

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования

«Национальный исследовательский Нижегородский государственный  
университет им. Н.И. Лобачевского»

Институт информационных технологий, математики и механики

**О.Н. Косырева**  
**А.В. Грезина**

**ГЕОМЕТРИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ 2D- И 3D- ОБЪЕКТОВ  
СРЕДСТВАМИ САПР AUTOCAD**

**Часть 1**

Учебно-методическое пособие

Рекомендовано методической комиссией ИИТММ  
для студентов ННГУ, обучающихся по направлению  
подготовки 01.03.02 «Прикладная математика и информатика»

Нижний Новгород

2015

УДК 004.925.8  
ББК 30.2-5-05  
К-71

К-71 Косырева О.Н., Грезина А.В. Геометрическое моделирование 2D- и 3D- объектов средствами САПР AutoCAD. Часть 1: Учебно-методическое пособие. – Нижний Новгород: Нижегородский госуниверситет, 2015. – 81 с.

Рецензент: к.т.н., доцент Д.Ю. Васин

Учебно-методическое пособие является теоретической и практической основой обучения геометрическому моделированию 2D-объектов средствами САПР AutoCAD. Пособие предназначено для студентов-бакалавров, обучающихся по направлению подготовки «Прикладная математика и информатика», а также может быть полезным будущим инженерам-исследователям, занимающимся проектированием и исследованием машиностроительных конструкций с использованием средств CAE (ANSYS, FlowVision, Abaqus, NASTRAN, ИСПА и др.), позволяющих проводить имитационное моделирование работы исследуемой конструкции на основе подробного описания ее геометрии и физики моделируемых процессов.

УДК 004.925.8  
ББК 30.2-5-05

© Нижегородский государственный  
университет им. Н.И. Лобачевского, 2015  
© О.Н. Косырева, А.В. Грезина 2015

# Содержание

ВВЕДЕНИЕ .....	5
I. Основные понятия инженерного проектирования и конструирования .....	6
II. Виды и комплектность проектных документов .....	7
III. Системы автоматизированного проектирования (САПР) .....	8
IV. Лабораторная работа №1 Создание изображений и их редактирование .....	10
1. Запуск AutoCAD.....	10
2. Пространство модели и пространство листа.....	12
3. Системы координат в AutoCAD. Форматы координат .....	13
4. Настройка рабочей среды в пространстве модели .....	14
5. Средства обеспечения точности.....	15
5.1. Сетка .....	15
5.2. Шаговая привязка.....	16
5.3. Объектная привязка.....	16
5.4. Автоотслеживание.....	18
6. Создание изображений.....	20
6.1. Команда ОТРЕЗОК (LINE).....	20
6.2. Команда ДУГА (ARC) .....	22
6.3. Команда КРУГ (CIRCLE) .....	22
6.4. Команда ПОЛИЛИНИЯ (PLINE).....	26
6.5. Команда ЭЛЛИПС (ELLIPSE) .....	29
6.6. Команда МН-УГОЛ (POLIGON) .....	30
6.7. Штриховка.....	30
6.8. Текст.....	33
6.9. Размеры.....	38
7. Редактирование объектов.....	44
7.1. Стирание объектов .....	44
7.2. Копирование объектов .....	44
7.3. Зеркальное отображение.....	44
7.4. Подобие .....	45
7.5. Массив .....	45
7.6. Перемещение.....	46
7.7. Поворот.....	47
7.8. Растягивание .....	47
7.9. Масштабирование.....	48
7.10. Расширение .....	48
7.11. Удлинение .....	48
7.12. Обрезка .....	49
7.13. Разрывание .....	49
7.14. Расчленение.....	49
7.15. Фаска.....	50
7.16. Сопряжения.....	50

7.17. Редактирование полилинии, команда PEDIT (ПОЛПРЕД) .....	56
8. Контрольные вопросы .....	59
V. Лабораторная работа №2 Разработка и выполнение учебного чертежа .....	60
1. Настройка режима рисования .....	60
2. Систематизация чертежа с помощью слоев .....	61
3. Способ разработки и выполнения чертежа оси симметричной детали .....	63
3.1. Подготовительный этап .....	63
3.2. Компьютерное черчение с использованием базовых графических примитивов.....	64
4. Контрольные вопросы .....	74
Литература .....	74
Приложение 1 .....	75
Приложение 2 .....	76
Приложение 3 .....	77
Приложение 4 .....	78
Приложение 5 .....	79
Приложение 6 .....	80
Приложение 7 .....	81

## ВВЕДЕНИЕ

Современные компьютерные технологии позволяют создавать такие графические модели инженерной сферы деятельности, как чертежи, пространственные модели, наглядные изображения, схемы и т. д.

Задачей предлагаемого пособия является обучение студентов классической (двухмерной) 2D-технологии построения графических моделей, по которой проектирование ведется посредством создания проекций – плоских отображений объектов (эпюр Монжа).

В качестве среды обучения методам компьютерного геометрического моделирования в данном руководстве использован пакет AutoCAD 2016.

Аббревиатура AutoCAD расшифровывается как Automated Computer Aided Drafting and Design (Автоматическое компьютерное черчение и проектирование). AutoCAD – продукт фирмы Autodesk, является универсальным базовым пакетом, содержащим практически все основы, которые заложены в специализированных пакетах систем автоматизированного проектирования (САПР) более высокого уровня. Широта возможностей, распространенность и открытость AutoCAD делают его предпочтительным программным продуктом для целей освоения технологии геометрического моделирования объектов.

Пособие предназначено для студентов-бакалавров, обучающихся по направлению подготовки «Прикладная математика и информатика». Оно позволяет освоить технологию геометрического моделирования 2D-объектов средствами САПР AutoCAD и выполнить предусмотренные в лабораторных работах упражнения. Полученные в данном курсе навыки, дают студентам возможность на современном уровне выполнять графическую часть заданий по различным учебным дисциплинам, а также выпускной квалификационной работы.

Данное учебно-методическое пособие содержит теоретический материал и практические рекомендации по выполнению 2-х лабораторных работ: «Создание изображений и их редактирование» и «Разработка и выполнение учебного чертежа».

Минимальная необходимая подготовка предусматривает наличие у студентов знаний по информатике и информационным технологиям, а также инженерной графике.

# I. Основные понятия инженерного проектирования и конструирования

*Проектирование технического объекта* – создание, преобразование и представление в принятой форме образа этого еще не существующего объекта. Образ объекта или его составных частей может создаваться в воображении человека в результате творческого процесса или генерироваться в соответствии с некоторыми алгоритмами в процессе взаимодействия человека и ЭВМ.

Так как проектирование – процесс сложный и трудоемкий, организовывать его следует только тогда, когда без этого обойтись нельзя. Иными словами, разрабатывать технический проект нужно, если подобных объектов не существует, а затраты на проектирование, подготовку производства и изготовление объекта новой техники окупаются в установленный срок и приносят положительный эффект.

*Конструирование*, основанное на результатах проектирования, представляет собой разработку конструкции технической системы, которая затем материализуется в процессе его изготовления на производстве. Конструкция технической системы представляет собой определенным образом связанные стандартные элементы, выпускаемые промышленностью или изобретенные заново, и является общей для целого класса изделий производства.

Проектирование необходимо отличать от конструирования. Для проектировочной деятельности исходным является социальный заказ, т.е. потребность в создании определенных объектов, вызванная либо «разрывами» в практике их изготовления, либо конкуренцией, либо потребностями развивающейся социальной практики (например, необходимостью упорядочения движения транспорта в связи с ростом городов) и т.п. Продукт проектировочной деятельности в отличие от конструкторской выражается в особой знаковой форме – в виде текстов, чертежей, графиков, расчетов, моделей в памяти ЭВМ и т.д. *Результат конструкторской деятельности должен быть обязательно материализован в виде опытного образца*, с помощью которого уточняются расчеты, приводимые в проекте, и конструктивно-технические характеристики проектируемой технической системы.

*Проект* – информационная модель нового технического объекта, способного удовлетворить выявленную потребность, представляется технической документацией, позволяющей однозначно воспроизвести объект в ходе производственных процессов в материальном виде с наилучшими характеристиками.

## II. Виды и комплектность проектных документов

ГОСТ 2.102 – 68\* относит к конструкторским документам графические и текстовые документы, которые в отдельности или в совокупности определяют состав и устройство изделия и содержат необходимые данные для его разработки или изготовления.

Документы подразделяются на виды:

- *чертеж детали* содержит изображение детали и другие данные, необходимые для ее изготовления и контроля;
- *сборочный чертеж* содержит изображение сборочной единицы и другие данные, необходимые для ее сборки и контроля;
- *чертеж общего вида* определяет конструкцию изделия, взаимодействие его основных составных частей и поясняет принцип работы изделия;
- *схема* – документ, на котором показаны в виде условных изображений или обозначений составные части изделия и связи между ними;
- *спецификация* определяет состав сборочной единицы;
- *ведомость технического предложения, эскизного и технического проектов* содержит перечень проектных документов, вошедших, соответственно, в техническое предложение, эскизный и технический проекты;
- *пояснительная записка* соответствующей стадии проекта включает описание устройства и принципа действия разрабатываемого изделия, обоснование принятых при его разработке технических решений, а также расчеты параметров, расчеты размеров и пр.

Перечисленные конструкторские документы в зависимости от стадии разработки подразделяются на проектные, выполненные в техническом предложении, эскизном и техническом проектах; и рабочие, выполненные в рабочем проекте.

В числе проектных и рабочих документов основной конструкторский документ изделия в отдельности или в совокупности с другими записанными в нем конструкторскими документами полностью и однозначно определяет данное изделие и его состав.

За основные конструкторские документы принимают: для деталей – чертеж детали; для сборочной единицы – спецификацию.

### III. Системы автоматизированного проектирования (САПР)

*Система автоматизированного проектирования (САПР)* – система, объединяющая технические средства, математическое и программное обеспечение, параметры и характеристики которых выбирают с максимальным учетом особенностей задач инженерного проектирования и конструирования.

Структурными составляющими САПР являются подсистемы, обладающие всеми свойствами систем и создаваемые как самостоятельные системы. Это выделенные части САПР, обеспечивающие выполнение некоторых законченных проектных задач с получением соответствующих проектных решений и проектных документов.

Структура САПР:

- проектирование (CAD/CAE);
- подготовка производства (CAM);
- управление производственной информацией (PDM).

*CAD-системы* (computer-aided design – компьютерная поддержка проектирования) предназначены для решения конструкторских задач и оформления конструкторской документации (более привычно именно они именуются системами автоматизированного проектирования – САПР). Как правило, в современные модули САПР входят модули моделирования трехмерной объемной конструкции (детали) и оформления чертежей и текстовой конструкторской документации (спецификаций, ведомостей и т. д.)

*CAE-системы* (computer-aided engineering – поддержка инженерных расчетов) – представляют собой обширный класс систем, каждая из которых позволяет решать определенную расчетную задачу (группу задач), начиная от расчетов на прочность, анализа и моделирования тепловых процессов до расчетов гидравлических систем и машин, расчетов процессов литья.

*CAM-системы* (computer-aided machine – автоматизируют разработку технологии обработки изделия на оборудовании с числовым программным управлением (ЧПУ). На основании трехмерной модели и заданных технологических параметров обработки автоматически генерируются управляющие программы для того или иного оборудования с ЧПУ. Сформированная технология в дальнейшем может быть передана в систему ЧПУ станка и выполнена.

Управление производственной информацией осуществляется с помощью Систем управления производственной информацией (PDM), которые являются инструментальным средством, помогающим администраторам, конструкторам, инженерам, технологам и другим специалистам управлять как данными, так и процессами разработки изделия на современном производственном предприятии.

САПР обладают огромным количеством разнообразных функций и возможностей призванных освободить конструктора, проектировщика от выполнения рутинных операций, а процесс проектирования с использованием



CAD/CAM/CAE-систем, представляет собой переход на информационные компьютерные технологии, электронное описание изделия.

Универсальной САПР является AutoCAD. Этот программный продукт дает пользователю персонального компьютера возможности, ранее доступные только на больших и дорогих вычислительных системах.

Основное назначение AutoCAD – обработка геометрической информации, изготовление чертежей при конструировании и разработке технологических процессов. При разработке конструкторско-технологической документации выделяют два основных подхода:

- подход, базирующийся на двумерной геометрической модели и использовании компьютера как электронного кульмана; центральное место здесь занимает чертеж – традиционный процесс конструирования;

- подход, в основе которого лежит *пространственная геометрическая модель* (ПГМ) изделия, позволяющая получать реалистическое изображение трехмерных объектов; чертеж в этом подходе выполняет вспомогательную роль.

При первом подходе построение изображений, обмен информацией осуществляется на основе конструкторско-технологической и нормативно-справочной информации; при втором – на основе внутримашинного представления *геометрических объектов* (ГО), с помощью специальных графических приемов, когда создается иллюзия трехмерных объектов и общей базы данных.

Система AutoCAD располагает средствами создания моделей ГО, содержащих информацию о геометрии объекта. Под моделью ГО понимают совокупность сведений, однозначно определяющих ее форму. Различают двумерные модели графических изображений (ГИ), когда чертеж формируется двумерными (2D) плоскими графическими примитивами и трехмерные (3D) модели, когда изделие представляется в трех измерениях с использованием специальных графических приемов или трехмерных графических примитивов.

## IV. Лабораторная работа №1

### Создание изображений и их редактирование

#### 1. Запуск AutoCAD

При загрузке приложения AutoCAD появляется окно.

Данное окно позволяет начать работу с рисунком одним из 4-х способов.

Имеется возможность:

- открыть существующий рисунок;
- быстро создать новый рисунок на основе простейшего шаблона;
- создать новый рисунок на основе одного из имеющихся шаблонов;
- используя Мастера, создать рисунок с требуемыми начальными параметрами, задаваемыми в процессе работы

При запуске приложения AutoCAD появляется *главное окно программы* (Рис. 1). Данное окно является основным рабочим пространством пользователя. В окне располагаются различные средства, предназначенные для проектирования моделей и получения информации об отдельных объектах рисунков.

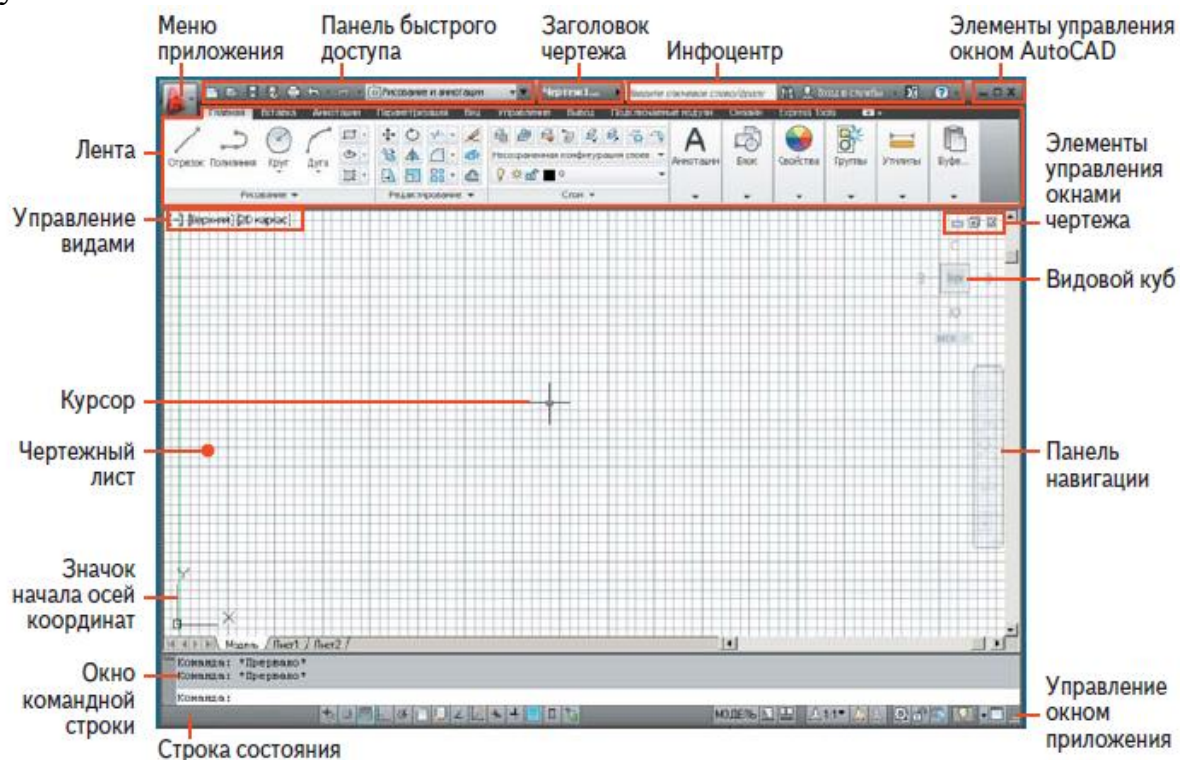


Рис. 1

Система AutoCAD создана для интерактивной работы пользователя. Весь диалог с системой идет на *языке команд*, и каждая команда выполняет соответствующую операцию.

Как правило, команды имеют не единственный вариант выполнения и могут привести к разным результатам, а применение конкретного варианта определяется системой в зависимости от действий пользователя и от его

ответов на запросы системы. Каждая команда имеет официальное название (имя), под которым она фигурирует в справочной системе. Это же название является вариантом запуска команды с помощью *клавиатурного ввода*.

*Запуск команды* обычно выполняется с помощью соответствующего элемента интерфейса. Например, команда ОТРЕЗОК (LINE) может быть вызвана с помощью кнопки панели *Рисование* (Draw) ленты *Главная*.

Запуск команды должен выполняться только в ответ на приглашение *Введите команду:* (Type a command:), видимое в зоне командных строк. Именно это приглашение является признаком того, что предыдущее действие полностью закончено и система готова к приему следующей команды, а не пытается выполнять ранее начатую операцию.

Ввод команды должен завершаться нажатием клавиши <Enter> (в некоторых случаях вместо этого достаточно щелчка правой кнопки мыши в графическом экране). Пока вы не нажали <Enter>, возможна корректировка ввода (например, удаление символов с конца клавишей <Backspace> или редактирование набранного текста с использованием клавиш <→>, <←>, <Del>). Только после нажатия клавиши <Enter> AutoCAD примет ваше задание к исполнению.

Прервать выполнение любой команды, уже начавшей свою работу, или текущий клавиатурный ввод можно, нажав клавишу <Esc>.

Если нажать функциональную клавишу <F2>, то на экране дисплея появится окно *Текстовое окно AutoCAD* (AutoCAD Text Window), которое выводится поверх рабочей зоны. Содержимое этого окна является *протоколом* всего сеанса работы с текущим чертежом.

Далее в пособии содержимое протокола приводится в рамке; вводимые команды, ключи, координаты и другие параметры, выделены <b>полужирным шрифтом</b> .
---

## 2. Пространство модели и пространство листа

Окно рисунка разделено на вкладки, на одной из них расположена модель, а остальные (их может быть несколько) представляют собой аналоги листов бумаги (Рис. 2).

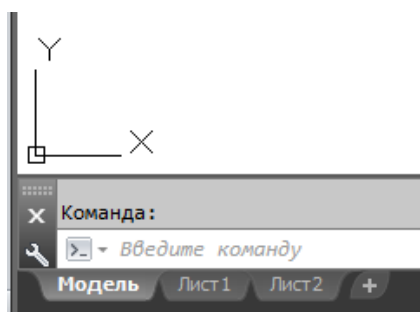


Рис. 2

Во вкладке *Модель* (Model) идет создание и редактирование рисунка. Активность вкладки *Модель* (Model) всегда означает, что работа ведется в пространстве модели. Эта вкладка может быть разделена на неперекрывающиеся видовые экраны, которые представляют различные виды модели.

Содержимое вкладки *Модель* (Model) может быть выведено на печать. Набор вкладок *Лист* (Layout) предназначен для компоновки и подготовки к печати листов, представляющих собой изображение модели на бумаге. Переключаясь со вкладки *Модель* (Model) на вкладку *Лист* (Layout), пользователь фактически переходит из трехмерного пространства модели в двухмерное пространство листа, на котором эта модель представлена.

Листы в AutoCAD – это элементы среды пространства листа; на каждом из них создаются видовые экраны и отдельно устанавливаются параметры печати. Заданные параметры сохраняются в рисунке вместе с листами.

### 3. Системы координат в AutoCAD. Форматы координат

При создании в AutoCAD нового рисунка текущая прямоугольная (декартова) система координат всегда совпадает с *Мировой системой координат* (МСК (WCS)), ось X которой направлена горизонтально слева направо, ось Y – вертикально снизу вверх, а ось Z располагается перпендикулярно плоскости XY (перпендикулярно экрану) во вне.

Ввод координат точки в декартовой системе заключается в задании расстоянии, на котором располагается точка относительно начала координат (точки 0,0,0) вдоль каждой из осей.

Координаты точек на плоскости допускается задавать не только в *декартовой*, но и в *полярной* системе координат. Ввод координат в полярной системе заключается в задании расстояния, на котором располагается точка от начала координат, а также величины угла, образованного полярной осью и отрезком, мысленно проведенным через данную точку и начало координат.

В AutoCAD имеется возможность вводить координаты в следующих форматах: архитектурном, десятичном, инженерном, дробном и научном. Углы могут вводиться в градусах, радианах, топографических единицах, а также в градусах, минутах и секундах.

Ввод координат с клавиатуры возможен в виде *абсолютных* и *относительных* координат.

Ввод абсолютных координат возможен в следующих форматах:

- *прямоугольных* (декартовых) координат X,Y;

- *полярных* координат r<A, где r – радиус; A – угол от предыдущей точки.

