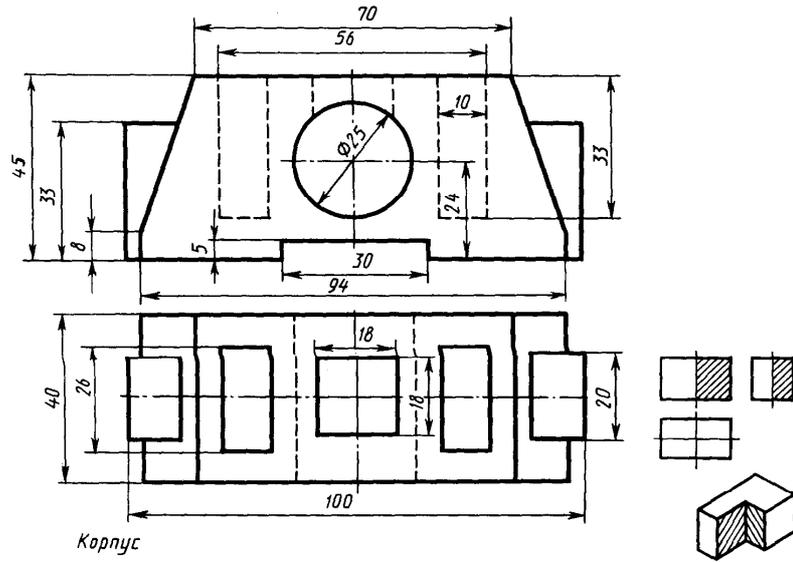
Вариант 1



Вариант 2

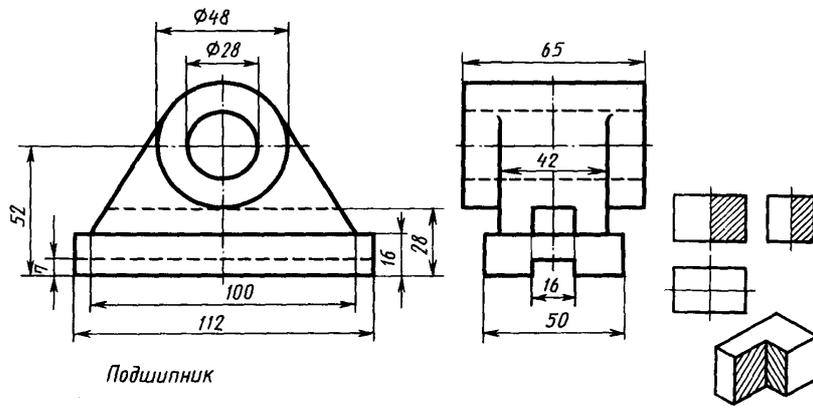


Вариант 3



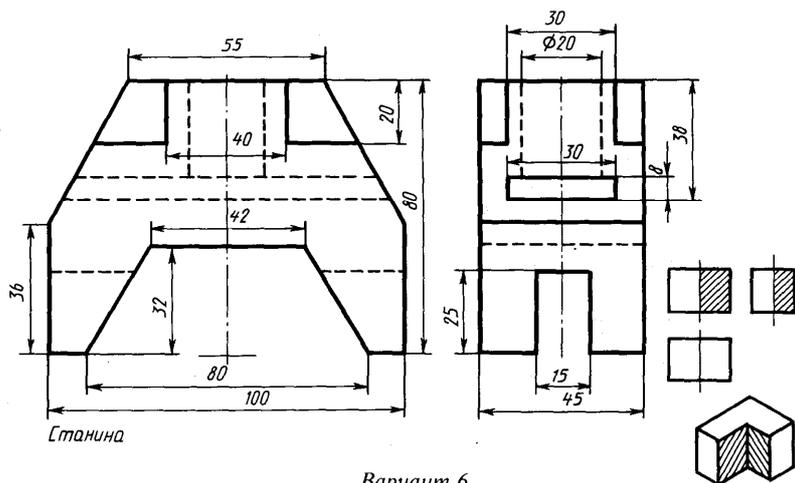
Корпус

Вариант 4

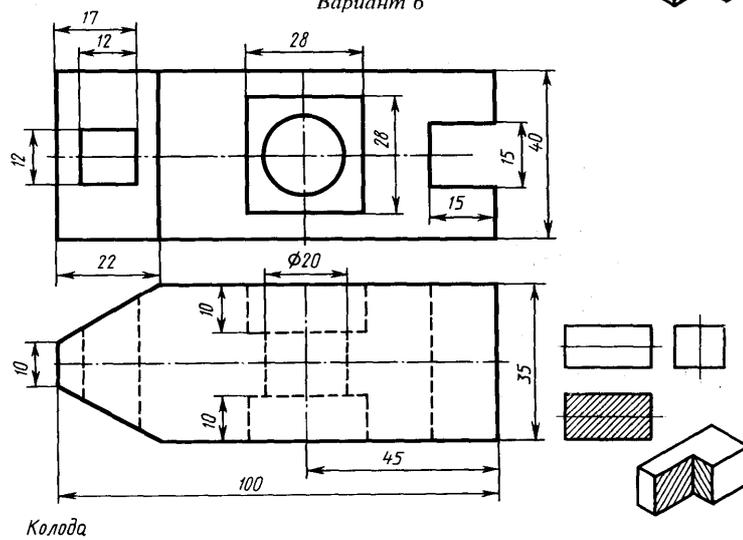


Подшипник

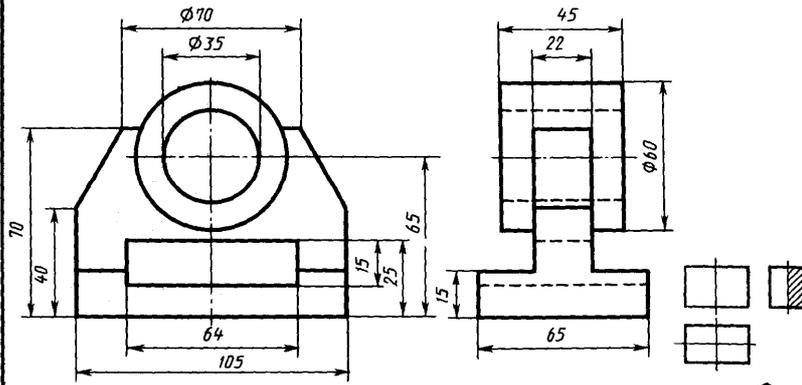
Вариант 5



Вариант 6

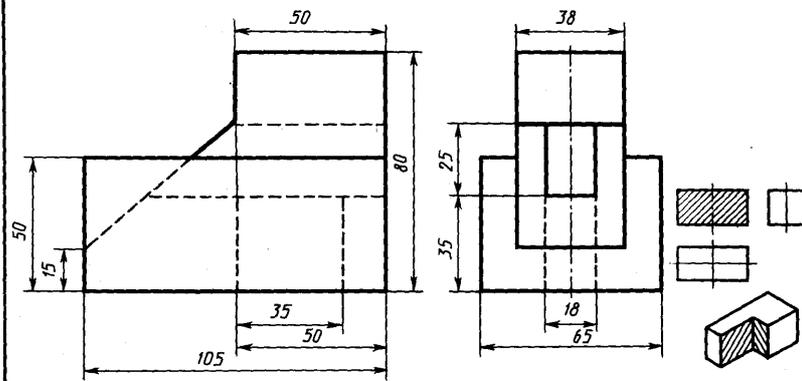


Вариант 7



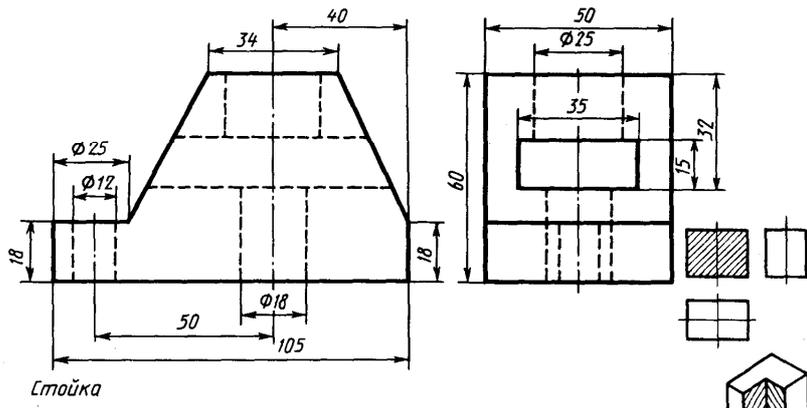
Подшипник

Вариант 8



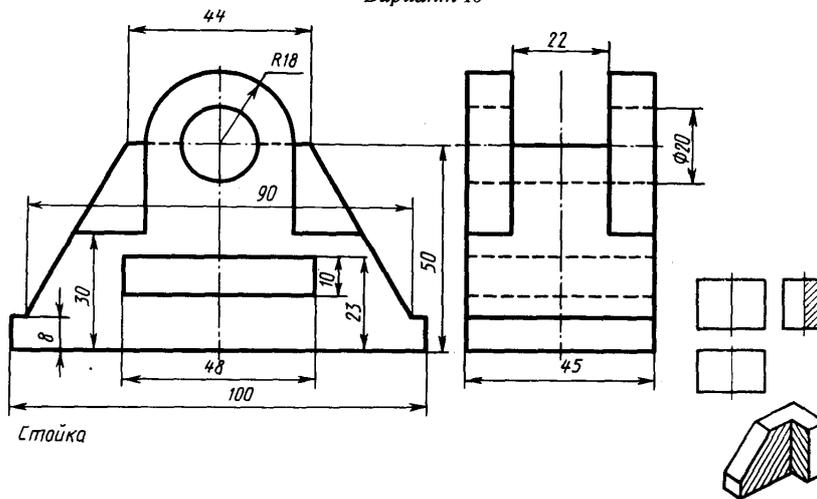
Колода

Вариант 9



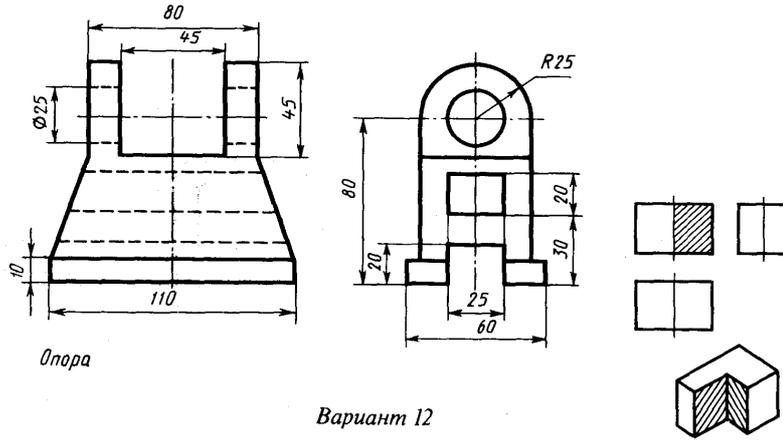
Стойка

Вариант 10



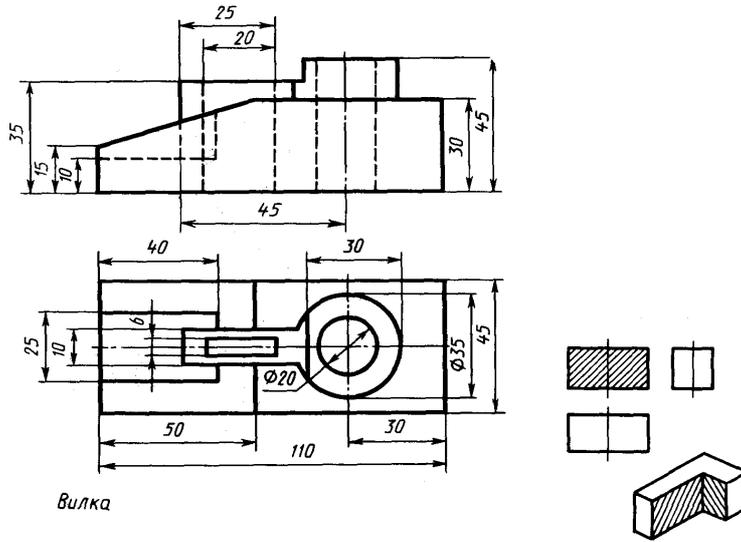
Стойка