Угол задается в градусах против часовой стрелки. Значение 0 соответствует положительному направлению оси OX.

Относительные координаты задают смещение от последней введенной точки. При вводе точек в относительных координатах можно использовать любой формат записи в абсолютных координатах: @dx,dy для прямоугольных, @r<A для полярных.

Заметим, что AutoCAD запоминает координаты последней введенной точки. Ввод символа @ означает ввод относительных координат «@0,0» или «@0<любой угол», т.е. нулевое смещение от последней точки.

Кроме МСК можно использовать так называемую *Пользовательскую систему координат* (ПСК (UCS)). В процессе работы положение начала координат и ориентацию осей ПСК можно изменять. Работа в ПСК (UCS) сопровождается изменением на экране пиктограммы системы координат.

Никакие изменения МСК (WCS) не допускаются.

Различные форматы координат приведены в Таблице 1.

Таблица 1.

	Абсолютные	Относительные
Декартовы	x,y	@dx,dy
Полярные	r<A	@r<A

#### 4. Настройка рабочей среды в пространстве модели

Перед началом работы над изображением необходимо задать базовые параметры чертежа. Начать следует с команды ЕДИНИЦЫ (UNITS).

Команда ЕДИНИЦЫ (UNITS) используется для установки единиц представления линейных и угловых величин на чертеже, базового направления и направления отсчета углов, точности представления. Эту команду можно активизировать, набрав ЕДИНИЦЫ (UNITS) в командной строке. В результате на экране откроется диалоговое окно *Единицы чертежа* (Drawing Units) (Рис. 3).

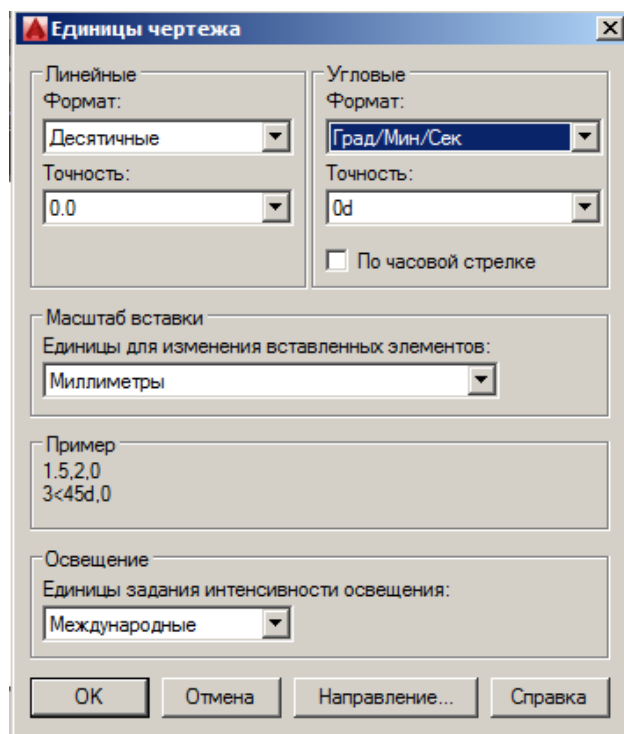


Рис. 3

Два раскрывающихся списка в этом окне позволяют выбрать форматы представления *Линейных* и *Угловых* величин. В нижней части окна в зоне *Пример* выводится пример представления величин в выбранном формате.

Команда ЛИМИТЫ (LIMITS) устанавливает лимиты чертежа – размеры рабочей формы. По умолчанию устанавливаются размеры 9x12 дюймов в альбомном формате. (Эти параметры для британских единиц измерения. При выборе метрических единиц по умолчанию устанавливаются лимиты 420x297 мм.). Для настройки лимитов соответствующих формату А4 (210x297) введите в командную строку ЛИМИТЫ

В командной строке будут выведены следующие приглашения команды:

Команда: **ЛИМИТЫ**

Переустановка лимитов пространства модели:

Левый нижний угол или [Вкл/оТкл] <0.0,0.0>: **0,0**

Правый верхний угол <420.0,297.0>: **210,297**

## 5. Средства обеспечения точности

Диалоговое окно *Режимы рисования* (Drafting Settings) содержит элементы настройки вспомогательных средств (Шаговая привязка и Сетка, Полярное отслеживание, Объектная привязка и др.), которые сильно упрощают выполнение разнообразных графических построений в среде AutoCAD. Это диалоговое окно можно вывести на экран выбором контекстных меню кнопок в строке режимов в нижней части рабочего окна или командой РЕЖИМРИС (DSETTINGS).

### 5.1. Сетка

*Сеткой* называется упорядоченная последовательность точек, покрывающих область рисунка в пределах лимитов. Сетку можно включать и выключать в ходе выполнения других команд. Она не выводится на печать.

Для включения сетки и задания ее шага:

- на вкладке «Шаг и Сетка» (рис. 4) диалогового окна «Режимы рисования» выбрать «Сетка вкл.»

- в поле «Интервал сетки по X» ввести шаг сетки по горизонтали в единицах

- если шаг сетки по вертикали совпадает с шагом по горизонтали, нажать ENTER. В противном случае, ввести шаг по вертикали в поле «Интервал сетки по Y»

- нажать «ОК».

Для включения и отключения сетки можно щелкнуть мышью на слове СЕТКА (GRID) в строке состояния, вызвать команду СЕТКА (GRID), нажать CTRL+G или F7.

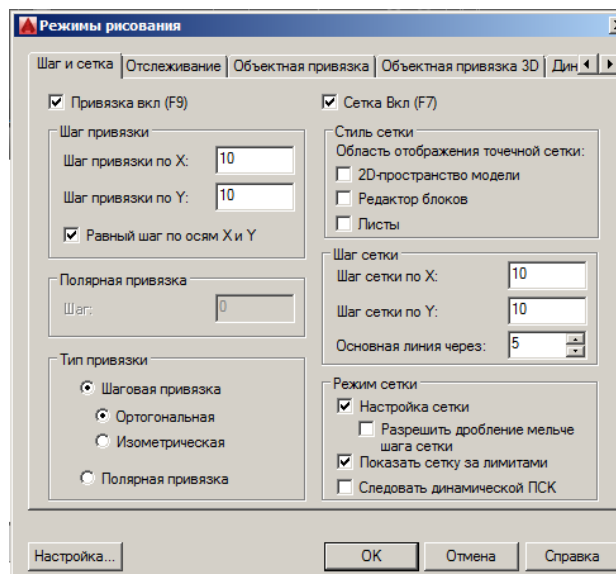


Рис. 4

## 5.2. Шаговая привязка

В режиме *шаговой привязки* курсор движется по области рисования не плавно, а с определенным шагом, т.е. скачкообразно перемещается между узлами воображаемой сетки. Шаг привязки задается отдельно по осям X и Y. Включение и отключение режима шаговой привязки может производиться в ходе выполнения другой команды.

Для включения режима шаговой привязки и задания шага:

- на вкладке «Шаг и сетка» (Рис. 4) диалогового окна «Режимы рисования» выбрать «Шаг вкл.»

- в поле «Интервал шага по X» ввести шаг привязки по горизонтали в единицах

- если шаг привязки по вертикали совпадает с шагом привязки по горизонтали, нажать ENTER. В противном случае, ввести шаг по вертикали в поле «Интервал по Y»

- в группе «Тип и стиль привязки» выбрать «Ортогональная» и «Шаговая привязка»

- нажать «ОК».

Для включения и отключения режима шаговой привязки можно щелкнуть мышью на слове ШАГ (SNAP) в строке состояния, вызвать команду ШАГ (SNAP), нажать CTRL+B или F9.

## 5.3. Объектная привязка

В процессе выполнения команд рисования можно привязывать курсор к характерным точкам объектов (к конечным точкам, центрам, пересечениям или серединам объектов). Это достигается с помощью *объектной привязки*, позволяющей указывать точное расположение характерных точек на объектах без задания координат и построения эскизных линий. Например, включив объектную привязку, можно быстро построить отрезок к центру окружности или к середине сегмента полилинии. Объектную привязку можно включать во время любого запроса указания точки.

При включенном режиме автопривязки во время перемещения прицела по точке привязки отображается соответствующий маркер и всплывающая подсказка. Это позволяет легко определить текущий режим объектной привязки. Для задания режимов текущей объектной привязки:

- на вкладке «Объектная привязка» (Рис. 5) диалогового окна «Режимы рисования» выбрать необходимые режимы объектной привязки (Таблица 2);



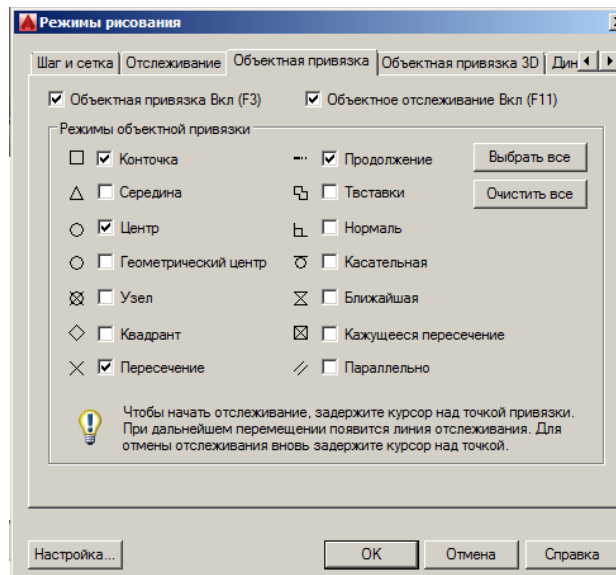




Рис. 5

Таблица 2.

Кнопка	Описание	Команда
	«Конечная точка». Привязка к ближайшей из конечных точек объектов (отрезков, дуг и т. п.)	конточка (_endp)
	Привязка к серединам объектов (отрезков, дуг и т. п.). Привязка для бесконечных линий производится к первой из определяющих точек. Для сплайнов и эллипсов в режиме «Середина» осуществляется привязка к точке объекта, расположенной на одинаковом расстоянии от начальной и конечной точек.	сер (_mid)
	«Пересечение». Привязка к точке пересечения объектов (отрезков, окружностей, дуг, эллипсов, полилиний, сплайнов, лучей, бесконечных прямых). Можно также привязываться к пересечениям границ областей и кривых.	пересечение (_int)
	Привязка к точке воображаемого пересечения двух любых объектов. («Кажущееся пересечение» позволяет привязываться к видимым на экране точкам пересечений объектов)	кажпер (_appint)
	Привязка к центру дуги, эллиптической дуги, эллипса, тела или круга. Позволяет привязываться к дугам, окружностям, эллипсам, которые являются частью тела или области.	Цен (_cen)
	Привязка к ближайшему квадранту (точке расположенной под углом 0, 90, 180 или 270 градусов от центра) дуги, окружности или эллипса.	ква (_qua)
	Привязка к объектам типа «точка», построенным командой ТОЧКА.	узе (_nod)
	Привязка к точке дуги, эллиптической дуги, окружности, эллипса, бесконечной прямой, отрезку, мультилинии, полилинии, луча, фигуры или сплайна, которая позволяет построить нормаль к данному объекту. Привязка также может осуществляться не к самому объекту, а к точке, лежащей на нормали, проведенной к продолжению этого объекта.	нор (_per)

Кнопка	Описание	Команда
	Привязка к имеющемуся прямолинейному сегменту для построения параллельного ему прямолинейного объекта. При использовании данного режима привязки нужно указать исходную точку нового объекта, после чего медленно перемещать курсор вдоль отрезка, для которого нужно построить параллельный. В области прицела должен находиться только один отрезок.	пар (_par)
	Привязка к такой точке дуги, окружности, эллипса или плоского сплайна, которая совместно с предыдущей указанной точкой позволяет построить касательную. С помощью режима «Касательная», например, можно построить по трем точкам окружность, касающуюся трех других окружностей.	Кас (_tan)

- в режиме *разовой объектной привязки* курсор принимает вид прицела объектной привязки. При выборе объекта в области прицела определяется самая ближайшая точка привязки. Разовая объектная привязка действует только во время ввода точки. Режимы разовой объектной привязки включаются кнопками в панели состояния (Рис. 6)

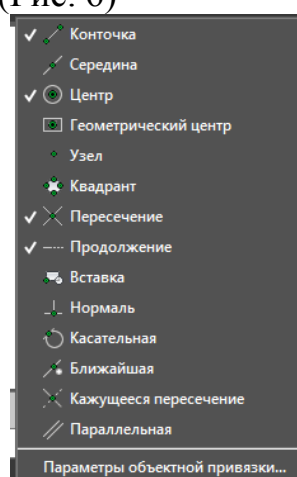


Рис. 6

## 5.4. Автоотслеживание

Средства *автоотслеживания* облегчают построение объектов в определенных направлениях или в определенной зависимости относительно других объектов рисунка. При включенных режимах автоотслеживания специальные временные линии отслеживания помогают выполнять точные построения. Имеется два режима автоотслеживания: полярное отслеживание и отслеживание по объектной привязке. Объектное отслеживание расширяет и дополняет возможности объектной привязки.

Полярное отслеживание облегчает выбор точек, лежащих на воображаемых линиях, которые можно провести через последнюю указанную в команде точку под одним из заданных полярных углов.

Для включения полярного отслеживания нажать клавишу F10 или кнопку «ПОЛЯР» в строке состояния.

Для построения объектов с помощью полярного отслеживания:

- включить режим полярного отслеживания и вызвать команду рисования;

- указать начальную точку;

- указать конечную точку.

Линия полярного отслеживания и всплывающая подсказка появляются, если прямая, мысленно поведенная через предыдущую указанную точку и курсор, проходит под углом, близким к одному из полярных. По умолчанию шаг полярных углов равен 90 градусов. Линию полярного отслеживания и информацию, содержащуюся во всплывающей подсказке, можно использовать при построении объектов.

Режим «Орто» разрешает указание только тех точек, которые лежат на прямой, параллельной оси X или Y и проходящей через последнюю указанную в текущей команде точку. При включении режима ортогонального рисования режим полярного отслеживания автоматически отключается, поскольку эти режимы не могут быть одновременно активными. Аналогично, при включении полярного отслеживания режим «Орто» отключается.

Полярное отслеживание может осуществляться под углами, кратными следующим стандартным значениям: 90, 45, 30, 22.5, 18, 15, 10 или 5 градусов. Кроме того, изменить параметры полярного отслеживания. Для этого:

- на вкладке «Отслеживание» диалогового окна «Режимы рисования» (Рис. 7) установить флажок «Полярное отслеживание Вкл.(F10)» для активизации режима полярного отслеживания;

- из списка «Шаг углов» выбрать значение приращения полярных углов при отслеживании;

- в группе «Отсчет полярных углов» установить переключатель в одно из положений: абсолютно – задает отсчет углов полярного отслеживания относительно текущего направления отсчета углов; от последнего сегмента – задает отсчет углов полярного отслеживания относительно линии, которая проходит через две точки, указанных последними.

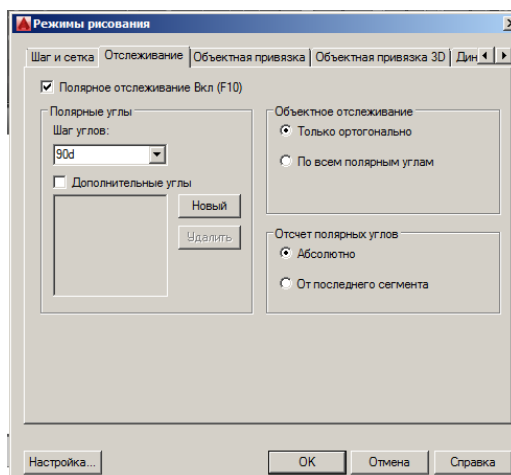


Рис. 7

## 6. Создание изображений

### 6.1. Команда ОТРЕЗОК (LINE)

*Линия* является базовым объектом AutoCAD. Линии бывают различного рода: отдельные отрезки, ломаные (с сопряжениями и без них), пучки параллельных линий (мультилинии), а также эскизные. Для построения линий задают координаты точек, свойства (тип линии, цвет и др.) и размерные величины, например, значения углов. По умолчанию используется тип линии CONTINUOUS, т.е. построение осуществляется сплошной линией. Однако имеются и другие типы линий, состоящие из точек и штрихов.

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 предполагается работа с каждым сегментом в отдельности.

Кроме общих свойств отрезок характеризуется двумя точками, задавать которые можно любым из известных в AutoCAD способов:

- вводом декартовых и полярных координат (абсолютных и относительных) точек с клавиатуры;
- указанием точек прямо в поле чертежа (графической зоне) курсором;
- любыми комбинациями этих способов.

#### Ключи:

*Первая точка (Specify first point):* - начало отрезка.

*Следующая точка (Specify next point):* - конец отрезка.

Далее циклический запрос *Следующая точка (Specify next point)* означает конец следующего отрезка, при этом за его начало берется конец предыдущего отрезка. При перемещении к каждой следующей точке за перекрестьем тянется «резиновая нить». Это позволяет отслеживать положение каждого следующего отрезка ломаной линии. При этом каждый отрезок ломаной линии является отдельным примитивом. Цикл заканчивается после ввода <ENTER> на запрос *Следующая точка (Specify next point)*. Вместо клавиши <ENTER> можно использовать правую клавишу на «мышь».

*Замкни (Close)* – замкнуть ломаную.

*Отмени (Undo)* – отменить последний нарисованный отрезок.

#### Упражнение 1.

Построить фигуру с помощью команды ОТРЕЗОК (LINE) (Рис. 8).

Первая точка задается в абсолютных координатах, последующие точки заданы в относительных полярных и относительных прямоугольных координатах.

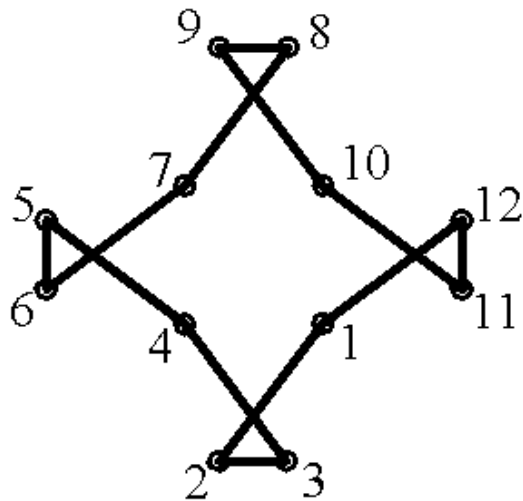


Рис. 8

*1. Установка единиц и формата чертежа (A4):*

Команда: **ЕДИНИЦЫ**

Команда: **ЛИМИТЫ**

Переустановка лимитов пространства модели:

Левый нижний угол или [Вкл/откл] <0.0,0.0>:<**ENTER**>

Правый верхний угол <420.0,297.0>:**210.0,297.0**

*2. Установка сетки (5x5) и шаговой привязки (5):*

Команда: **СЕТКА**

Шаг сетки(X) или [Вкл/откл/Шаг привязки/основной/адаптивный/лимиты/следующий/аспект] <10.0>: **5.0**

Команда: **ШАГ**

Шаг привязки или [Вкл/откл/аспект/legacy/стиль/тип] <10.0>: **5.0**

*3. Формирование изображения:*

Команда: **ОТРЕЗОК**

Первая точка: **130,90**

(1 точка)

Следующая точка или [отменить]: **@50<233**

(2 точка)

Следующая точка или [отменить]: **@20,0**

(3 точка)

Следующая точка или [замкнуть/отменить]: **@50<127**

(4 точка)

Следующая точка или [замкнуть/отменить]: **@50<143**

(5 точка)

Следующая точка или [замкнуть/отменить]: **@0,-20**

(6 точка)

Следующая точка или [замкнуть/отменить]: **@50<37**

(7 точка)

Следующая точка или [замкнуть/отменить]: **@50<53**

(8 точка)

Следующая точка или [замкнуть/отменить]: **@-20,0**

(9 точка)

Следующая точка или [замкнуть/отменить]: **@50<307**

(10 точка)

Следующая точка или [замкнуть/отменить]: **@50<323**

(11 точка)

Следующая точка или [замкнуть/отменить]: **@0,20**

(12 точка)

Следующая точка или [замкнуть/отменить]: **3**

(замкнуть)

4. Сохранить файл с именем: фамилия\_упр1

Команда: СОХРАНИТЬКАК

## 6.2. Команда ДУГА (ARC)

Дуги можно строить различными способами. По умолчанию построение производится по трем точкам: начальной промежуточной и конечной. Дуги строятся также с заданием центрального угла, радиуса, направления. По умолчанию рисование дуги в AutoCAD производится против часовой стрелки.

Ключи:

*Центр (Center)*

*Начальная точка (Start point)*

*Конечная точка (End point)*

*Угол (Angle)*

*Длина хорды (Length of chord)*

*Радиус (Radius)*

*Направление (Direction)*

Варианты построения дуги:

*3 точки (3-point)* – по трем точкам, лежащим на дуге;

*Н,Ц,К (St,C,End)* – по начальной точке, центру и конечной точке. Дуга строится против часовой стрелки;

*Н,Ц,Угол (St,C,Ang)* – по начальной точке, центру и углу. Обычно дуга строится против часовой стрелки, но если задан отрицательный угол, дуга строится по часовой стрелке;

*Н,К,Раd (St,E,Rad)* – по начальной, конечной точкам и радиусу. AutoCAD всегда строит меньшую дугу против часовой стрелки;

*Ц,Н,К (Ce,S,End)* – по центру, начальной и конечной точкам;

*Ц,Н,Угол (Ce,S,Ang)* – по центру, начальной точке и углу;

*ПродДуг (ArcCont)* – как продолжение предшествующей линии или дуги. Аналогичные действия вызываются, если в ответ на первый запрос нажать клавишу <ENTER> или пробел. Происходит построение дуги подобно варианту «начало, конец, начальное направление». При этом начальной точкой дуги и ее начальным направлением станут соответственно конечная точка и конечное направление последней созданной дуги или отрезка. Этот способ особенно удобен для построения дуги, касательной к заданному отрезку.

По умолчанию принят способ вычерчивания дуги по трем лежащим на ней точкам.

## 6.3. Команда КРУГ (CIRCLE)

Круги можно строить различными способами. По умолчанию построение производится по заданным центру и радиусу. Можно также задать центр и

длину диаметра; или указать начальную и конечную точку диаметра. Окружность можно построить по трем точкам, через которые она проходит. Кроме того, имеется возможность построить окружность, касающуюся трех объектов рисунка, или окружность, касающуюся двух объектов и имеющую заданный радиус.

Ключи:

2P (2T) – строит окружность по двум точкам на диаметре

3P (3T) – строит окружность по трем точкам, лежащим на окружности

TTR (KKP) – строит окружность по двум касательным и радиусу

Center point (Центр) – точка центра

Упражнение 2.

Построить фигуры с помощью команд ДУГА (ARC) и КРУГ (CIRCLE), используя привязки к характерным геометрическим точкам объектов и автоотслеживание (Рис. 9, а и Рис. 9, б).

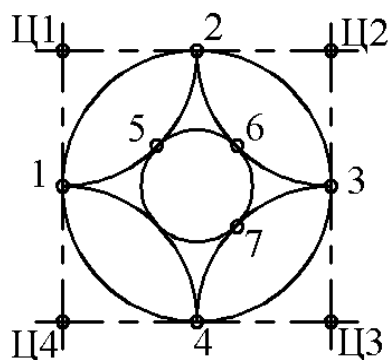


Рис. 9, а

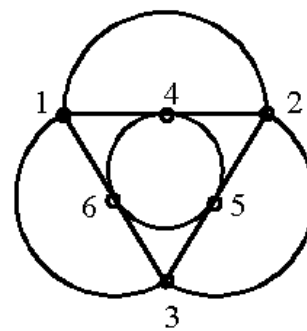


Рис. 9, б

1. Построение изображения (Рис. 9, а):

1.1 Построение окружности по двум точкам (Точки 1 и 3):

Команда: **КРУГ**

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

Первая конечная точка диаметра круга: **50,50**

Вторая конечная точка диаметра круга: **150,50**

1.2. Построение дуги по начальной точке (точка 1), центру (Ц1) и конечной точке (точка 2) с использованием привязки к квадранту:

Команда: **<Привязка вкл>**

Команда: **ДУГА**

Начальная точка дуги или [Центр]: (указать точку 1 мышью)

Вторая точка дуги или [Центр/Конец]: **ц**

Укажите центральную точку дуги: **50,100**

Укажите конечную точку дуги (удерживайте клавишу CTRL для переключения направления) или [Угол/Длина хорды]: (указать точку 2 мышью)

1.3. Построение дуги по начальной точке (точка 2) через привязку к конечной точке предыдущей дуги, центру и углу:

Команда: **ДУГА**

Начальная точка дуги или [Центр]: (указать точку 2 мышью)

Вторая точка дуги или [Центр/Конец]: **ц**

Укажите центральную точку дуги: **150,100**

Укажите конечную точку дуги (удерживайте клавишу CTRL для переключения направления) или [Угол/Длина хорды]: **у**

Укажите центральный угол (удерживайте клавишу CTRL для переключения направления): **90**

*1.4. Построение дуги по начальной точке (точка 3) через привязку к конечной точке предыдущей дуги, центру и углу:*

Команда: **ДУГА**

Начальная точка дуги или [Центр]: (указать точку 3 мышью)

Вторая точка дуги или [Центр/Конец]: **ц**

Укажите центральную точку дуги: **150,0**

Укажите конечную точку дуги (удерживайте клавишу CTRL для переключения направления) или [Угол/Длина хорды]: **у**

Укажите центральный угол (удерживайте клавишу CTRL для переключения направления): **90**

*1.5. Построение дуги по начальной точке (точка 4) через привязку к конечной точке предыдущей дуги, центру и конечной точке, через привязку к конечной точке (точка 1):*

Команда: **ДУГА**

Начальная точка дуги или [Центр]: (указать точку 4 мышью)

Вторая точка дуги или [Центр/Конец]: **ц**

Укажите центральную точку дуги: **50,0**

Укажите конечную точку дуги (удерживайте клавишу CTRL для переключения направления) или [Угол/Длина хорды]: (указать точку 1 мышью)

*1.6. Построение окружности по трем точкам (точки 5, 6 и 7) через привязку к серединам дуг:*

Команда: **КРУГ**

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

Первая точка круга: (указать точку 5 мышью)

Вторая точка круга: (указать точку 6 мышью)

Третья точка круга: (указать точку 7 мышью)

*2. Выполнение изображения (Рис. 9, б):*

*2.1 Построение треугольника из отрезков по трем точкам (точки 1, 2 и 3):*

Команда: **ОТРЕЗОК**

Первая точка: **50,200**

Следующая точка или [Отменить]: **140,200**

Следующая точка или [Отменить]: **95,125**

Следующая точка или [Замкнуть/Отменить]: **з**

*2.2. Построение дуги по центру (точка 4), начальной точке (точка 1) и углу через привязку к конечной точке и середине:*



Команда: **ДУГА**

Начальная точка дуги или [Центр]: **ц**

Укажите центральную точку дуги: (указать точку 4 мышью)

Начальная точка дуги: (указать точку 1 мышью)

Укажите конечную точку дуги (удерживайте клавишу CTRL для переключения направления) или [Угол/Длина хорды]: **у**

Укажите центральный угол (удерживайте клавишу CTRL для переключения направления): **-180**

*2.3 Построение дуги по центру (точка 5), начальной (точка 2) и углу через привязку к конечной точке и середине:*

Команда: **ДУГА**

Начальная точка дуги или [Центр]: **ц**

Укажите центральную точку дуги: (указать точку 5 мышью)

Начальная точка дуги: (указать точку 2 мышью)

Укажите конечную точку дуги (удерживайте клавишу CTRL для переключения направления) или [Угол/Длина хорды]: **у**

Укажите центральный угол (удерживайте клавишу CTRL для переключения направления): **-180**

*2.4. Построение дуги по центру (точка 6), начальной (точка 3) и углу через привязку к конечной точке и середине:*

Команда: **ДУГА**

Начальная точка дуги или [Центр]: **ц**

Укажите центральную точку дуги: (указать точку 6 мышью)

Начальная точка дуги: (указать точку 3 мышью)

Укажите конечную точку дуги (удерживайте клавишу CTRL для переключения направления) или [Угол/Длина хорды]: **у**

Укажите центральный угол (удерживайте клавишу CTRL для переключения направления): **-180**

*2.5. Построение окружности по двум касательным и радиусу (в роли касательных выбираем две любые стороны треугольника):*

Команда: **КРУГ**

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

Укажите точку на объекте, задающую первую касательную: (указать касательную мышью)

Укажите точку на объекте, задающую вторую касательную: (указать касательную мышью)

Радиус круга <20.5>: **25.5**

*3. Сохранить файл с именем: фамилия\_упр2*

Команда: **СОХРАНИТЬКАК**

## 6.4. Команда ПОЛИЛИНИЯ (PLINE)

*Полилиния* представляет собой последовательность линейных и дуговых сегментов; все эти сегменты являются единым объектом. Полилинии используются, если предполагается работа с набором сегментов как с целым, что, однако, не исключает возможности редактировать каждый сегмент полилинии в отдельности. Полилинии могут быть замкнутыми, а их сегменты могут иметь различную ширину, а также быть сужающимися. Полилинии могут иметь дуговые сегменты. Каждый из таких сегментов строится из конечной точки предыдущего сегмента. Дуги описываются заданием угла, центра, направления или радиуса. Кроме того, дугу можно построить указанием второй и конечной точек.

Ключи для изменения ширины полилинии:

*Полуширина (Half-width)* позволяет задать полуширину – расстояние от осевой линии широкого сегмента до края;

*Ширина (Width)* позволяет задать ширину последующего сегмента. AutoCAD запрашивает начальную и конечную ширину. Введенное значение начальной ширины автоматически предлагается по умолчанию значением конечной ширины. Начальная и конечная точки широких линейных сегментов лежат на оси полилинии.

*ОтМени (Undo)* используется для отмены последнего созданного сегмента.

Ключи в режиме создания прямолинейных сегментов (отрезков):

*Дуга (Arc)* – переход в режим дуг;

*Замкни (Close)* – замкнуть отрезком. Замыкающий отрезок существенно отличается от обычного отрезка, проведенного от конечной точки к начальной. Они по-разному обрабатываются при редактировании и сглаживании полилиний. Практически всегда предпочтительнее использовать замыкающие отрезки;

*Длина (Length)* – длина сегмента, как продолжение предыдущего, в том же направлении.

Ключи в режиме дуг:

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

*Центр (CEnter)* – центр дуги;

*Замкни (CLose)* – замкнуть дугой;

*Направление (Direction)* – направление (аналогично ARC);

*ОтРезок (Line)* – переход в режим отрезков;

*Радиус (Radius)* – радиус дуги;

*Вторая (Second point)* – вторая точка дуги по трем точкам. Если дуга не является первым сегментом полилинии, то начинается в конечной точке предыдущего сегмента и по умолчанию проводится касательной к нему.

### Упражнение 3.

Построить фигуру (Рис. 10) с помощью команды PLINE (ПЛИНЕ) с использованием шаговой привязки, узлов конструкционной сетки, а также привязки к характерным геометрическим точкам объектов.

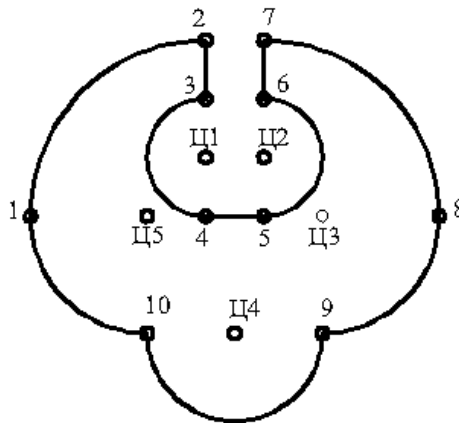


Рис. 10

Команда: **ПОЛИЛИНИЯ**

Начальная точка:

Текущая ширина полилинии равна 0.0

*Первая точка в любом месте чертежа*

Следующая точка или [Дуга/Полуширина/длИна/Отменить/Ширина]: **д**

Укажите конечную точку дуги (удерживайте клавишу CTRL для переключения направления) или [Угол/Центр/Замкнуть/Направление/Полуширина/Линейный/Радиус/Вторая/Отменить/Ширина]: **ц** (*центр – точка 4*)

Центр дуги: **@60,0** (*полярные координаты центра*)

Укажите конечную точку дуги (удерживайте клавишу CTRL для переключения направления) или [Угол/Длина]: **у**

Укажите центральный угол (удерживайте клавишу CTRL для переключения направления): **-90** (*точка 2*)

Укажите конечную точку дуги (удерживайте клавишу CTRL для переключения направления) или [Угол/Центр/Замкнуть/Направление/Полуширина/Линейный/Радиус/Вторая/Отменить/Ширина]: **л**

Следующая точка или [Дуга/Замкнуть/Полуширина/длИна/Отменить/Ширина]: **]**: **@0,-20** (*полярные координаты конечной точки линии – точка 3*)

Следующая точка или [Дуга/Полуширина/длИна/Отменить/Ширина]: **д**

Укажите конечную точку дуги (удерживайте клавишу CTRL для переключения направления) или [Угол/Центр/Замкнуть/Направление/Полуширина/Линейный/Радиус/Вторая/Отменить/Ширина]: **ц** (*центр – Ц1*)

Центр дуги: **@0,-20** (*полярные координаты центра*)

Укажите конечную точку дуги (удерживайте клавишу CTRL для переключения направления) или [Угол/Длина]: **у**

Укажите центральный угол (удерживайте клавишу CTRL для переключения направления): **180** (*точка 4*)

Укажите конечную точку дуги (удерживайте клавишу CTRL для переключения направления) или [Угол/Центр/Замкнуть/Направление/Полуширина/Линейный/Радиус/Вторая/Отменить/Ширина]: л

Следующая точка или [Дуга/Замкнуть/Полуширина/длина/Отменить/Ширина]: @20,0 (полярные координаты конечной точки линии – точка 5)

Следующая точка или [Дуга/Полуширина/длина/Отменить/Ширина]: д

Укажите конечную точку дуги (удерживайте клавишу CTRL для переключения направления) или [Угол/Центр/Замкнуть/Направление/Полуширина/Линейный/Радиус/Вторая/Отменить/Ширина]: ц (центр – Ц2)

Центр дуги: @0,20 (полярные координаты центра)

Укажите конечную точку дуги (удерживайте клавишу CTRL для переключения направления) или [Угол/Длина]: у

Укажите центральный угол (удерживайте клавишу CTRL для переключения направления): 180 (точка 6)

Укажите конечную точку дуги (удерживайте клавишу CTRL для переключения направления) или [Угол/Центр/Замкнуть/Направление/Полуширина/Линейный/Радиус/Вторая/Отменить/Ширина]: л

Следующая точка или [Дуга/Замкнуть/Полуширина/длина/Отменить/Ширина]: @0,20 (полярные координаты конечной точки линии – точка 7)

Следующая точка или [Дуга/Полуширина/длина/Отменить/Ширина]: д

Укажите конечную точку дуги (удерживайте клавишу CTRL для переключения направления) или [Угол/Центр/Замкнуть/Направление/Полуширина/Линейный/Радиус/Вторая/Отменить/Ширина]: ц (центр – точка 5)

Центр дуги: @0,-60 (полярные координаты центра)

Укажите конечную точку дуги (удерживайте клавишу CTRL для переключения направления) или [Угол/Длина]: у

Укажите центральный угол (удерживайте клавишу CTRL для переключения направления): -90 (точка 8)

Укажите конечную точку дуги (удерживайте клавишу CTRL для переключения направления) или [Угол/Центр/Замкнуть/Направление/Полуширина/Линейный/Радиус/Вторая/Отменить/Ширина]: ц (центр дуги – Ц3)

Центр дуги: @-40,0 (полярные координаты центра)

Укажите конечную точку дуги (удерживайте клавишу CTRL для переключения направления) или [Угол/Длина]: у

Укажите центральный угол (удерживайте клавишу CTRL для переключения направления): -90 (точка 9)

Укажите конечную точку дуги (удерживайте клавишу CTRL для переключения направления) или [Угол/Центр/Замкнуть/Направление/Полуширина/Линейный/Радиус/Вторая/Отменить/Ширина]: ц (центр дуги – Ц4)

Центр дуги: @-30,0 (полярные координаты центра)

Укажите конечную точку дуги (удерживайте клавишу CTRL для переключения направления) или [Угол/Длина]: у

Укажите центральный угол (удерживайте клавишу CTRL для переключения направления):-180 (точка 10)

Укажите конечную точку дуги (удерживайте клавишу CTRL для переключения направления) или [Угол/Центр/Замкнуть/Направление/Полуширина/Линейный/Радиус/Вторая/Отменить/Ширина]: ц (центр дуги – Ц5)

Центр дуги: @0,40 (полярные координаты центра)

Укажите конечную точку дуги (удерживайте клавишу CTRL для переключения направления) или [Угол/Длина]: у

Укажите центральный угол (удерживайте клавишу CTRL для переключения направления):-90 (точка 1)

Сохранить файл с именем: Фамилия\_упр3

Команда: СОХРАНИТЬКАК

## 6.5. Команда ЭЛЛИПС (ELLIPSE)

Команда ЭЛЛИПС (ELLIPSE) строит эллипс как замкнутую полилинию. По умолчанию эллипс строится по двум точкам на главной оси и длине второй оси.

Ключи:

*Центр (Center)* – центр эллипса;

*Конец оси (Axis endpoint)* – точка на главной оси; *Axis endpoint 2* (2 конец оси);

*Поворот (Rotation)* – угол поворота второй оси. При использовании этого ключа первая указанная ось приобретает статус большой. Под большой осью понимается диаметр воображаемой окружности, вокруг которой она поворачивается в пространстве, проецируясь на неподвижную плоскость в виде эллипса. Величину угла можно задать, введя численное значение угла в градусах от 0 до 89.4.

Если в ответ на запрос *Длина другой оси (Other axis distance)* введено число или показано расстояние на экране, AutoCAD воспринимает его как половину длины второй оси. Ввод точки воспринимается как расстояние от конца второй оси до центра первой оси. Для визуального контроля на экране высвечивается «резиновая нить», соединяющая перекрестье с серединой первой оси.

## 6.6. Команда МН-УГОЛ (POLIGON)

Команда МН-УГОЛ (POLIGON) строит правильный *многоугольник* с числом сторон от 3 до 1024 как замкнутую полилинию. Многоугольник можно построить, либо вписав его в воображаемую окружность, либо описав вокруг нее, либо задав начало и конец какой-либо из его сторон. Так как длины сторон многоугольников всегда равны, их можно использовать для построения квадратов и равносторонних треугольников.

Ключи:

*Сторона (Edge)* – задание одной стороны;

*Описан. (Circumscribed)* – описывающий;

*Вписан. (Inscribed)* – вписанный;

*Число сторон (Number of sides)*

*Сторона/<Центр многоугольника> (Edge /<Center of polygon>)*

*Первый конец стороны (First endpoint of edge):*

*Второй конец стороны (Second endpoint of edge):*

*Вписанный/ Описанный вокруг круга (B/O) (Inscribed on circle / Circumscribed about circle (I/C))*

*Радиус круга (Radius of circle)*

Заметим, что если для вписанного многоугольника радиус описанного круга задается путем указания точки, то в заданную точку будет помещена одна из вершин многоугольника и тем самым будут заданы не только длина стороны, но и ориентация всей фигуры. Для описанного многоугольника в указанную точку попадет середина стороны многоугольника.

При построении многоугольника по его стороне определяется первая сторона, а остальные строятся против часовой стрелки.

## 6.7. Штриховка

Нанесением штриховки называется процесс заполнения замкнутой области определенным узором. Штрихование замкнутой области или контура производится с помощью команды ВНАТСН (КШТРИХ).

Команда ВНАТСН (КШТРИХ) позволяет наносить ассоциативную и неассоциативную штриховку. Ассоциативной называется такая штриховка, которая изменяется при изменении ее контура. Неассоциативная штриховка не зависит от контура границы. Определение контура в команде ВНАТСН (КШТРИХ) автоматически после 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. Контур может содержать выступающие края и островки, которые можно либо штриховать, либо пропускать. Островками называются замкнутые области, расположенные внутри области штрихования. Контуры можно задавать также путем выбора объектов.

Штриховка, нанесенная командой ВНАТЧН (КШТРИХ), по умолчанию является ассоциативной. Ассоциативность штриховки в любой момент можно отменить. Можно также изменить соответствующую установку для нанесения по умолчанию неассоциативной штриховки.

Для нанесения штриховки необходимо в диалоговом окне «Штриховка и градиент» (Рис. 11) определить все ее параметры (ассоциативность, тип и др.) и произвести либо выбор точек, либо выбор объектов.

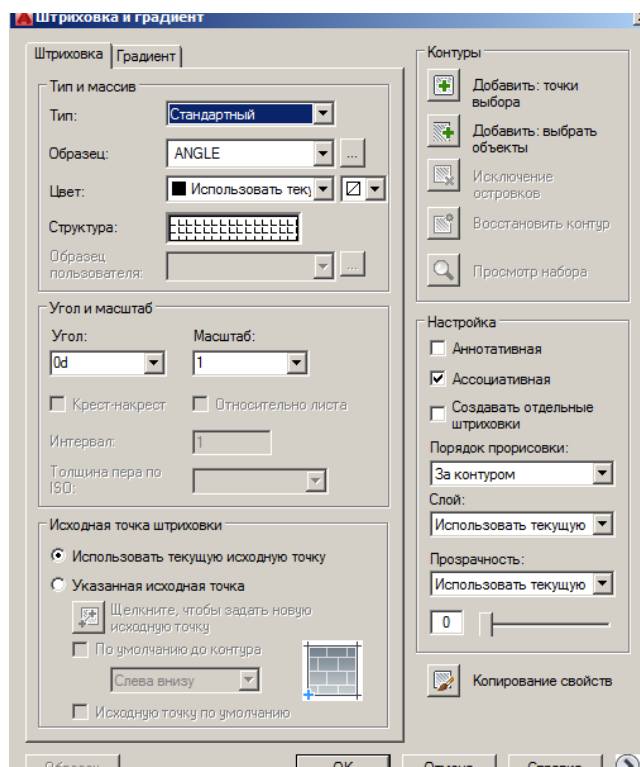


Рис. 11

#### Упражнение 4.

Построить фигуры с помощью команд ЭЛЛИПС (ELLIPSE) и МН-УГОЛ (POLYGON) и выполнить штриховку (Рис.12,а и 12,б).