Вариант 11



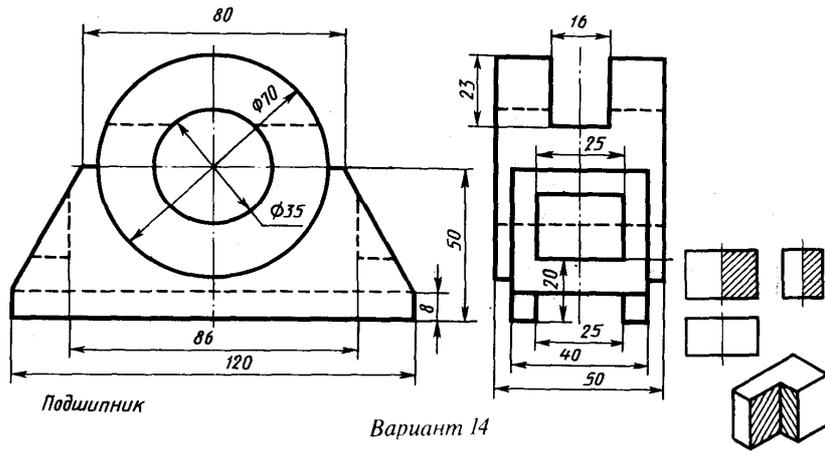
Опора

Вариант 12



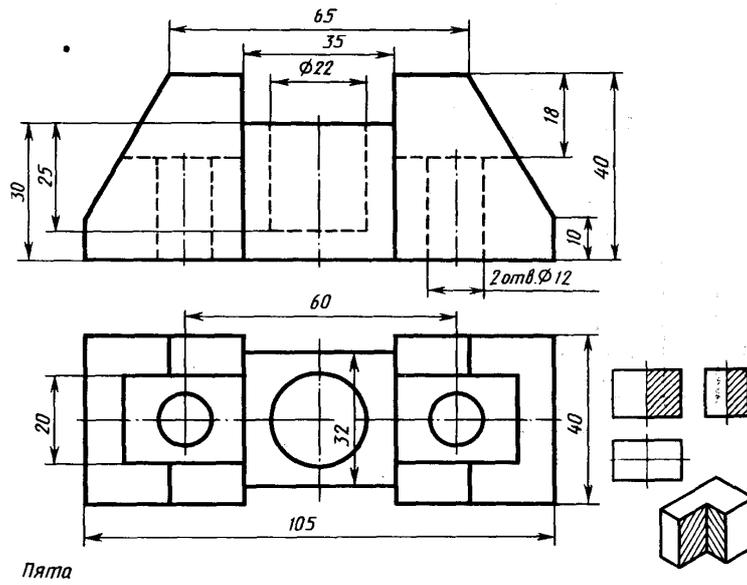
Вилка

Вариант 13



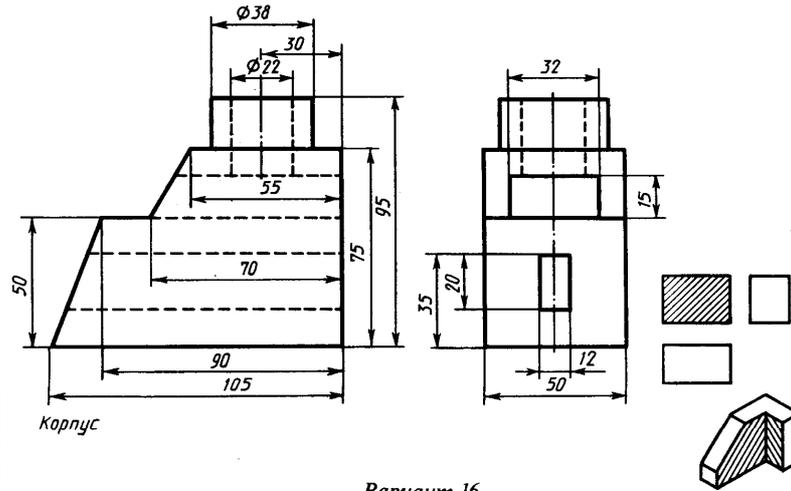
Подшипник

Вариант 14

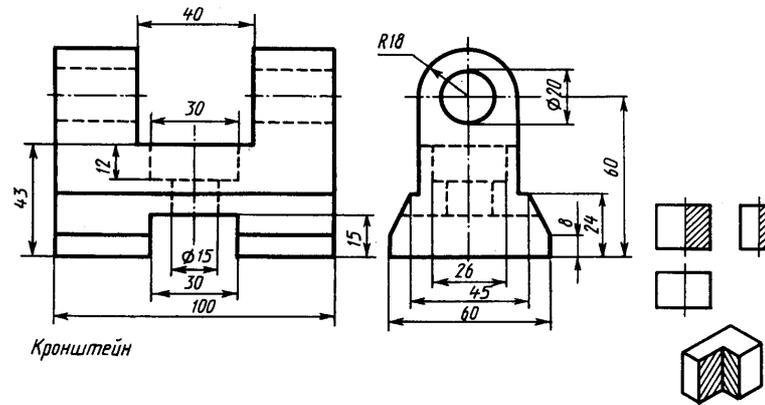


Пята

Вариант 15



Вариант 16



ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Графические САД системы позволяют разрабатывать чертежи в различных областях проектной деятельности. Использование программных продуктов в учебном процессе технологического факультета требует особого подхода с учетом указанных выше факторов. При этом некоторые "избыточные" для учебного процесса функции систем, превышающие достаточный теоретический и практический объем знаний и умений, могут не изучаться.

Освоение студентами технических вузов компьютерной техники и программных графических продуктов позволяет:

- повысить уровень подготовки кадров для различных отраслей промышленности;
- ускорить процесс выполнения и улучшить качество учебных графических работ;
- использовать полученные знания и умения для разработки курсовых и дипломных работ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Романычева, Э.Т.** Компьютерные технологии инженерной графики в среде AutoCAD 2004. AutoLISP : учебное пособие / Э.Т. Романычева, Т.Ю. Соколова. – М. : ДМК, 2000. – 656 с.
2. **Романычева, Э.Т.** Инженерная и компьютерная графика : 2-е изд., перераб. / Э.Т. Романычева, Т.Ю. Соколова, Г.Ф. Шандурина. – М. : ДМК Пресс, 2001. – 592 с.
3. **Полищук, Н.Н.** Самоучитель AutoCAD 2004 и Visual LISP : 2-е изд., перераб и доб. / Н.Н. Полищук. – СПб. : БХВ-Петербург, 2001. – 672 с.
4. **Красильникова, Г.А.** Автоматизация инженерно-графических работ / Г.А. Красильникова, В.В. Самсонов, С.М. Тарелкин. – СПб. : Питер, 2001. – 256 с.
5. **Чекмарев, А.А.** Инженерная графика / А.А. Чекмарев. – М. : Высшая школа, 1998. – 365 с.
6. **Левицкий, В.С.** Машиностроительное черчение / В.С. Левицкий. – М. : Высшая школа, 1994. – 383 с.
7. **ЕСКД.** Общие правила оформления чертежей : сборник. – М. : Изд-во стандартов, 1991. – 283 с.
8. **СТП ТГТУ 07–97.** Стандарт предприятия: Проекты (работы) дипломные и курсовые. Правила оформления. – Тамбов : Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2003. – 40 с.
9. **Чекмарев, А.А.** Справочник по машиностроительному черчению / А.А. Чекмарев, В.К. Осипов. – М. : Высшая школа, 1994. – 671 с.