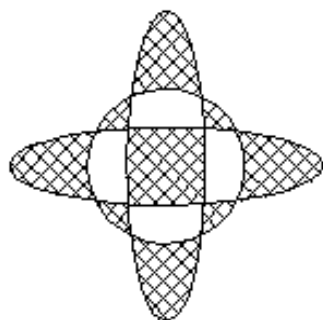


Рис. 12, а

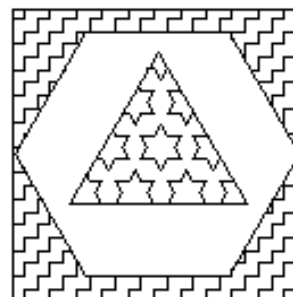


Рис. 12, б

1. Построение изображения (Рис. 12, а)

1.1. Построение эллипса по центру, точке на оси и длине другой оси:

Команда: ЭЛЛИПС

Конечная точка оси эллипса или [Дуга/Центр]: **ц** (центр эллипса)

Центр эллипса: **50,200** (координаты центра эллипса)

Конечная точка оси: **90,200** (координаты точки на первой оси)

Длина другой оси или [Поворот]: **10** (длина другой оси)

*1.2. Построение эллипса по двум точкам на первой оси и длине второй оси:*

Команда: **ЭЛЛИПС**

Конечная точка оси эллипса или [Дуга/Центр]: **50,240** (координаты первой точки на первой оси)

Вторая конечная точка оси: **50,160** (координаты второй точки на первой оси)

Длина другой оси или [Поворот]: **10** (длина другой оси)

*1.3. Построение эллипса по центру, точке на оси и длине другой оси:*

Команда: **ЭЛЛИПС**

Конечная точка оси эллипса или [Дуга/Центр]: **ц** (центр эллипса)

Центр эллипса: **50,200** (координаты центра эллипса)

Конечная точка оси: **30,200** (координаты точки на первой оси)

Длина другой оси или [Поворот]: **20** (длина другой оси)

*1.4. Нанесение штриховки:*

Команда: **КШТРИХ**

Укажите внутреннюю точку или [Выбрать объекты/Отменить/Параметры]: **п** (заливка – ANSI37)

Укажите внутреннюю точку или [Выбрать объекты/Отменить/Параметры]: Выбор всех объектов...

Выбираются все видимые объекты...

Анализ выбранных данных...

*2. Построение изображения (Рис. 12, б)*

*2.1 Построение вписанного квадрата:*

Команда: **МН-УГОЛ**

Число сторон <4>: **4**

Укажите центр многоугольника или [Сторона]: **150,100**

Задайте параметр размещения [Вписанный в окружность/Описанный вокруг окружности] <В>: **в**

Радиус окружности: **50**

*2.2. Построение описанного шестиугольника:*

Команда: **МН-УГОЛ**

Число сторон <4>: **6**

Укажите центр многоугольника или [Сторона]: **150,100**

Задайте параметр размещения [Вписанный в окружность/Описанный вокруг окружности] <В>: **о**

Радиус окружности: **30**

*2.3. Построение вписанного треугольника:*

Команда: **МН-УГОЛ**

Число сторон <6>: **3**

Укажите центр многоугольника или [Сторона]: **150,100**



Задайте параметр размещения [Вписанный в окружность/Описанный вокруг окружности] <О>: **В**  
 Радиус окружности: **25**

2.4. *Нанесение штриховки*  
 Команда: **КШТРИХ**  
 Укажите внутреннюю точку или [Выбрать объекты/Отменить/Параметры]: **п** (*Заливка – ZIGZAG*)  
 Укажите внутреннюю точку или [Выбрать объекты/Отменить/Параметры]: Выбор всех объектов...  
 Выбираются все видимые объекты...  
 Анализ выбранных данных...  
 Команда: **КШТРИХ**  
 Укажите внутреннюю точку или [Выбрать объекты/Отменить/Параметры]: **п** (*Заливка – STARS*)  
 Укажите внутреннюю точку или [Выбрать объекты/Отменить/Параметры]: Выбор всех объектов...  
 Выбираются все видимые объекты...  
 Анализ выбранных данных...

3. *Сохранить файл с именем: Фамилия\_упр4*  
 Команда: **СОХРАНИТЬКАК**

## 6.8. Текст

Наносимые на рисунок текстовые надписи несут различную информацию. Надписи могут представлять собой сложные спецификации, элементы основной надписи, заголовки; кроме того, могут даже быть полноправными элементами самого рисунка.

В AutoCAD можно задавать различные типы текста (стили).

Их задание обеспечивает команда **СТИЛЬ (STYLE)**, которая выводит диалоговое окно *Стили текста (Text Style)*. Вызывается на ленте Главная в меню *Аннотации* пункт *Стиль текста* (Вкладка *Standard*) (Рис. 13).

Все текстовые стили, кроме стандартного стиля **STANDARD**, пользователю необходимо создавать самому. Текущий текстовый стиль определяет размер символов, степень сжатия/растяжения, угол наклона и направление.

В этом диалоговом окне необходимо создать новый текстовый стиль, для которого необходимо выбрать *Имя шрифта*, *Высоту (символов)*, а также необходимые *Эффекты (Угол наклона, Степень растяжения, Ориентацию (Перевернутый, Справа налево, Вертикальный))*.

Для создания коротких однострочных надписей, не требующих неоднородного форматирования, следует использовать команду **ТЕКСТ (TEXT)**.

Для включения в чертеж одной строки текстовой информации (текста) необходимо выбрать пункт *Однострочный текст (Single Line Text)* вторичного меню *Текст (Text)*, меню *Аннотация* на ленте *Главная*.

**Ключи:**

*Начальная точка (Выравнивание/Стиль) (Specify start point of text or [Justify/Style]):*

Если при формировании выровненного текста сразу известно, какое выравнивание будет использоваться, то вместо *В* – выравнивание (J-Justify) ввести сразу ее имя. Ключи выравнивания текста приведены в Таблице 3.

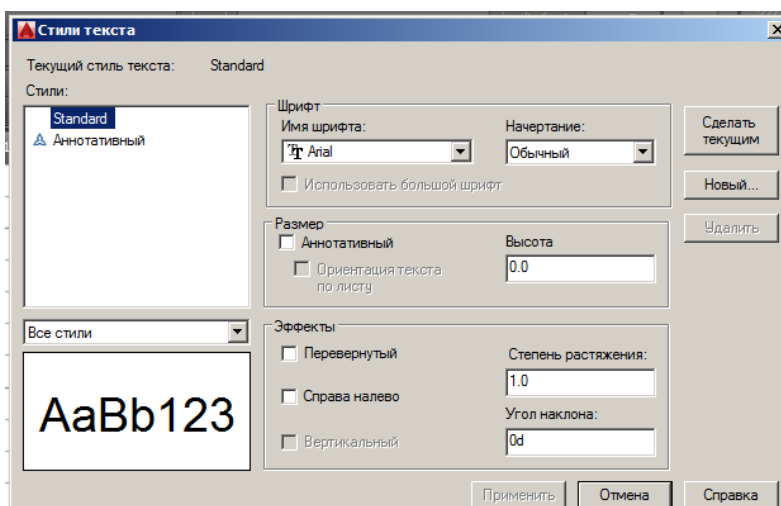


Рис. 13

Таблица 3.

Ключи	Сокращение	Ориентация
ВПИсанный (Align)	ВПИ (A)	Гор/Верт
Поширине (Fit)	П (F)	Гор
Центр (Center)	Ц (C)	Гор/Верт
Середина (Middle)	СЕ (M)	Гор/Верт
ВПраво (Right)	ВПР (R)	Гор/Верт
Верх-Левая (Top-Left)	ВЛ (TL)	Гор
Верх-Центр (Top-Center)	ВЦ (TC)	Гор
Верх-Правая (Top-Right)	ВП (TR)	Гор
Середина-Левая (Middle-Left)	СЛ (ML)	Гор
Середина-Центр (Middle-Center)	СЦ (MC)	Гор
Середина-Правая (Middle-Right)	СП (MR)	Гор
Низ-Левая (Bottom-Left)	НЛ (BL)	Гор
Низ-Центр (Bottom-Center)	НЦ (BC)	Гор
Низ-Правая (Bottom-Right)	НП (BR)	Гор

Дальнейший диалог с системой зависит от ориентации стиля текста. При горизонтальной и вертикальной ориентации стиля текста выдаются следующие запросы:

*сЛева/Центр/впРаво/впИсанный/сЕредина/Поширине/ВЛ/ВЦ/ВП/СЛ/СЦ /СП/НЛ/НЦ/НП:*

(Align/Fit/Center/Middle/Right/TL/TC/TR/ML/MC/MR/BL/BC/BR: )

и ВПИсаный/Центр/СЕредина/ВПРаво:

(Align/Center/Middle/Right: )

Угол поворота текста <0>: (Specify rotation angle of text <0>:)

Введите текст: (Enter text: ) (запрашивает ввод текстовой строки, при этом допускается ввод пробелов).

Для создания сложных и многострочных надписей следует использовать команду МТЕКСТ (МТЕХТ) – пункт *Многострочный текст (Multiline Text)* вторичного меню *Текст (Text)*, меню *Аннотация* на ленте *Главная*.

МТЕКСТ (МТЕХТ) создает абзацы текста, которые вписываются в заданные границы. Каждый объект МТЕКСТ (МТЕХТ) – отдельный графический примитив. Однако существует возможность изменять свойства отдельных частей текста.

Ключи:

*Высота (Height)* – высота текста;

*Выравнивание (Justify)* – управляет выравниванием текстовой границы и текста по заданной точке;

*Поворот (Rotation)* – угол поворота границ текста;

*Стиль (Style)* – стиль текста;

*Ширина (Width)* – ширина параграфа.

После определения параметров ввода текста выводится диалоговое окно *Формат Текста (Text Formatting)* (Рис 14).

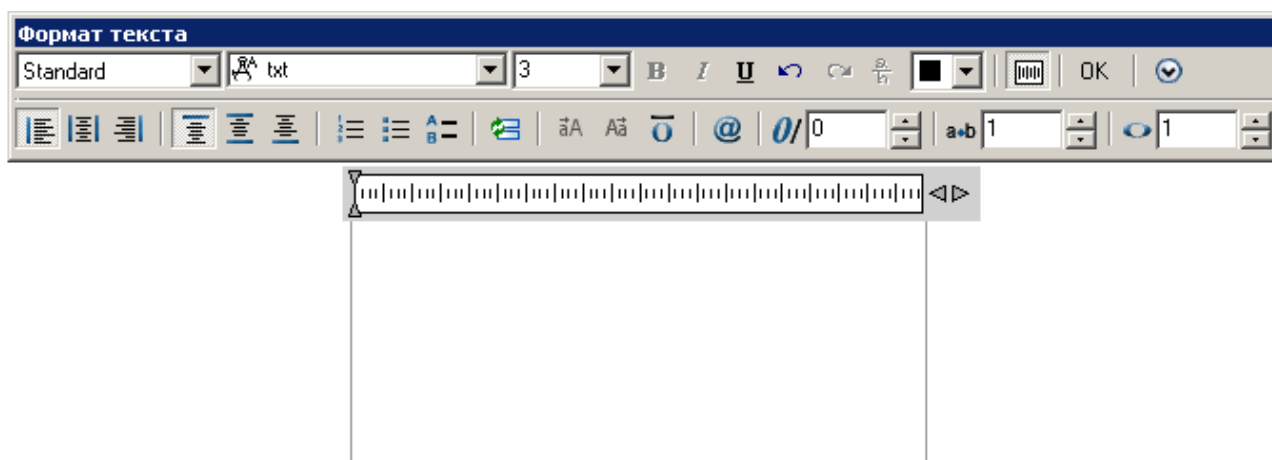


Рис. 14

Можно изменять свойства только выделенной части текста. Выбрать можно символ – одним щелчком мыши, слово – двойным щелчком мыши, параграф – тройным щелчком мыши.

### Упражнение 5.

Выполнить однострочный и многострочный текст с помощью команд ТЕХТ (ТЕКСТ) и МТЕХТ (МТЕКСТ) (Рис. 15, 16, 17).

## Образец вписанного однострочного текста

Рис. 15

Выполнение вписанного однострочного текста (Рис. 15):

### 1. Определение стиля текста:

На ленте Аннотации выбрать в ниспадающем меню пункт Управление стилями текста. В диалоговом окне нажать кнопку Новый и создать новый стиль – Стиль 1: Имя стиля – style1, Имя шрифта – Times New Roman, Полуужирный курсив, Высота – 14 (Применить и закрыть)

### 2. Создание контура и внесение в него текста:

Команда: **ПРЯМОУГОЛЬНИК**

Первый угол или [Фаска/Уровень/Сопряжение/Высота/Ширина]: **20,50**

Второй угол или [Площадь/Размеры/Поворот]: **190,70**

Команда: **ДТЕКСТ**

Текущий стиль текста: “Style 1” Высота текста: 14.0000 Аннотативный:

Нет Выравнивание: сЛева

Укажите начальную точку текста или [Выравнивание/Стиль]: В

Задайте параметр [сЛева/Центр/вПраво/вПисанный/сЕредина/

Поширине/ВЛ/ВЦ/ВП/СЛ/СЦ/СП/НЛ/НЦ/НП]: Л

Укажите начальную точку текста: (Указать мышью на левую границу прямоугольника)

Угол поворота текста <0>: (Указать мышью на правую границу прямоугольника)

Введите текст: **Образец вписанного однострочного текста** (Enter)

Введите текст: \*Завершить\* (Esc – выход из команды)



рис. 16

Выполнение выровненного однострочного текста (Рис. 16):

### 1. Определение стиля текста:

В диалоговом окне *Стиль текста (Text Style)* создать новый стиль – Стиль 2: Имя стиля – style2, Имя шрифта – Comic Sans MS, Обычный (Regular), Высота – 14 (Применить и закрыть)

2. Создание контура для выравнивания однострочного текста:

Команда: **МН- УГОЛ**

Число сторон <4>: **6**

Укажите центр многоугольника или [Сторона]: **100,150**

Задайте параметр размещения [Вписанный в окружность/Описанный вокруг окружности] <В>: **В**

Радиус окружности: **50**

3. Ввод текста:

Команда: **ДТЕКСТ**

Текущий стиль текста: “Style 2” Высота текста: 14.0000 Аннотативный: Нет Выравнивание: сЛева

Укажите начальную точку текста или [Выравнивание/Стиль]: **В**

Задайте параметр [сЛева/Центр/вПраво/вПисанный/сЕредина/Поширине/ВЛ/ВЦ/ВП/СЛ/СЦ /СП/НЛ/НЦ/НП]: **П**

Укажите первую конечную точку базовой линии текста: **конточка** (разовая привязка к конечной точке)

Вторая конечная точка базовой линии текста: **конточка** (разовая привязка к конечной точке)

Введите текст: **по ширине** (Enter)

Введите текст: \*Завершить\* (Esc – выход из команды)

Команда: **ДТЕКСТ**

Текущий стиль текста: “Style 2” Высота текста: 14.0000 Аннотативный: Нет Выравнивание: сЛева

Укажите начальную точку текста или [Выравнивание/Стиль]: **В**

Задайте параметр [сЛева/Центр/вПраво/вПисанный/сЕредина/Поширине/ВЛ/ВЦ/ВП/СЛ/СЦ /СП/НЛ/НЦ/НП]: **Ц**

Укажите центральную точку текста: **сер** (разовая привязка к середине)

Высота <3>: **14**

Угол поворота текста <0>: **конточка** (разовая привязка к конечной точке)

Введите текст: **по центру** (Enter)

Введите текст: \*Завершить\* (Esc – выход из команды)

Команда: **ДТЕКСТ**

Текущий стиль текста: “Style 2” Высота текста: 14.0000 Аннотативный: Нет Выравнивание: сЛева

Укажите начальную точку текста или [Выравнивание/Стиль]: **В**

Задайте параметр [сЛева/Центр/вПраво/вПисанный/сЕредина/Поширине/ВЛ/ВЦ/ВП/СЛ/СЦ /СП/НЛ/НЦ/НП]: **Е**

Укажите среднюю точку текста: **сер** (разовая привязка к середине)

Высота <3>: **14**

Угол поворота текста <0d>: **сер** (разовая привязка к середине противоположной стороны)

Введите текст: **по середине** (Enter)

Введите текст: \*Завершить\* (Esc – выход из команды)

# Образец многострочного текста

Рис. 17

*Выполнение многострочного текста (Рис. 17):*

*1. Определение стиля текста:*

В диалоговом окне *Стиль текста (Text Style)* создать новый стиль – Стиль 3: Имя стиля – style3, Имя шрифта – Georgia, Полужирный, Высота – 14 (*Применить и закрыть*)

*2. Выполнение многострочного текста с поворотом на 45°:*

Команда: **МТЕКСТ**

Текущий стиль текста: “Style 3” Высота текста: 14 Аннотативный: Нет

**МТЕКСТ** Первый угол: (*указать мышью первый угол*)

**МТЕКСТ** Противоположный угол или [Высота/выИравнивание/Межстрочный интервал/Поворот/Стиль/Ширина/Колонки]: **П**

**МТЕКСТ** Угол поворота <0>: **45**

**МТЕКСТ** Противоположный угол или [Высота/выИравнивание/Межстрочный интервал/Поворот/Стиль/Ширина/Колонки]: (*указать мышью второй угол*)

*3. Сохранить файл с именем: Фамилия\_упр5*

Команда: **СОХРАНИТЬКАК**

Первая строка «**Образец**» соответствует стилю style2, вторая строка «**Многострочного**» изменена с помощью диалогового окна **Форматирование Текста (Text Formatting)** – выполнена курсивом, третья строка «**Текста**» - выполнена с подчеркиванием. Все изменения стиля текста проводятся с помощью выделения необходимого слова двойным щелчком мыши. После нажатия «**ОК**» в диалоговом окне текст принимает необходимый вид.

## 6.9. Размеры

Для того чтобы проект был понятен его исполнителям, недостаточно вывести рисунок на печать с точным соблюдением масштаба. На полученных чертежах должны быть указаны все необходимые линейные и угловые размеры изображенного изделия или его элементов. Таким образом, нанесение размеров

является важным этапом в разработке конструкторской документации. В AutoCAD размеры можно проставить и отформатировать множеством способов. При этом объекты могут иметь самые разнообразные формы и быть различным образом ориентированными на рисунке. Использование размерных стилей позволяет быстро форматировать размеры, обеспечивая их соответствие промышленным и корпоративным стандартам.

В AutoCAD используется несколько команд для работы с размерами объектов. Для нанесения размеров можно воспользоваться командой РАЗМЕР (DIMENSION) на ленте Главная или выбрать команду из выпадающего списка *Линейный* (Рис. 18).

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

- 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.

По умолчанию в качестве текущего используется размерный стиль ISO-25.

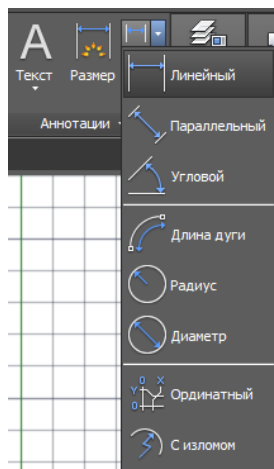




Рис. 18

В таблице 4 перечислены размеры AutoCAD и способы их нанесения.

Таблица 4.

Меню	Кнопка панели	Описание	Команда
Линейный		Нанесение линейного размера. Имеются опции для нанесения горизонтального, вертикального и повернутого линейных размеров	<code>_dimlinear</code>
Параллельный		Нанесение размера параллельно прямой, на которой расположены начальные точки выносных линий. В размере проставляется реальная	<code>_dimaligned</code>

Меню	Кнопка панели	Описание	Команда
		величина размера объекта	
Ординатный		Нанесение размера, показывающего координату X или Y данной точки относительно выбранной исходной точки	_dimordinate
Радиус		Нанесение радиуса для круга или дуги	_dimradius
Диаметр		Нанесение диаметра для круга или дуги	_dimdiameter
Угловой		Нанесение углового размера	_dimangular
Базовый		Нанесение последовательности линейных, угловых или ординатных размеров от общей базы	_dimbaseline
Цепь		Нанесение последовательности линейных, параллельных, угловых или ординатных размеров между смежными элементами один за другим цепочкой	_dimcontinue
Выноска		Построение выноски, соединяющей пояснение с объектом, к которому оно относится	_qleader
Допуск		Нанесение допуска формы и расположения	_tolerance
Маркер центра		Нанесение маркера центра или центровых линий для обозначения центра круга или дуги	_dimcenter
Быстрый размер		Быстрое нанесение базовых и ординатных размеров для нескольких выбранных объектов	_qdim

Для создания размерного стиля:

- из выпадающего списка *Аннотации* ленты *Главная* выбрать пункт *Размерный стиль (Style)*. Открывается *Диспетчер размерных стилей (Dimension Style Manager)* (Рис. 19);

- нажать кнопку *Новый (New)*;

- в диалоговом окне *Создание нового размерного стиля (Create New Dimension Style)* (Рис. 20) ввести имя нового стиля;

- выбрать стиль, на основе которого создается новый стиль. Например в качестве исходного можно использовать ISO-25. Исходный стиль и новый стиль не связаны между собой;

- указать тип размеров, для которых должен использоваться стиль. По умолчанию стиль используется для всех размеров;

- нажать кнопку *Далее (Continue)*;



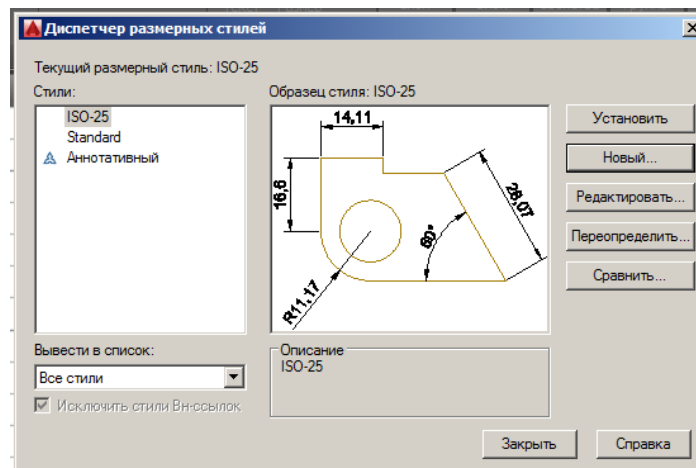


Рис. 19

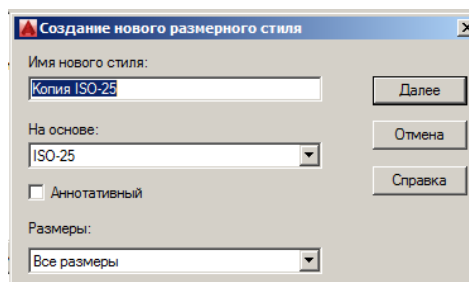


Рис. 20

- выбрать стиль, на основе которого создается новый стиль. Например в качестве исходного можно использовать ISO-25. Исходный стиль и новый стиль не связаны между собой;

- указать тип размеров, для которых должен использоваться стиль. По умолчанию стиль используется для всех размеров;

- нажать кнопку Далее (Continue);

- в диалоговом окне *Новый размерный стиль (New Dimension Style)* (Рис. 21) можно задавать параметры нового стиля на следующих вкладках:

*Линии и стрелки (Lines and Arrows)*: задание параметров внешнего вида и поведения размерных и выносных линий, стрелок, маркеров центра и центровых линий.

*Текст (Text)*: задание внешнего вида размерного текста, его положения и выравнивания.

*Размещение (Подгонка) (Fit)*: задание правил взаимного расположения размерных линий, выносных линий и текста. Здесь также задается глобальный масштаб для размеров.

*Основные единицы (Primary Units)*: задание формата и точности для линейных и угловых размерных единиц.

*Альтернативные единицы (Alternate Units)*: задание формата и точности альтернативных единиц.

*Допуски (Tolerances)*: Изменение значений и точности допусков.

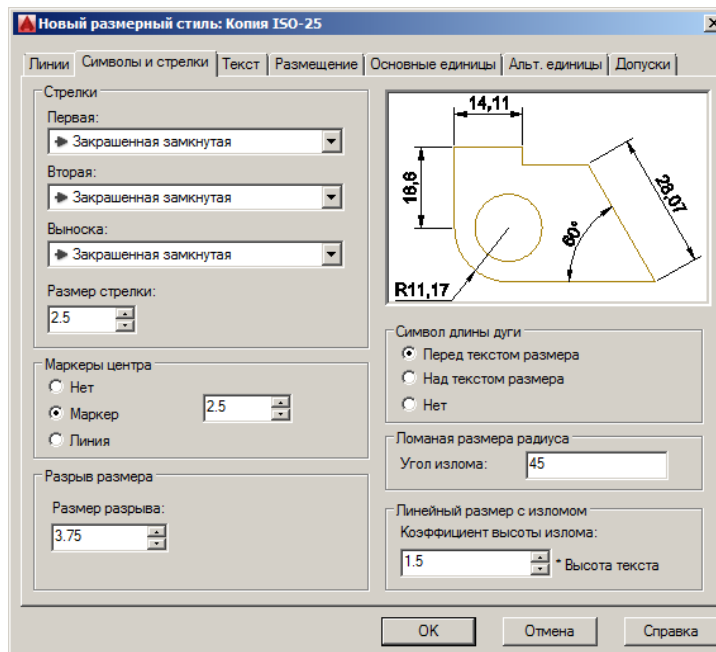


Рис. 21

### Упражнение 6.

Настройте размерный стиль согласно ГОСТ 2.307-68 (Размеры), ГОСТ 2.304-81 (Шрифты). Скопируйте изображения из упражнения 2 в новый файл и выполните образмеривание (Рис. 22, а и 22,б).

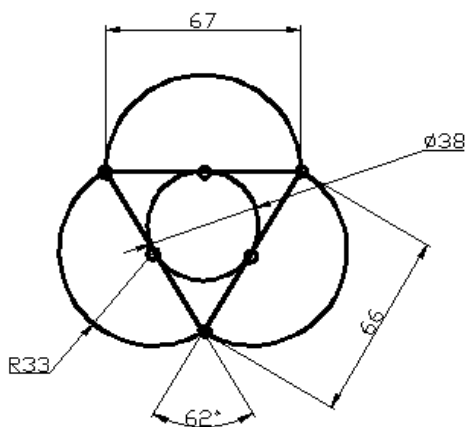


Рис. 22, а

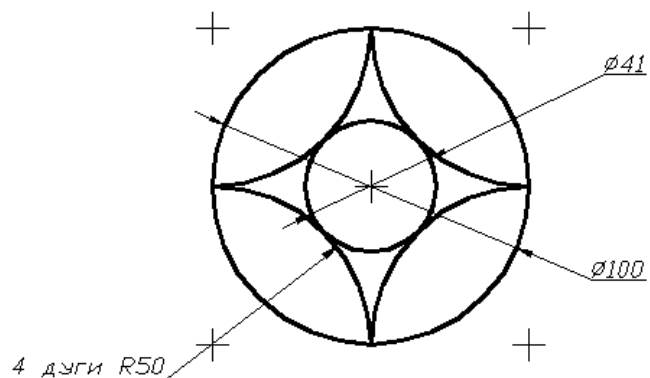


Рис. 22, б

#### 1. Образмеривание (Рис. 22, а):

Команда: **РЗМЛИНЕЙНЫЙ**

Начало первой выносной линии или <выбрать объект>: **\_endp of** (указать точку мышью)

Начало второй выносной линии: **\_endp of** (указать точку мышью)

Положение размерной линии или

[Мтекст/Текст/Угол/Горизонтальный/Вертикальный/Повернутый]:

Размерный текст = 67

Команда: **РЗМЛИНЕЙНЫЙ**

Начало первой выносной линии или <выбрать объект>: **\_endp of** (указать точку мышью)

Начало второй выносной линии: **\_endp of** (указать точку мышью)

Положение размерной линии или

[Мтекст/Текст/Угол/Горизонтальный/Вертикальный/Повернутый]:

Размерный текст = 66

Команда: **РЗМДИАМЕТР**

Выберите дугу или круг: (выбрать окружность)

Размерный текст = 38

Положение размерной линии или [Мтекст/Текст/Угол]:

Команда: **РЗМРАДИУС**

Выберите дугу или круг: (выбрать окружность)

Размерный текст = 33

Положение размерной линии или [Мтекст/Текст/Угол]:

Команда: **РЗМУГЛОВОЙ**

Выберите дугу, круг, отрезок или <указать вершину>: (выбрать мышью первую линию)

Второй отрезок: (выбрать мышью вторую линию)

Укажите положение размерной дуги или [Мтекст/Текст/Угол/Квадрант]:

Размерный текст = 62

## 2. Образмеривание (Рис. 22, б):

Command: **\_dimcen**

Новое значение :

Команда: **РЗМРАДИУС**

Выберите дугу или круг: (выбрать окружность)

Размерный текст = 50

Положение размерной линии или [Мтекст/Текст/Угол]: **М** (вписать дополнительный текст «4 дуги»)

Команда: **РЗМДИАМЕТР**

Выберите дугу или круг: (выбрать окружность)

Размерный текст = 100

Положение размерной линии или [Мтекст/Текст/Угол]:

Команда: **РЗМДИАМЕТР**

Выберите дугу или круг: (выбрать окружность)

Размерный текст = 41

Положение размерной линии или [Мтекст/Текст/Угол]:

## 3. Сохранить файл с именем: *Фамилия\_упрб*

Команда: **СОХРАНИТЬКАК**

## **7. Редактирование объектов**

В AutoCAD существуют два подхода к редактированию: можно либо сначала вызвать команду, а затем выбрать редактируемые объекты, либо сначала выбрать объекты, а затем производить их редактирование. Двойной щелчок на объекте вызывает окно «Свойства» или другое диалоговое окно, соответствующее типу указанного объекта. Команды редактирования объектов можно вызвать из меню «Редактирование», либо нажать кнопки на панели инструментов «Редактирование».

### **7.1. Стирание объектов**

Для стирания объектов необходимо вызвать команду стирания и выбрать объекты рамкой или щелчком мыши. Либо в обратной последовательности: сначала выбрать объекты, а затем нажать DELETE.

### **7.2. Копирование объектов**

Имеется возможность копировать отдельные объекты и группы объектов, как в пределах текущего рисунка, так и между различными рисунками и приложениями.

Для копирования в пределах одного рисунка:

- вызвать команду «Копирование»;
- выбрать объекты;
- указать начальную и конечную точки вектора копирования. Эти точки называются соответственно базовой и второй точкой смещения; они могут располагаться в любом месте рисунка.

### **7.3. Зеркальное отображение**

Зеркальное отображение позволяет создавать копии объектов. Эта функция помогает быстро создавать симметричные объекты, так как достаточно построение лишь половины объекта с последующим зеркальным отображением вместо построения целого объекта.

Зеркальное отображение объектов производится относительно оси отражения, определяемой двумя точками. После выполнения операции исходные объекты можно удалить или сохранить. Зеркальное отображение разрешается производить в любой плоскости, параллельной плоскости XY текущей ПСК.

Для создания зеркального отражения:

- вызвать команду «Зеркало»;

- выбрать отражаемый объект;
- указать первую и вторую точку оси отражения;
- нажать ENTER для сохранения исходных объектов на рисунке.

#### **7.4. Подобие**

Речь идет о создании новых объектов, подобных выбранным и расположенным на заданном расстоянии от них. Можно строить подобные отрезки, дуги, круги, полилинии, эллипсы. Подобные круги имеют диаметр, больший или меньший радиуса исходного, в зависимости от того, как задано смещение. Если смещение указано точкой вне круга, новый круг имеет больший диаметр; если внутри круга – меньший.

Для построения подобного объекта

- вызвать команду «Подобие»;
- задать значение смещения с помощью мыши или с клавиатуры;
- выбрать исходный объект;
- указать сторону смещения;

Выбрать следующий объект или нажать ENTER для завершения команды.

#### **7.5. Массив**

Имеется возможность при копировании объекта или набора объектов упорядоченно располагать копии по окружности (круговой массив) или в узлах прямоугольного массива. Для круговых массивов задается количество копий объекта и режим их поворота. Для прямоугольных массивов задается количество строк и столбцов, а также расстояние между ними.

Направление создания кругового массива (по часовой стрелке или против нее) определяется знаком значения (положительный или отрицательный) угла заполнения массива. При генерации массива радиус определяется расстоянием от центра массива до опорной или базовой точки на последнем выбранном объекте.

Для создания кругового массива:

- вызвать команду «Массив»;
- в открывшемся диалоговом окне выбрать «Круговой массив»;
- нажать кнопку «Указать центр массива». Диалоговое окно временно закрывается и предлагается указать точку мышью;
- нажать кнопку «Выбор объектов». Диалоговое окно временно закрывается и AutoCAD предлагает выбрать объекты;
- выбрать размножаемые объекты;
- в списке «Способ построения» выбрать один из предлагаемых способов: Число элементов и Угол заполнения; Число элементов и Угол между элементами; Угол заполнения и Угол между элементами. В соответствии с выбранным способом меняется состав опций.

- ввести число элементов, включая исходный объект, если установлена соответствующая опция;

- одним из следующих способов указать один или два угла (в зависимости от выбранного метода). В окне выводится результат действий;

- нажать ОК для создания массива.

AutoCAD строит прямоугольный массив вдоль базовой линии, определяемой текущим углом поворота шаговой привязки. Это угол по умолчанию равен нулю, так что ряды и столбцы прямоугольного массива взаимно перпендикулярны и располагаются вдоль осей X и Y.

Однако если изменить угол поворота, можно построить повернутый массив. При задании ненулевого угла поворота линии перекрестья курсора поворачиваются соответственно. Можно считать, что прямоугольные массивы всегда строятся параллельно линиям перекрестья курсора: ряды – параллельно линии X, столбцы – параллельно линии Y.

Для создания прямоугольного массива:

- вызвать команду «Массив»

- в открывшемся диалоговом окне выбрать «Прямоугольный массив»

- нажать кнопку «Выбор объектов». Диалоговое окно временно закрывается, и AutoCAD предлагает выбрать объекты

- выбрать исходные объекты и нажать ENTER

- в полях «Рядов» и «Столбцов» ввести число рядов и столбцов

- в полях «Между рядами» и «Между столбцами» ввести значения расстояний между рядами и столбцами. Знак числа (плюс или минус) указывает на направление построения массива. В окне образца выводится результат

- для изменения угла поворота массива ввести новое значение угла в поле «Угол поворота»

- нажать ОК для создания массива.

## 7.6. Перемещение

Изменение положения объектов осуществляется путем их поворота и выравнивания, а также путем перемещения без изменения ориентации и размера. Для точного перемещения используются шаговая привязка, ввод координат и режимы объектной привязки.

Для перемещения объекта:

- вызвать команду «Перенести»;

- выбрать перемещаемый объект;

- указать базовую точку перемещения;

- указать вторую точку перемещения.

Для перемещения объекта с помощью ручек:

- выбрать объект. На объекте появляются ручки

- выбрать базовую ручку. Базовая ручка становится подсвеченной

- вызвать команду «Перенести»

- перетащить объект в новое положение

Для перемещения объекта с помощью мыши:

- выбрать объект;

- щелкнуть левой кнопкой мыши на объекте и удерживать ее в нажатом положении. Курсор принимает вид стрелки и небольшого прямоугольника;

- переместить объект в новую позицию, после чего отпустить левую кнопку мыши.

## **7.7. Поворот**

Поворот объектов производится путем задания базовой точки и угла поворота (относительного или абсолютного). Относительный угол означает, что объект поворачивается вокруг базовой точки на этот угол относительно текущего положения. Задание абсолютного угла поворота приводит к изменению угла поворота объекта с текущего на указанный.

Для поворота объекта:

- вызвать команду «Поворот»;

- выбрать поворачиваемый объект;

- указать базовую точку;

- указать угол поворота.

Изменение размеров объектов может производиться путем их растягивания, масштабирования, удлинения и обрезки.

## **7.8. Растягивание**

Для растягивания объекта нужно указать базовую точку растягивания и две точки перемещения. Для точного растягивания с помощью ручек можно выбрать объект текущей рамкой и воспользоваться объектной привязкой, привязкой к ручкам, шаговой привязкой и вводом относительных координат.

Для растягивания объекта:

- вызвать команду «Растянуть»;

- выбрать объект текущей рамкой;

- указать базовую точку;

- указать точку перемещения.

Для растягивания объектов с помощью ручек:

- выбрать объект. На объекте появятся ручки;

- указать базовую точку путем выбора ручки; ручка подсвечивается;

- указать новое положение растягиваемого объекта.

## **7.9. Масштабирование**

При масштабировании наборов объектов соблюдается равенство масштабных коэффициентов по осям X и Y. Таким образом, при увеличении и уменьшении пропорции объекта сохраняются. Масштабирование можно выполнять путем указания базовой точки и новой длины единиц рисунка, из которой выводится масштабный коэффициент, или путем явного ввода коэффициента.

При масштабировании с указанием масштабного коэффициента производится изменение размеров выбранного объекта во всех измерениях. Если масштабный коэффициент больше единицы, объект увеличивается, если меньше единицы – уменьшается.

Для масштабирования с заданным масштабным коэффициентом:

- вызвать команду «Масштаб»;
- выбрать масштабируемый объект;
- указать базовую точку;
- ввести масштабный коэффициент.

## **7.10. Расширение**

Имеется возможность удлинить объекты так, чтобы они заканчивались точно на граничных кромках, определенных другими объектами. Если объект не может пересечь граничную кромку, он может быть удлинен до точки воображаемого пересечения с ее продолжением. Такая кромка называется продолжаемой. Если кромка не определена, то при нажатии клавиши ENTER на запрос командной строки во время выбора объектов для определения кромки выбираются все объекты. Такой способ определения называется полным выбором.

При определении кромок могут использоваться геометрические объекты блоков.

Для расширения объекта:

- вызвать команду «Расширить»;
- выбрать объект для определения кромки и нажать ENTER;
- выбрать расширяемые объекты и нажать ENTER.

## **7.11. Удлинение**

Имеется возможность изменить центральные углы дуг и длины некоторых объектов. В частности, можно изменять длины разомкнутых последовательностей отрезков, дуг, разомкнутых полилиний. В зависимости от ситуации операция изменения длины работает либо подобно удлинению, либо



подобно обрезке. Изменение длины может производиться различными способами:

- перетаскиванием конечной точки объекта (динамически);
- заданием новой длины в процентах к текущей длине или углу;
- заданием приращения длины или угла, откладываемого от конечной точки;
- заданием полной абсолютной длины объекта или центрального угла.

## **7.12. Обрезка**

Имеется возможность обрезки объекта точно по режущей кромке, задаваемой одним или несколькими объектами. Объекты, указанные в качестве режущих кромок, не обязательно должны пересекать обрезаемые объекты; можно выполнить обрезку в точке воображаемого пересечения объекта с продолжением режущей кромки. Режущие кромки могут представлять собой отрезки, дуги, окружности, полилинии, эллипсы, блоки. Если кромка не определена, то при нажатии ENTER на запрос командной строки во время выбора объектов для определения кромки выбираются все объекты. Такой способ определения называется полным выбором.

Для выполнения обрезки:

- вызвать команду «Обрезка»;
- выбрать режущие кромки и нажать ENTER;
- выбрать обрезаемый объект и нажать ENTER.

## **7.13. Разрывание**

Команда «Разорвать» позволяет стереть какой-либо участок объекта. Разорвать на части можно отрезки, окружности, дуги полилинии, эллипсы. Для этого нужно либо выбрать объект в первой точке разрыва, а затем указать вторую точку, либо вначале просто выбрать объект, а затем указать две точки разрыва.

## **7.14. Расчленение**

При расчленении единые объекты разбиваются на отдельные составные части. Например, полилинии, прямоугольники, кольца и многоугольники преобразуются при расчленении в отдельные отрезки и дуги. Ссылки на блоки и ассоциативные размеры преобразуются в наборы простых объектов. Для расчленения объекта необходимо вызвать команду «Расчлениить» и выбрать объекты для расчленения.

## 7.15. Фаска

Функция снятия фаски соединяет два непараллельных объекта либо путем их удлинения или обрезки до пересечения друг с другом, либо с помощью скошенной линии. Фаски строятся для отрезков, полилиний. При определении фаски двумя линейными размерами указываются расстояния, на которые объект нужно удлинить или обрезать. Можно также определить фаску одним линейным и одним угловым размером.

Для построения фаски по двум линейным размерам:

- вызвать команду «Фаска»;
- ввести L (Length) (Д (Длина));
- задать первую длину фаски;
- задать вторую длину фаски;
- выбрать соединяемые фаской отрезки;

Для построения фаски по линейному и угловому размерам:

- вызвать команду «Фаска»;
- ввести A (Angle) (У (Угол));
- ввести длину фаски;
- ввести угол фаски;
- выбрать соединяемые фаской отрезки.

## 7.16. Сопряжения

Сопряжением называется плавное соединение двух объектов дугой заданного радиуса. AutoCAD не делает различия между скруглениями углов и сопряжениями.

Можно сопрягать между собой отрезки, линейные (но не дуговые) сегменты полилиний, круги, дуги и истинные (не многоугольные) эллипсы. Можно построить сопряжения для всех вершин полилинии.

Для выполнения сопряжения:

- вызвать команду «Сопряжение»;
- ввести R (Radius) (Д (раДиус));
- ввести радиус сопряжения;
- выбрать объекты для сопряжения.

### Упражнение 7.

Используя команды редактирования выполнить упражнение (Рис. 23).

1. Копирование окружностей:

Команда: **КРУГ**

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

Радиус круга или [Диаметр] <20>:

Команда: **КОПИРОВАТЬ**

Выберите объекты: найдено: 1

Выберите объекты:

Текущая настройка: Режим копирования = Несколько

Базовая точка или [Смещение/режим] <Смещение>:

Вторая точка или [Массив] <использовать для смещения первую точку>:

Укажите вторую точку или [Массив/Выход/Отменить] <Выход>:

Укажите вторую точку или [Массив/Выход/Отменить] <Выход>:

Укажите вторую точку или [Массив/Выход/Отменить] <Выход>:

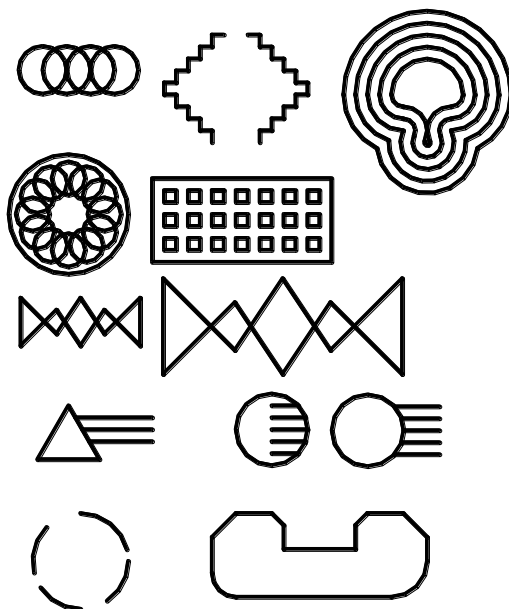


Рис.23

### 2. Выполнение зеркального отображения «Лесенки»:

Команда: **ОТРЕЗОК**

Первая точка:

Следующая точка или [Отменить]:.....

Команда: **ЗЕРКАЛО**

Выберите объекты: найдено: 19

Выберите объекты:

Первая точка оси отражения:

Вторая точка оси отражения:

Удалить исходные объекты? [Да/Нет] <Нет>: **Н**

### 3. Выполнение подобия:

Команда: **ПОЛИЛИНИЯ**

Начальная точка:

Текущая ширина полилинии равна 0.0

Первая точка в любом месте чертежа

Следующая точка или [Дуга/Полуширина/длина/Отменить/Ширина]: **д**

Укажите конечную точку дуги (удерживайте клавишу CTRL для переключения направления) или [Угол/Центр/Замкнуть/Направление/Полуширина/Линейный/Радиус/Вторая/Отменить/Ширина]: **ц**

Центр дуги:

Укажите конечную точку дуги (удерживайте клавишу CTRL для переключения направления) или [Угол/Длина]: **у**

Укажите центральный угол (удерживайте клавишу CTRL для переключения направления): **-180**

Укажите конечную точку дуги (удерживайте клавишу CTRL для переключения направления) или [Угол/Центр/Замкнуть/Направление/Полуширина/Линейный/Радиус/Вторая/Отменить/Ширина]: **ц**

Центр дуги:

Укажите центральный угол (удерживайте клавишу CTRL для переключения направления): **-90**

Укажите конечную точку дуги (удерживайте клавишу CTRL для переключения направления) или [Угол/Центр/Замкнуть/Направление/Полуширина/Линейный/Радиус/Вторая/Отменить/Ширина]: **ц**

Центр дуги:

Укажите центральный угол (удерживайте клавишу CTRL для переключения направления): **-90**

Укажите конечную точку дуги (удерживайте клавишу CTRL для переключения направления) или [Угол/Центр/Замкнуть/Направление/Полуширина/Линейный/Радиус/Вторая/Отменить/Ширина]: **ц**

Центр дуги:

Укажите центральный угол (удерживайте клавишу CTRL для переключения направления): **-90**

Команда: **ПОДОБИЕ**

Текущие настройки: Удалить исходные=Нет Слой=Источник  
OFFSETGARTYPE=0

Укажите расстояние смещения или [Через/Удалить/Слой] <Через>:  
Вторая точка:

Выберите объект для смещения или [Выход/Отменить] <Выход>:

Укажите точку, определяющую сторону смещения, или [Выход/Несколько/Отменить] <Выход>:

#### 4. Создание кругового массива:

Команда: **КРУГ**

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

Радиус круга или [Диаметр] <25.0>: **25**

Команда: **КРУГ**

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

Радиус круга или [Диаметр] <15.0>: **7**

Команда: **МАССИВКРУГ**

Выберите объекты: найдено: 1

Выберите объекты:

Тип = Круговой Ассоциативный = Да

Укажите центральную точку массива или [Базовая точка/Ось вращения]:

Выберите ручку, чтобы редактировать массив, или  
[Ассоциативный/Базовая точка/Объекты/уГол между/угол  
Заполнения/сТроки/Уровни/Поворот элементов/вЫход] <Выход>: **o**  
Количество элементов в массиве или [Выражение] <6>: **12**  
Выберите ручку, чтобы редактировать массив, или  
[Ассоциативный/Базовая точка/Объекты/уГол между/угол  
Заполнения/сТроки/Уровни/Поворот элементов/вЫход] <Выход>: **в**

*5. Создание прямоугольного массива:*

Команда: **ПРЯМОУГ**

Укажите точку первого угла или [Фаска/Уровень/Сопряжение/  
Высота/Ширина]:

Укажите точку второго угла или [Площадь/Размеры/поВорот]:

Команда: **ПРЯМОУГ**

Укажите точку первого угла или [Фаска/Уровень/Сопряжение/  
Высота/Ширина]:

Укажите точку второго угла или [Площадь/Размеры/поВорот]:

Команда: **МАССИВПРЯМОУГ**

Выберите объекты: найдено: 1

Выберите объекты:

Тип = Прямоугольный Ассоциативный = Да

Выберите ручку, чтобы редактировать массив, или  
[Ассоциативный/Базовая точка/Количество/Интервал/стоЛбцы/сТроки/  
Уровни/вЫход] <вЫход>: **к**

Количество столбцов или [Выражение] <4>: **7**

Количество строк или [Выражение] <3>: **3**

Выберите ручку, чтобы редактировать массив, или  
[Ассоциативный/Базовая точка/Количество/Интервал/стоЛбцы/сТроки/  
Уровни/вЫход] <вЫход>: **и**

Задайте расстояние между столбцами или [ячейка Единицы] <30>: **30**

Задайте расстояние между строками <15>: **20**

Выберите ручку, чтобы редактировать массив, или  
[Ассоциативный/Базовая точка/Количество/Интервал/стоЛбцы/сТроки/Уровни/  
вЫход] <вЫход>: **ы**

*6. Выполнение масштабирования:*

Команда: **ОТРЕЗОК**

Первая точка:

Следующая точка или [oТменить]:

Следующая точка или [oТменить]:

Следующая точка или [Замкнуть/oТменить]:.....

Команда: **МАСШТАБ**

Рамка Лассо: нажмите клавишу ПРОБЕЛ для циклического перебора параметров найдено: 10 (9 повторно), всего: 10

Выберите объекты:

Базовая точка:

Масштаб или [Копия/Опорный отрезок]: **к**

Изменение масштаба копии выбранных объектов.

Масштаб или [Копия/Опорный отрезок]: **2**

*7. Выполнение расширения линий:*

Команда: **МН-УГОЛ**

Число сторон <4>: **3**

Укажите центр многоугольника или [Сторона]:

Задайте параметр размещения [Вписанный в окружность/Описанный вокруг окружности] <О>: **в**

Радиус окружности: **15**

Команда: **ОТРЕЗОК**

Первая точка:

Следующая точка или [Отменить]:

Следующая точка или [Отменить]:

Команда: **ОТРЕЗОК**

Первая точка:

Следующая точка или [Отменить]:

Следующая точка или [Отменить]:

Команда: **ОТРЕЗОК**

Первая точка:

Следующая точка или [Отменить]:

Следующая точка или [Отменить]:

Команда: **УВЕЛИЧИТЬ**

Выберите объект для измерения или [Дельта/процент/Всего/Динамика] <Всего>: **ди**

Выберите объект для изменения или [Отменить]:

Новая конечная точка:

Выберите объект для изменения или [Отменить]:

Новая конечная точка:

Выберите объект для изменения или [Отменить]:

Новая конечная точка:

*8. Выполнение обрезки линий:*

Команда: **КРУГ**

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

Радиус круга или [Диаметр] <5.0>: **15**

Команда: **ОТРЕЗОК**

Первая точка:

Следующая точка или [Отменить]:

Следующая точка или [Отменить]:

Команда: **ОТРЕЗОК**

Первая точка:

Следующая точка или [оТменить]:

Следующая точка или [оТменить]:

Команда: **ОТРЕЗОК**

Первая точка:

Следующая точка или [оТменить]:

Следующая точка или [оТменить]:

Команда: **ОТРЕЗОК**

Первая точка:

Следующая точка или [оТменить]:

Следующая точка или [оТменить]:

Команда: **ОТРЕЗОК**

Первая точка:

Следующая точка или [оТменить]:

Следующая точка или [оТменить]:

Команда: **ОБРЕЗАТЬ**

Текущие установки: Проекция=ПСК, Кромки=Без продолжения

Выберите режущие кромки ...

Выберите объекты или <выбрать все>: Противоположный угол: найдено:

0

Выберите объекты или <выбрать все>: найдено: 1

Выберите объекты:

Выберите обрезаемый (+Shift -- удлиняемый) объект или

[Линия/Секрамка/Проекция/Кромка/уДалить/Отменить]: и

Режим продолжения кромки до воображаемого пересечения [С продолжением/Без продолжения] <Без продолжения>: С

Выберите обрезаемый (+Shift -- удлиняемый) объект или

[Линия/Секрамка/Проекция/Кромка/уДалить/Отменить]:

Противоположный угол: Противоположный угол:

Внутри кривой нет пересечений.

Выберите обрезаемый (+Shift -- удлиняемый) объект или

[Линия/Секрамка/Проекция/Кромка/уДалить/Отменить]:

#### 9. Выполнение разрывания окружности:

Команда: КРУГ

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

Радиус круга или [Диаметр] <15.0>:

Команда: **РАЗОРВАТЬ**

Выберите объект:

Вторая точка разрыва или [Первая точка]:

#### 10. Выполнение фаски и сопряжения:

Команда: ОТРЕЗОК

Первая точка:

Следующая точка или [оТменить]:

Следующая точка или [оТменить]:

Следующая точка или [Замкнуть/оТменить]:

Следующая точка или [Замкнуть/оТменить]:

Следующая точка или [Замкнуть/оТменить]:

Команда: **ФАСКА**

(Режим С ОБРЕЗКОЙ) Параметры фаски: Длина1 = 0.0, Длина2 = 0.0

Выберите первый отрезок или [оТменить/полИлиния/Длина/Угол/оБрезка/Метод/Несколько]: у

Первая длина фаски <5.0>: **10**

Угол фаски с первым отрезком <0d>: **45**

Выберите первый отрезок или [оТменить/полИлиния/Длина/Угол/оБрезка/Метод/Несколько]:

Выберите второй отрезок или нажмите клавишу Shift при выборе, чтобы создать угол, или [Расстояние/Угол/Метод]:

Выберите второй отрезок или нажмите клавишу Shift при выборе, чтобы создать угол, или [Расстояние/Угол/Метод]:

Команда: **СОПРЯЖЕНИЕ**

Текущие настройки: Режим = С ОБРЕЗКОЙ, Радиус сопряжения = 0.0

Выберите первый объект или [оТменить/полИлиния/раДиус/оБрезка/Несколько]: д

Радиус сопряжения <0.0>: **5**

Выберите первый объект или [оТменить/полИлиния/раДиус/оБрезка/Несколько]:

Выберите второй объект или нажмите клавишу Shift при выборе, чтобы создать угол, или [Радиус]:

*11. Сохранить файл с именем: Фамилия\_упр 7*

Команда: **СОХРАНИТЬКАК**

## **7.17. Редактирование полилинии, команда PEDIT (ПОЛРЕД)**

Редактирование полилинии заключается в их замыкании и размыкании, а также в перемещении, добавлении и удалении отдельных вершин. Имеется возможность выпрямления полилинии между двумя вершинами, настройки типа линии так, что до и после каждой вершины рисуются штрихи. Можно задать единую ширину для всей полилинии или управлять шириной для каждого сегмента.

Для редактирования полилинии:

- вызвать команду PEDIT (ПОЛРЕД);

- выбрать полилинию для редактирования;



- задать опцию редактирования: возможен любой способ выбора. Если выбранный объект не полилиния, то выдается дополнительное сообщение и запрос:

*Выбранный объект не полилиния (Object selected is not polyline):*

*Сделать его полилинией? <Д> (Do you want to turn it into one?<Y>):*

Если ответить Д (Y), то такой объект будет преобразован в двумерную полилинию из одного сегмента. В дальнейшем к этой полилинии можно добавлять другие элементы.

Ключи:

*Замкни (Close)* – замкнуть полилинию, создает замыкающий сегмент полилинии, соединяя ее последний с первым. Если полилиния в текущий момент замкнута, ключ *Замкни (Close)* заменяется на ключ *Разомкни (Open)*. Данные ключи взаимоисключающие.

*Добавь (Join)* – присоединить к полилинии отрезки, дуги и другие полилинии, конец которых совпадает с конечной точкой текущей полилинии. Может быть использован только для открытой полилинии. Выдается дополнительный запрос *Выберите объекты (Select objects)*. Если не ясно, какие примитивы добавлены к полилинии, их можно выделить, воспользовавшись командой *СПИСОК (LIST)*. При указании полилинии все ее сегменты выделяются; чтобы избежать вывода списка сегментов, сразу же после выделения можно нажать клавишу <Esc>.

*Ширина (Width)* – задать новую, единую для всей полилинии ширину в ответ на запрос:

*Новая ширина для всех сегментов (Enter new width for all segments):*

Сразу же после задания ширины полилиния отрисовывается с новой шириной;

*Вершина (Edit vertex)* – редактировать вершины. Выбор и редактирование вершины и прилегающих сегментов;

*Сгладь (Fit)* – создать кривую, сглаживающую все вершины полилинии. Кривая состоит из пар дуг, соединяющих каждую пару вершин. Для достижения нужного эффекта система вставляет в полилинию дополнительные вершины. Если результат не удовлетворяет, можно использовать ключ *Вершина (Edit vertex)* для добавления новых вершин, а затем выполнить сглаживание.

*Сплайн (Spline)* – создать кривую, скругляющую все вершины полилинии. Использует вершины выбранной полилинии как контрольные точки (или каркас) кривой. Кривая проходит через первую и последнюю контрольные точки (если исходная полилиния не была замкнута) и как бы подтянута к другим точкам, но не обязательно проходит через них. Такие кривые называются В-сплайнами. Сплайны могут быть квадратичными и кубическими.

*Убрать сгл. (Decurve)* – удалить сглаживание. Удаляет любые дополнительные вершины, вставленные при помощи операции *Сгладь (Fit)*, и выпрямляет все сегменты полилинии.

*Типлин (Type gen)* – задает способ генерации типа линии в вершинах полилинии. Значение *Откл. (OFF)* означает генерацию заданного типа линии, начиная со штриха и заканчивая штрихом в каждой вершине.

**Упражнение 8.**

Скопируйте изображение из упражнения 3 в новый файл и выполните редактирование полилинии (Рис. 24).

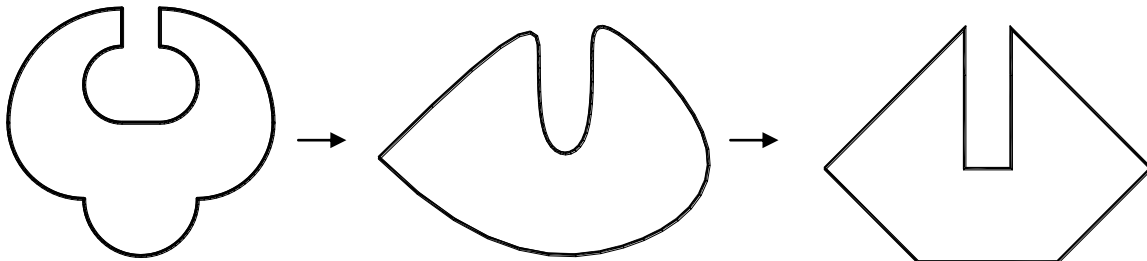


Рис. 24

Команда: **полред**

Выберите полилинию:

Задайте параметр

[Разомкнуть/Добавить/Ширина/Вершина/Сгладить/Сплайн/Убрать сглаживание/Типлин/Отменить]: **Ш**

Новая ширина для всех сегментов: **1**

[Разомкнуть/Добавить/Ширина/Вершина/Сгладить/Сплайн/Убрать сглаживание/Типлин/Отменить]: **С**

[Разомкнуть/Добавить/Ширина/Вершина/Сгладить/Сплайн/Убрать сглаживание/Типлин/Отменить]: **О**

Сохранить файл с именем: *Фамилия\_упр8*

Команда: **СОХРАНИТЬКАК**

## 8. Контрольные вопросы

1. Что понимается под проектированием? Конструированием? Что такое проект?
2. На какие виды подразделяются проектные документы?
3. Что такое системы автоматизированного проектирования? Каково основное назначение САПР AutoCAD? Какие два подхода выделяются при разработке конструкторско-технологической документации? Как в них осуществляется построение изображений?
4. Какие элементы входят в состав главного окна программы AutoCAD?
5. Для чего предназначена вкладка Model (Модель)? Layout (Лист)?
6. Какие системы координат используются в AutoCAD? В каких форматах возможен ввод координат AutoCAD?
7. В какой последовательности производится настройка рабочей среды в пространстве модели?
8. Перечислите основные команды настройки режима рисования?
9. Какими 2-хмерными примитивами располагает пользователь AutoCAD для создания объектов на плоскости?
10. Какие команды предназначены для выполнения и создания штриховки? Как производится выбор контура для штриховки?
11. Какими возможностями располагает пользователь AutoCAD для формирования текста? Основные свойства примитива «текст»
12. Какие команды обеспечивают образмеривание объектов? Перечислите основные типы размеров, которые поддерживает AutoCAD? Что необходимо сделать, чтобы начать процесс простановки размеров?
13. Какими возможностями редактирования объектов располагает пользователь AutoCAD? Назовите основные способы работы с командами редактирования?

## V. Лабораторная работа №2

### Разработка и выполнение учебного чертежа

#### 1. Настройка режима рисования

При ручном исполнении чертежа его обычно подгоняют к определенным размерам листа. Если объекты, представленные на рисунке, превышают размеры листа, то масштаб уменьшают, и наоборот.

В AutoCAD объекты рисуют всегда с фактическими размерами (в натуральном масштабе) в реальных мировых единицах измерения. Если чертеж предполагается вывести на печать, в этом случае должны быть учтены размер и масштабный коэффициент. Первым шагом в этом процессе является определение того, насколько выполненный в натуральном масштабе рисунок должен быть увеличен или уменьшен, чтобы соответствовать формату листа бумаги, т. е. определяют масштабный коэффициент. Если преобразовывать масштаб чертежа к отношению  $1/n$ , то  $n$  и является этим коэффициентом. Размер электронного листа в зависимости от масштабного коэффициента устанавливается командой `_limits` (Ограничения чертежа).

Пример расчета размера электронного листа для заданного масштаба и размера объекта:

Возьмем чертеж штуцера, имеющего длину 27 мм. И максимальный диаметральный размер 9 мм. Требуется вывести рисунок главного вида на принтер в масштабе 5/1 на лист формата А4 (210x297):

- Размеры детали: 27x9 (мм)
- Масштаб:  $5=2$  или  $1=0.2$
- Масштабный коэффициент: 0.2
- Размеры электронного листа:  $X=210 \times 0.2=42(\text{мм})$ ,  
 $Y=297 \times 0.2=59.4 \approx 60(\text{мм})$

Этот размер листа имеет достаточно пространства для простановки размеров, примечаний, границ изображения и основных надписей.

Перед установкой лимитов рисунка необходимо определить единицы измерения. Установка единиц измерения и точность представления чисел осуществляется командой `_units` (Единицы):

- Единицы измерения: Десятичные
- Число знаков после запятой: 0.00
- Система измерения углов: Градусы/ Минуты/ Секунды
- Длина дробной части представления углов: 0
- Начало отсчета углов: 0d
- Направление отсчета углов: против часовой стрелки


Когда установлены единицы измерения и границы электронного рисунка, устанавливают средства визуальной оценки границ и точности определения точки на экране монитора. Для чего формируют сетку и включают режим шаговой привязки.


## 2. Систематизация чертежа с помощью слоев


Использование слоев позволяет создавать чертеж по слоям, в которых объединены взаимосвязанные элементы его описания. Слои рисунка можно сравнить с листами прозрачной кальки. Представим, что у нас есть прозрачные листы бумаги. На первом листе дано графическое изображение детали, на втором ее размеры, на третьем – штриховка. Если наложить друг на друга все три листа, то чертеж детали будет воспроизведен с размерами и штриховкой. Если убрать третий лист, то останется изображение детали с размерами. Если удалить только второй лист, то изображение получится со штриховкой без размеров.


Слой имеет следующие свойства:

*Имя слоя* – имя слоя может содержать до 31 символа, включая буквы, цифры и специальные символы. Имя слоя не может содержать пробелов;

 *Видимость (On)* – слой может быть видимым ON (Вкл) или невидимым OFF (Откл). Изображаются на экране и вычерчиваются на бумаге только те примитивы, которые принадлежат видимому слою, однако примитивы в невидимых слоях являются частью рисунка и участвуют в регенерации;

 *Замороженный/размороженный на всех видовых экранах (Freeze in all viewports)* – замораживание означает отключение *видимости* слоя и исключение из генерации примитивов, принадлежащих замороженному слою при регенерации;

 *Блокированный/разблокированный (Lock)* – примитивы на заблокированном слое остаются видимыми на их нельзя редактировать. Блокированный слой можно сделать текущим, на нем можно рисовать, изменить цвет и тип линии, замораживать и применять к нарисованным на нем примитивам команды справок и объектную привязку;

 *Цвет* – определяет цвет примитивов заданного слоя;

*Имя типа линии* – имя типа линии, которым будут отрисовываться все отрезки, круги, дуги и двумерные полилинии, принадлежащие слою.

В начале работы с новым рисунком в нем автоматически создается слой с именем 0. По умолчанию слою 0 назначается цвет 7 (белый), тип линии CONTINUOUS (сплошная), вес линии ОБЫЧНЫЙ и стиль печати ОБЫЧНЫЙ. Слой 0 не может быть удален или переименован.

Все новые слои именовываются в порядке их создания, «Слой1», «Слой2» и т. д. Созданные слои всегда можно переименовать. Новому слою по умолчанию назначается белый цвет, тип линии CONTINUOUS, вес линии ОБЫЧНЫЙ (который по умолчанию соответствует толщине 0.25 мм) и стиль печати ОБЫЧНЫЙ. Любое свойство (цвет, тип и вес линии, стиль печати), назначенное слою по умолчанию, можно изменить.

Если при создании нового слоя выделен один из имеющихся слоев, то новый слой наследует свойства этого слоя. При необходимости свойства нового слоя можно изменить.

Для создания нового слоя:

- на ленте *Главная* в меню *Слои* выбрать *Свойства слоя*;
- в диалоговом окне *Менеджер Свойств слоя* нажать кнопку *Создать новый*. В список добавляется новый слой, которому автоматически присваивается имя «Слой1».
- ввести новое имя и нажать ENTER.
- для создания нескольких слоев повторить пункты 2 и 3 требуемое число раз.
- нажать «ОК».

Создание объектов выполняется в *текущем* слое. Для установки текущего слоя в списке окна *Менеджер Свойств слоев* выделить слой и нажать кнопку *Текущий*. Кроме того, для установки текущего слоя можно дважды щелкнуть на его имени в *Менеджере Свойств слоев*.

Для быстрого вызова *Менеджера Свойств слоев* и установки свойств слоев можно пользоваться кнопками на панели *Свойства объекта*.

Объекты, находящиеся на невидимых слоях, не отображаются на экране и не выводятся на печать. Слой является невидимым если он отключен или заморожен. Отключение или замораживание определенных слоев можно использовать для уменьшения загроможденности рисунка. Кроме того, для запрещения вывода на печать объектов, например, слоев для вспомогательных линий, можно оставить эти слои видимыми, но отключить их вывод на печать.

### 3. Способ разработки и выполнения чертежа оси симметричной детали

#### 3.1. Подготовительный этап

Существует много методов оформления чертежей с использованием AutoCAD. Ниже предлагается способ, который приближен к ручному созданию рисунка.

Разработка чертежа основана на создании различных компонентов рисунка во многих слоях с использованием разных типов линий и их цветов, а также на использовании специального слоя для выполнения дополнительных построений присущих ручному черчению.

Создание чертежа можно разделить на два этапа:

1. Подготовительный, когда создается среда рисования.
2. Компьютерное черчение с использованием базовых графических примитивов (2D).

Подготовительный этап содержит в себе следующие операции:

1. Выбор масштабного фактора и формата листа для изображения двух ортогональных проекций детали.

2. Установку единиц измерения и точности представления координат, задания формата чертежа А4, согласно ГОСТ 2.301 – 68, с размером сторон 210 мм по оси X и 297 мм по оси Y. Использование команды ЕДИНИЦЫ и ЛИМИТЫ.

3. Создание конструкционной сетки с размером ячеек 5 мм и установка шаговой привязки 5 мм. Использование команд ШАГ и СЕТКА.

4. Задание масштаба, максимально увеличивающего выводимое на экран изображение из меню *Просмотр* пункт *Масштабирование / Все*.

Команда: **ЕДИНИЦЫ**

Команда: **ЛИМИТЫ**

Переустановка лимитов пространства модели:

Левый нижний угол или [Вкл/откл] <0.0,0.0>: **0,0**

Правый верхний угол <420.0,297.0>: **210,297**

Команда: **СЕТКА**

Шаг сетки(X) или [Вкл/откл/Шаг привязки/основной/адаптивный/лимиты/следующий/аспект] <10.0>: **5.0**

Команда: **ШАГ**

Шаг привязки или [Вкл/откл/аспект/legacy/стиль/тип] <10.0>: **5.0**

Укажите угол рамки, введите масштаб (nX или nXP), или

[Все/центр/динамика/границы/предыдущий/масштаб/рамка/объект]

<реальное время>:

5. Назначение пяти слоев через диалоговое окно *Менеджер свойств слоев*. Используйте следующие названия и свойства слоев:

ADD – слой, дополнительных построений с линиями CONTINUOUS;

BASE – слой, содержащий основные линии чертежа;  
DIM – слой для простановки размеров с тем же типом линий, что и у предыдущих слоев;  
OSI – слой, содержащий осевые линии чертежа CENTER (dash dot);  
TYPICAL – слой, содержащий типовые линии чертежа (штриховку и т.п.)  
Цвета основных, осевых, штриховых и размерных линий выберите по вашему вкусу.

### 3.2. Компьютерное черчение с использованием базовых графических примитивов

Этап компьютерного черчения следует выполнять с использованием различных слоев в следующей последовательности:

1. В слое 0 выполните блок «Фамилия А4 Форма 1» (ГОСТ 2.104-68).

Блоком (или описанием блока) называется совокупность связанных объектов рисунка, обрабатываемых как единый объект. Блоки можно вставлять в рисунок с масштабированием и поворотом. Можно расчленять их на составляющие объекты и редактировать, а также изменять описания блока.

Описание блока можно создать, сгруппировав объекты в текущем рисунке, а можно сохранить блок в отдельном файле. При создании описания блока задается имя блока, выбираются базовая точка и объекты, входящие в блок. Необходимо также указать, что происходит с исходными объектами (остаются, удаляются или преобразуются в блок в текущем рисунке).

Для создания описания блока:

1. На ленте Главная в меню Блок (Block) выбрать пункт Создать (Make).

2. В диалоговом окне Определение блока (Block Definition) (Рис. 25) ввести имя блока.

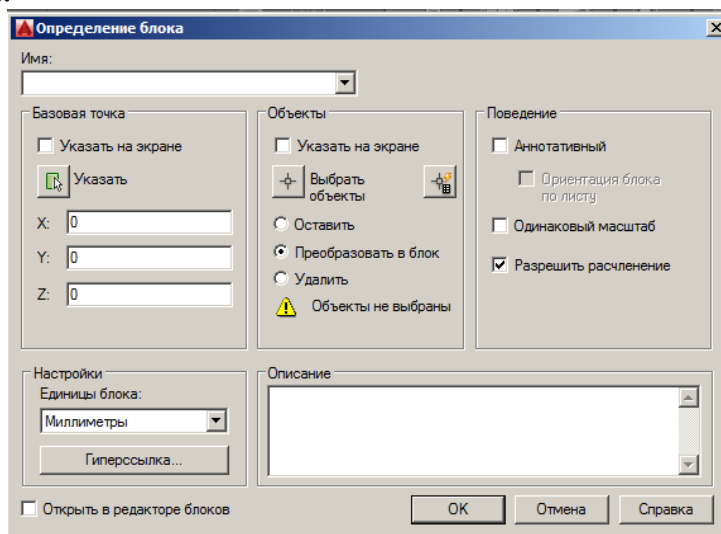


Рис. 25

3. В группе *Объекты (Objects)* нажать кнопку *Выбрать объекты (Select Object)* и выбрать с помощью мыши объекты для создания описания блока. Для



того чтобы выбрать нужные объекты для блока на рисунке диалоговое окно временно закрывается. Нажать ENTER после окончания выбора объектов. Диалоговое окно открывается снова.

4. В группе *Объекты (Objects)* задать опцию обработки выбранных объектов после создания описания блока:

- *Оставить (Retain)*: выбранные объекты остаются в текущем рисунке в их исходном состоянии.

- *Преобразовать в блок (Convert to block)*: выбранные объекты заменяются вхождением блока.

- *Удалить (Delete)*: после создания описания блока выбранные объекты удаляются.

5. В группе *Базовая точка (Base point)* задать координаты базовой точки вставки или нажать на кнопку *Указать на экране (Pick point)* для выбора базовой точки с помощью мыши.

6. В поле *Описание (Description)* ввести текстовые пояснения для облегчения идентификации и поиска блока в дальнейшем.

7. Нажать *OK*. Описание блока сохраняется в текущем рисунке.

Для вставки блока:

1. В командной строке набрать ВСТАВИТЬ (INSERT).

2. В диалоговом окне ВСТАВИТЬ (INSERT) (Рис. 26) задать имя блока и его положение в текущем рисунке.

3. Необходимо указать *Точку вставки (Insertion point)*, *Масштаб (Scale)*, *Угол поворота (Rotation)*

4. Нажать *OK*.

Для вставки нескольких копий блока в прямоугольный массив используется команда МВСТАВИТЬ (MININSERT).

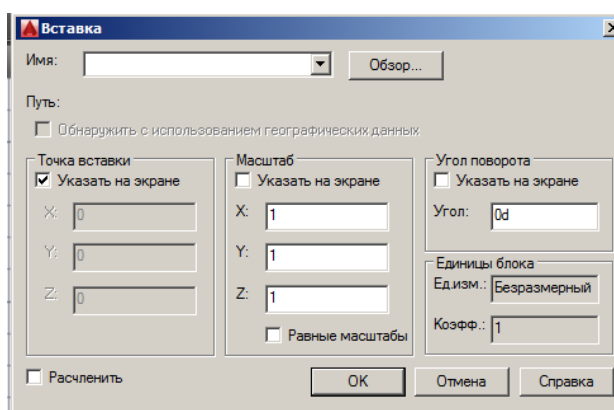


Рис. 26

1. В слое OSI проведите осевые линии. (Приложение 1)

1. Осевые линии на главном виде:

1.1. Центральная осевая

Команда: **ОТРЕЗОК**

Первая точка: **115,200**

Следующая точка или [Отменить]: **115,240**

1.2. Осевая для отверстия диаметром 6 мм

Команда: **ОТРЕЗОК**

Первая точка: **70,200**

Следующая точка или [оТменить]: **70,210**

*1.3. Осевая для отверстия диаметром 4 мм*

Команда: **ОТРЕЗОК**

Первая точка: **140,200**

Следующая точка или [оТменить]: **140,240**

*2. Осевые линии на виде сверху:*

*2.1. Вертикальная осевая*

Команда: **ОТРЕЗОК**

Первая точка: **115,110**

Следующая точка или [оТменить]: **115,160**

*2.2. Горизонтальная осевая*

Команда: **ОТРЕЗОК**

Первая точка: **65,135**

Следующая точка или [оТменить]: **165,135**

*2.3. Осевые для двух отверстий диаметром 4 мм*

Команда: **ОТРЕЗОК**

Первая точка: **88,140**

Следующая точка или [оТменить]: **88,130**

Команда: **ОТРЕЗОК**

Первая точка: **142,140**

Следующая точка или [оТменить]: **142,130**

*2.4. Осевая для одного из 4-х отверстий диаметром 6 мм*

Команда: **ОТРЕЗОК**

Первая точка: **70,150**

Следующая точка или [оТменить]: **70,160**

Команда: **ОТРЕЗОК**

Первая точка: **65,155**

Следующая точка или [оТменить]: **75,155**

*2.5 Осевые для трех остальных отверстий диаметром 6 мм выполняются с помощью прямоугольного массива*

Команда: **МАССИВПРЯМОУГ**

Выберите объекты: найдено: 2

Тип = Прямоугольный Ассоциативный = Да

Выберите ручку, чтобы редактировать массив, или [Ассоциативный/Базовая точка/Количество/Интервал/стоЛбцы/сТроки/ Уровни/ вЫход] <вЫход>: **к**

Количество столбцов или [Выражение] <4>: **2**

Количество строк или [Выражение] <3>: **2**

Выберите ручку, чтобы редактировать массив, или [Ассоциативный/Базовая точка/Количество/Интервал/стоЛбцы/сТроки/ Уровни/ вЫход] <вЫход>: **и**

Задайте расстояние между столбцами или [ячейка Единицы] <30>: **-40**

Задайте расстояние между строками <15>: **90**

Выберите ручку, чтобы редактировать массив, или [Ассоциативный/Базовая точка/Количество/Интервал/столбцы/строки/Уровни/Выход] <Выход>: **ы**

*Заблокируйте слой OSI*

2. Выполните дополнительные построения, которые конструктор обычно наносит тонкими линиями. Эти построения выполняются в слое ADD. (Приложение 2)

*1. Линии дополнительных построений на главном виде*

Команда: **ОТРЕЗОК**

Первая точка: **75,235**

Следующая точка или [отменить]: **155,235**

Команда: **ОТРЕЗОК**

Первая точка: **60,210**

Следующая точка или [отменить]: **170,210**

Команда: **ОТРЕЗОК**

Первая точка: **60,200**

Следующая точка или [отменить]: **170,200**

Команда: **ОТРЕЗОК**

Первая точка: **65,215**

Следующая точка или [отменить]: **65,195**

Команда: **ОТРЕЗОК**

Первая точка: **165,215**

Следующая точка или [отменить]: **165,195**

Команда: **ОТРЕЗОК**

Первая точка: **80,240**

Следующая точка или [отменить]: **80,205**

Команда: **ОТРЕЗОК**

Первая точка: **150,240**

Следующая точка или [отменить]: **150,205**

Команда: **ОТРЕЗОК**

Первая точка: **67,215**

Следующая точка или [отменить]: **67,195**

Команда: **ОТРЕЗОК**

Первая точка: **73,215**

Следующая точка или [отменить]: **73,195**

Команда: **ОТРЕЗОК**

Первая точка: **120,240**

Следующая точка или [отменить]: **120,195**

Команда: **ОТРЕЗОК**

Первая точка: **140,240**

Следующая точка или [отменить]: **140,195**

Команда: **ОТРЕЗОК**

Первая точка: **144,240**

Следующая точка или [оТменить]: **144,195**

Команда: **КРУГ**

Центр круга или [ЗТ/2Т/ККР (кас кас радиус)]: **115,235**

Радиус круга или [Диаметр]: **15**

Команда: **КРУГ**

Центр круга или [ЗТ/2Т/ККР (кас кас радиус)]: **115,235**

Радиус круга или [Диаметр]: **20**

## *2. Линии дополнительных построений на виде сверху*

Команда: **ОТРЕЗОК**

Первая точка: **60,160**

Следующая точка или [оТменить]: **170,160**

Команда: **ОТРЕЗОК**

Первая точка: **60,110**

Следующая точка или [оТменить]: **170,110**

Команда: **ОТРЕЗОК**

Первая точка: **75,155**

Следующая точка или [оТменить]: **155,155**

Команда: **ОТРЕЗОК**

Первая точка: **75,115**

Следующая точка или [оТменить]: **155,115**

Команда: **ОТРЕЗОК**

Первая точка: **90,150**

Следующая точка или [оТменить]: **140,150**

Команда: **ОТРЕЗОК**

Первая точка: **90,120**

Следующая точка или [оТменить]: **140,120**

Команда: **ОТРЕЗОК**

Первая точка: **65,165**

Следующая точка или [оТменить]: **65,105**

Команда: **ОТРЕЗОК**

Первая точка: **165,165**

Следующая точка или [оТменить]: **165,105**

Команда: **ОТРЕЗОК**

Первая точка: **80,160**

Следующая точка или [оТменить]: **80,110**

Команда: **ОТРЕЗОК**

Первая точка: **150,160**

Следующая точка или [оТменить]: **150,110**

Команда: **ОТРЕЗОК**

Первая точка: **95,155**

Следующая точка или [оТменить]: **95,115**

Команда: **ОТРЕЗОК**  
Первая точка: **135,155**  
Следующая точка или [оТменить]: **135,115**

3. *Окружность одного из отверстий диаметром 6 мм*

Команда: **КРУГ**  
Центр круга или [3Т/2Т/ККР (кас кас радиус)]: **70,155**  
Радиус круга или [Диаметр]: **6**

4. *Окружности трех остальных отверстий диаметром 6 мм выполняются с помощью прямоугольного массива*

Команда: **МАССИВПРЯМОУГ**

Выберите объекты: найдено: 1

Тип = Прямоугольный Ассоциативный = Да

Выберите ручку, чтобы редактировать массив, или [Ассоциативный/Базовая точка/Количество/Интервал/столбцы/сТроки/ Уровни/вЫход] <вЫход>: **к**

Количество столбцов или [Выражение] <4>: **2**

Количество строк или [Выражение] <3>: **2**

Выберите ручку, чтобы редактировать массив, или [Ассоциативный/Базовая точка/Количество/Интервал/столбцы/сТроки/ Уровни/вЫход] <вЫход>: **и**

Задайте расстояние между столбцами или [ячейка Единицы] <30>: **-40**

Задайте расстояние между строками <15>: **90**

Выберите ручку, чтобы редактировать массив, или [Ассоциативный/Базовая точка/Количество/Интервал/столбцы/сТроки/Уровни/вЫход] <вЫход>: **ы**

5. *Окружности отверстий диаметром 4 мм*

Команда: **КРУГ**

Центр круга или [3Т/2Т/ККР (кас кас радиус)]: **88,135**

Радиус круга или [Диаметр]: **2**

Команда: **КРУГ**

Центр круга или [3Т/2Т/ККР (кас кас радиус)]: **142,135**

Радиус круга или [Диаметр]: **2**

6. *Окружность отверстия диаметром 10 мм*

Команда: **КРУГ**

Центр круга или [3Т/2Т/ККР (кас кас радиус)]: **115,135**

Радиус круга или [Диаметр]: **5**

*Заблокируйте слой ADD*

3. В слое основных линий чертежа BASE обведите плоский контур детали полилинией толщиной 0.5 мм. Области, которые необходимо штриховать,

создайте в виде замкнутых, чтобы удовлетворить требованиям команды ШТРИХ. (Приложение 3)

*1. Обводка главного вида детали*

Команда: **ПОЛИЛИНИЯ**

Начальная точка: **115,215**

Текущая ширина полилинии равна 0.0

Следующая точка или [Дуга/Полуширина/длИна/Отменить/Ширина]: **ш**

Начальная ширина: **0.5**

Конечная ширина: **0.5**

Следующая точка или [Дуга/Замкнуть/Полуширина/длИна/Отменить/Ширина]: **у**

Укажите конечную точку дуги (удерживайте клавишу CTRL для переключения направления) или [Угол/Длина]: **135,235**

Укажите конечную точку дуги (удерживайте клавишу CTRL для переключения направления) или [Угол/Центр/Замкнуть/Направление/Полуширина/Линейный/Радиус/Вторая/Отменить/Ширина]: **л**

Следующая точка или [Дуга/Замкнуть/Полуширина/длИна/Отменить/Ширина]: **140,235**

Следующая точка или [Дуга/Замкнуть/Полуширина/длИна/Отменить/Ширина]: **140,200**

Следующая точка или [Дуга/Замкнуть/Полуширина/длИна/Отменить/Ширина]: **120,200**

Следующая точка или [Дуга/Замкнуть/Полуширина/длИна/Отменить/Ширина]: **\_int of (привязка к точке пересечения вертикальной линии дополнительного построения отверстия и начальной дуги полилинии)**

С помощью команды **\_trim** (обрежь) обрежьте лишнюю часть дуги полилинии.

Команда: **ПОЛИЛИНИЯ**

Начальная точка: **65,210**

Текущая ширина полилинии равна 0.50

Следующая точка или [Дуга/Замкнуть/Полуширина/длИна/ Отменить/Ширина]: **144,235**

Следующая точка или [Дуга/Замкнуть/Полуширина/длИна/ Отменить/Ширина]: **150,235**

Следующая точка или [Дуга/Замкнуть/Полуширина/длИна/ Отменить/Ширина]: **150,210**

Следующая точка или [Дуга/Замкнуть/Полуширина/длИна/ Отменить/Ширина]: **165,210**

Следующая точка или [Дуга/Замкнуть/Полуширина/длИна/ Отменить/Ширина]: **165,200**

Следующая точка или [Дуга/Замкнуть/Полуширина/длИна/ Отменить/Ширина]: **з**

Команда: **ПОЛИЛИНИЯ**

Начальная точка: **65,210**

Текущая ширина полилинии равна 0.50

Следующая точка или [Дуга/Замкнуть/Полуширина/длИна/ Отменить/  
Ширина]: **67,210**

Следующая точка или [Дуга/Замкнуть/Полуширина/длИна/ Отменить/  
Ширина]: **67,200**

Следующая точка или [Дуга/Замкнуть/Полуширина/длИна/ Отменить/  
Ширина]: **65,200**

Следующая точка или [Дуга/Замкнуть/Полуширина/длИна/ Отменить/  
Ширина]: **з**

Команда: **ПОЛИЛИНИЯ**

Начальная точка: **135,235**

Текущая ширина полилинии равна 0.50

Следующая точка или [Дуга/Замкнуть/Полуширина/длИна/ Отменить/  
Ширина]: **130,235**

Следующая точка или [Дуга/Замкнуть/Полуширина/длИна/ Отменить/  
Ширина]: **д**

Укажите конечную точку дуги (удерживайте клавишу CTRL для  
переключения направления) или [Угол/Центр/Замкнуть/Направление/  
Полуширина/Линейный/Радиус/Вторая/Отменить/Ширина]: **ц**

Центр дуги: **115,235**

Конечная точка дуги [Угол / длИна]: **у**

Укажите центральный угол (удерживайте клавишу CTRL для  
переключения направления): **-180**

Укажите конечную точку дуги (удерживайте клавишу CTRL для  
переключения направления) или [Угол/Центр/Замкнуть/Направление/  
Полуширина/Линейный/Радиус/Вторая/Отменить/Ширина]: **л**

Следующая точка или [Дуга/Замкнуть/Полуширина/длИна/ Отменить/  
Ширина]: **80,235**

Следующая точка или [Дуга/Замкнуть/Полуширина/длИна/ Отменить/  
Ширина]: **80,210**

Следующая точка или [Дуга/Замкнуть/Полуширина/длИна/ Отменить/  
Ширина]: **65,210**

Следующая точка или [Дуга/Замкнуть/Полуширина/длИна/ Отменить/  
Ширина]: **65,200**

Следующая точка или [Дуга/Замкнуть/Полуширина/длИна/ Отменить/  
Ширина]: **115,200**

Команда: **ПОЛИЛИНИЯ**

Начальная точка: **67,210**

Текущая ширина полилинии равна 0.50

Следующая точка или [Дуга/Замкнуть/Полуширина/длИна/ Отменить/  
Ширина]: **67,200**

Следующая точка или [Дуга/Замкнуть/Полуширина/длИна/ Отменить/  
Ширина]: **73,210**

Следующая точка или [Дуга/Замкнуть/Полуширина/длИна/ Отменить/  
Ширина]: **73,200**

## 2. Обводка контура детали на виде сверху

Команда: **ПОЛИЛИНИЯ**

Начальная точка: **65,110**

Текущая ширина полилинии равна 0.50

Следующая точка или [Дуга/Замкнуть/Полуширина/длИна/ Отменить/  
Ширина]: **65,160**

Следующая точка или [Дуга/Замкнуть/Полуширина/длИна/ Отменить/  
Ширина]: **165,160**

Следующая точка или [Дуга/Замкнуть/Полуширина/длИна/ Отменить/  
Ширина]: **165,110**

Следующая точка или [Дуга/Замкнуть/Полуширина/длИна/ Отменить/  
Ширина]: з

Команда: **ПОЛИЛИНИЯ**

Начальная точка: **80,115**

Текущая ширина полилинии равна 0.50

Следующая точка или [Дуга/Замкнуть/Полуширина/длИна/ Отменить/  
Ширина]: **80,155**

Следующая точка или [Дуга/Замкнуть/Полуширина/длИна/ Отменить/  
Ширина]: **150,155**

Следующая точка или [Дуга/Замкнуть/Полуширина/длИна/ Отменить/  
Ширина]: **150,115**

Следующая точка или [Дуга/Замкнуть/Полуширина/длИна/ Отменить/  
Ширина]: з

Команда: **ПОЛИЛИНИЯ**

Начальная точка: **95,120**

Текущая ширина полилинии равна 0.50

Следующая точка или [Дуга/Замкнуть/Полуширина/длИна/ Отменить/  
Ширина]: **95,150**

Следующая точка или [Дуга/Замкнуть/Полуширина/длИна/ Отменить/  
Ширина]: **135,150**

Следующая точка или [Дуга/Замкнуть/Полуширина/длИна/ Отменить/  
Ширина]: **135,120**

Следующая точка или [Дуга/Замкнуть/Полуширина/длИна/ Отменить/  
Ширина]: з

Команда: **КРУГ**

Центр круга или [ЗТ/2Т/ККР (кас кас радиус)]: **70,155**

Радиус круга или [Диаметр]: **3**

Команда: **МАССИВПРЯМОУГ**

Выберите объекты: найдено: 1

Тип = Прямоугольный Ассоциативный = Да



Выберите ручку, чтобы редактировать массив, или [Ассоциативный/Базовая точка/Количество/Интервал/столбцы/строки/ Уровни/Выход] <Выход>: **к**  
 Количество столбцов или [Выражение] <4>: **2**  
 Количество строк или [Выражение] <3>: **2**  
 Выберите ручку, чтобы редактировать массив, или [Ассоциативный/Базовая точка/Количество/Интервал/столбцы/строки/ Уровни/Выход] <Выход>: **и**  
 Задайте расстояние между столбцами или [ячейка Единицы] <30>: **-40**  
 Задайте расстояние между строками <15>: **90**  
 Выберите ручку, чтобы редактировать массив, или [Ассоциативный/Базовая точка/Количество/Интервал/столбцы/строки/Уровни/Выход] <Выход>: **ы**  
 Команда: **КРУГ**  
 Центр круга или [ЗТ/2Т/ККР (кас кас радиус)]: **88,135**  
 Радиус круга или [Диаметр]: **2**  
 Команда: **КРУГ**  
 Центр круга или [ЗТ/2Т/ККР (кас кас радиус)]: **142,135**  
 Радиус круга или [Диаметр]: **2**  
 Команда: **КРУГ**  
 Центр круга или [ЗТ/2Т/ККР (кас кас радиус)]: **115,135**  
 Радиус круга или [Диаметр]: **5**

4. Вызовите диалоговое окно *Менеджер Свойств слоев* и заморозьте слой ADD. Получается изображение проекций детали без вспомогательных линий. (Приложение 4)

5. Выполните штриховку командой ШТРИХ в слое TYPICAL. (Приложение 5) (Образ штриховки ANSI31, масштаб 0.75)

Команда: **КШТРИХ**  
 Укажите внутреннюю точку или [Выбрать объекты/Отменить/Параметры]: **п**  
 Укажите внутреннюю точку или [Выбрать объекты/Отменить/Параметры]: Выбор всех объектов...  
 Выбираются все видимые объекты...  
 Анализ выбранных данных...

6. Проставьте размеры в слое DIM. Предварительно настройте размерный стиль (Имя стиля – Стиль 1, имя шрифта для текста – txt, высота символов 5 мм, наклон 15°, размер стрелок 5мм, расположение текста – центрированный, точность 0) (Приложение 6).

7. Разморозить слой 0 с рамкой и основной надписью и заполнить графы «Разработал» и «Проверил», а также дату окончания работы (Приложение 7).

#### 4. Контрольные вопросы

1. Что понимается в AutoCAD под масштабным коэффициентом? В какой последовательности производится настройка режима рисования? Перечислите основные команды этого режима?

2. Что понимается в AutoCAD под систематизацией чертежа с помощью слоев? Перечислите основные характеристики слоев? Как загрузить необходимый тип линии в нужный слой? Как удалить ненужный слой?

3. На какие этапы делится процесс разработки и выполнения чертежа?

4. Что называется блоком? Для чего он предназначен? Какие способы сохранения блока предоставляет AutoCAD? Что необходимо указать для создания описания блока? Какая команда обеспечивает вставку блока в чертеж?

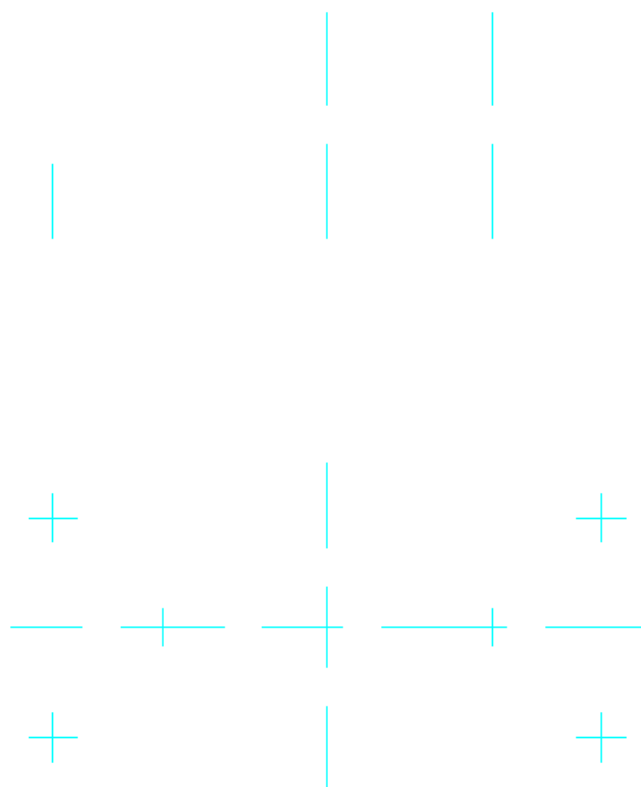
#### Литература

1. Онстот С. AutoCAD® 2012 и AutoCAD LT® 2012. Официальный учебный курс / Пер. с англ. А. Жадаева – М.: ДМК Пресс, 2012.

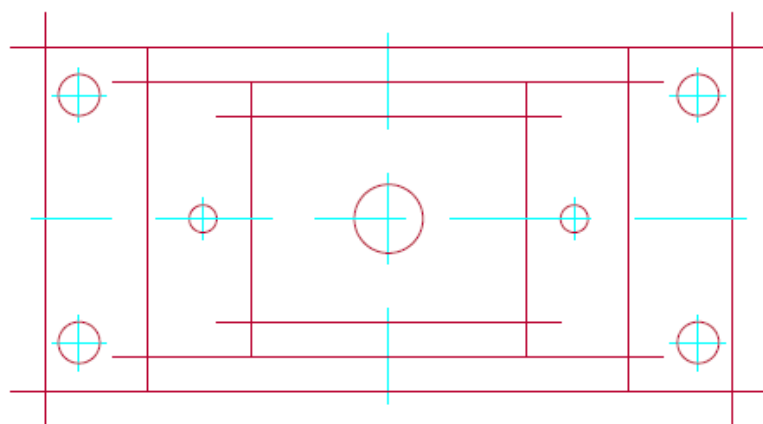
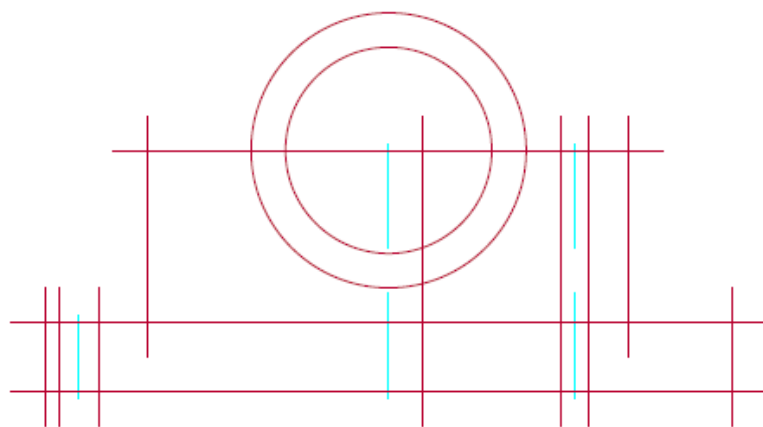
2. Полещук Н.Н. Самоучитель AutoCAD 2014. — СПб.: БХВ-Петербург, 2014.

3. Эбботт Дэн AutoCAD: секреты, которые должен знать каждый пользователь: Пер. с англ. — СПб.: БХВ-Петербург, 2008.

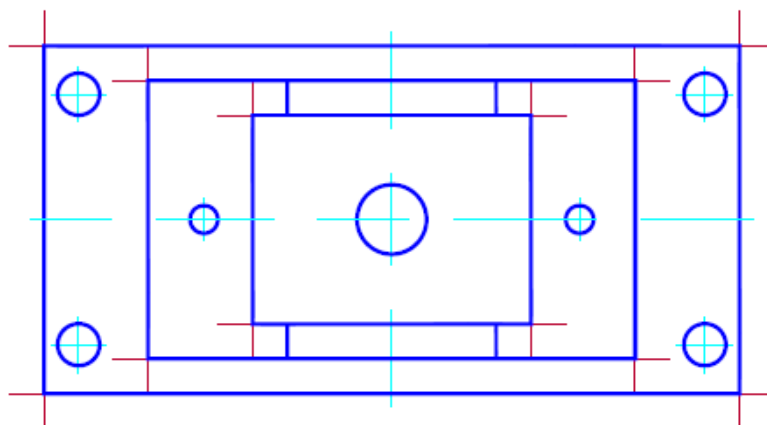
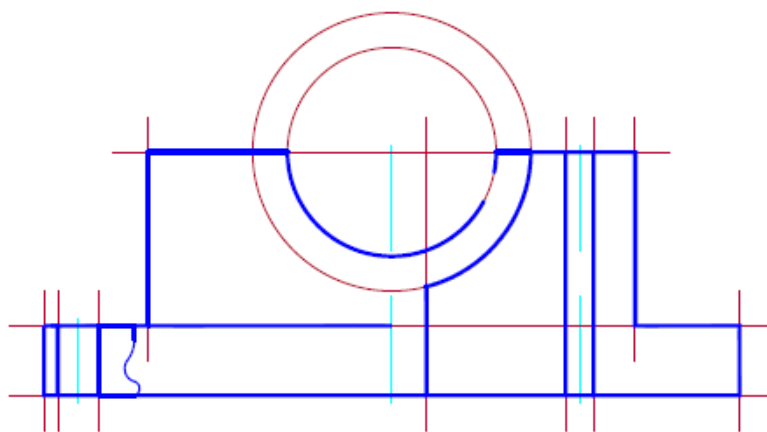
# Приложение 1



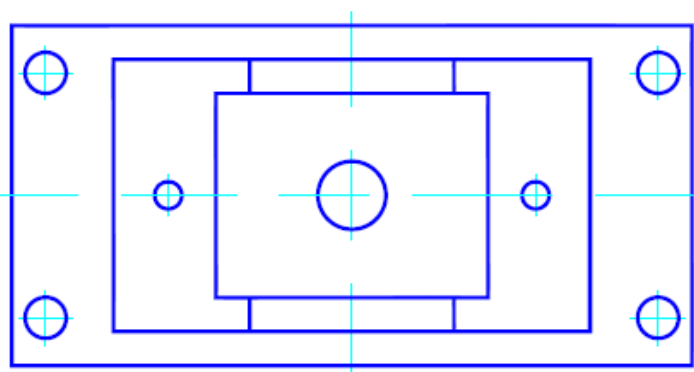
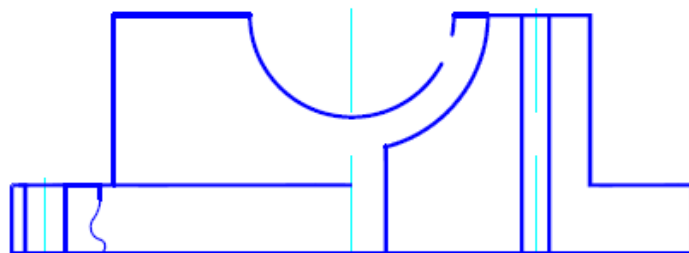
## Приложение 2



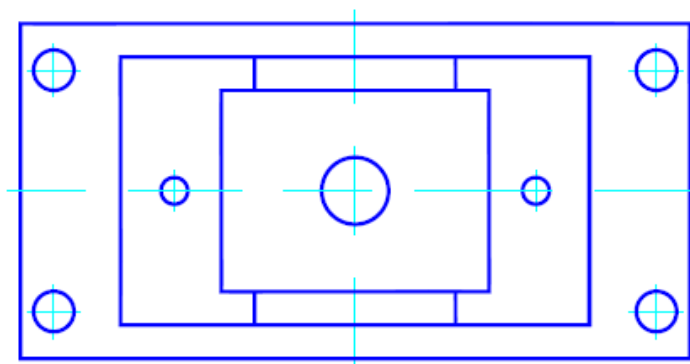
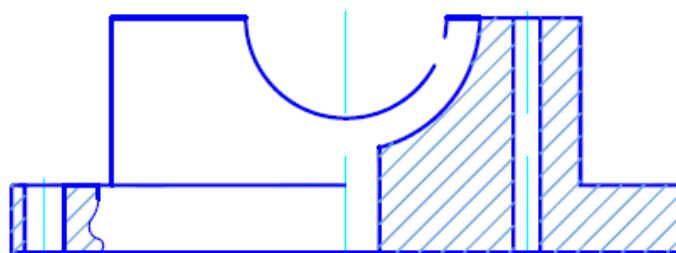
### Приложение 3



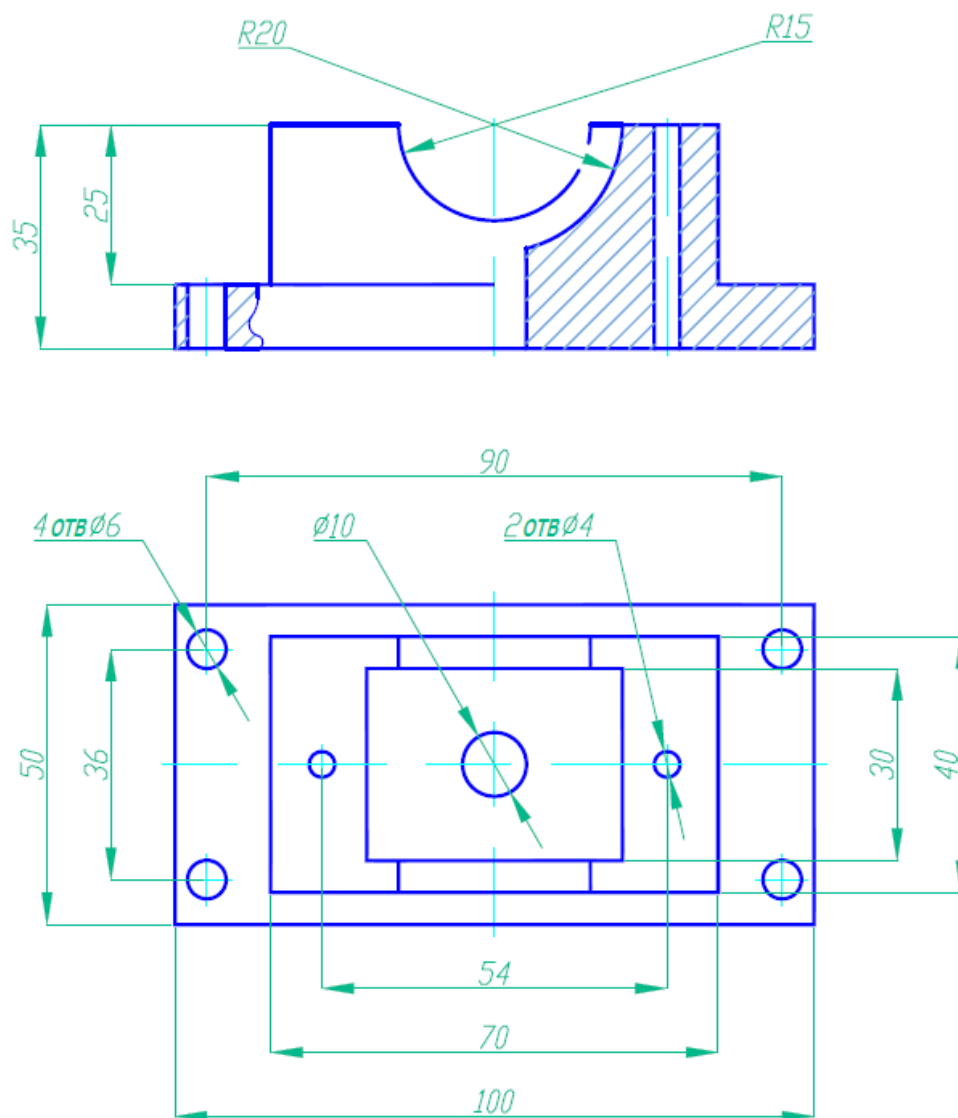
## Приложение 4



## Приложение 5

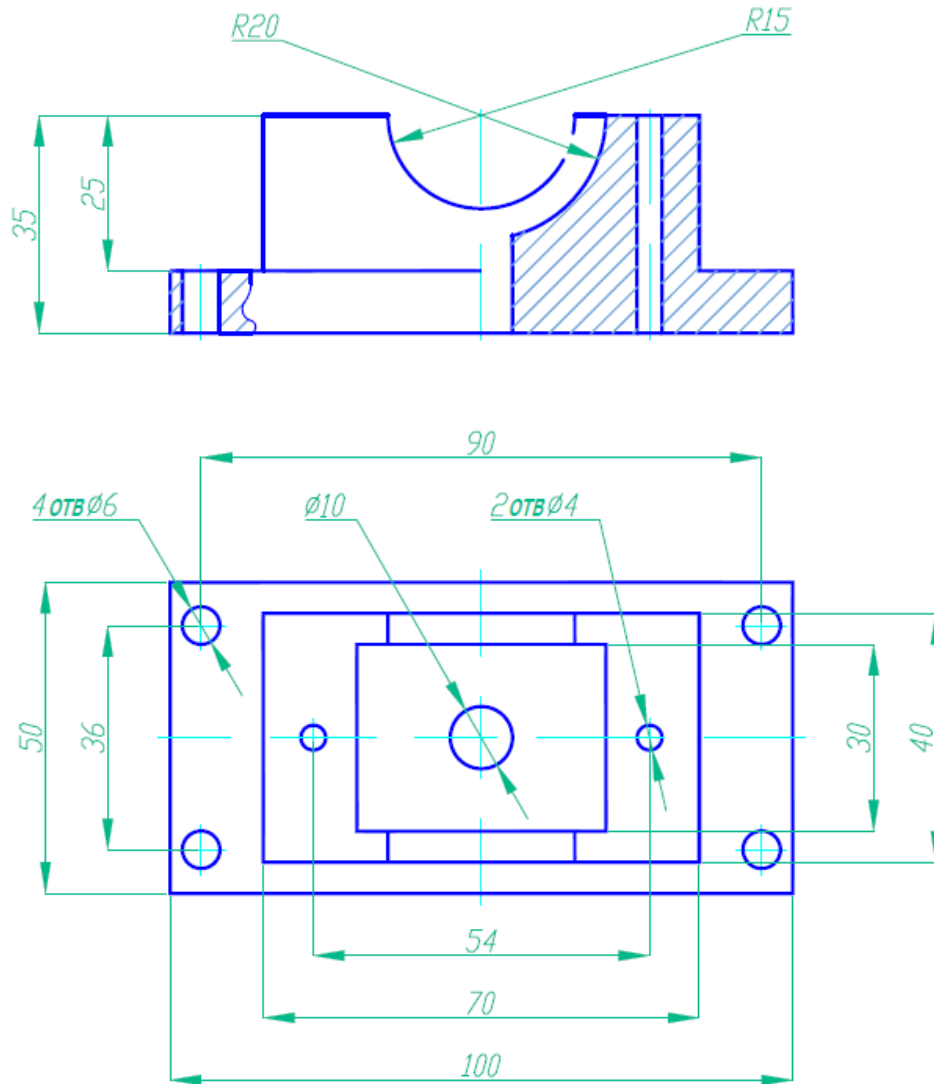


## Приложение 6





# Приложение 7



Инв. № подл. Подп. и дата  
 Изм. Лист № докум. Подп. Дата  
 Разраб.  
 Пров.  
 Т.КОНТР.  
 Н.КОНТР.  
 УТВ.


КОРПУС

Лит.	Масса	Масштаб
У		1:1
Лист	Листов	

**Косырева Ольга Николаевна  
Грезина Александра Викторовна**

**ГЕОМЕТРИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ 2D- И 3D- ОБЪЕКТОВ  
СРЕДСТВАМИ САПР AUTOCAD  
Часть 1**

Учебно-методическое пособие