

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего профессионального образования
«Тихоокеанский государственный университет»

Е. А. Алексеева, Л. Г. Вайнер, Г. В. Фокина

Компьютерная графика в среде AutoCAD

*Рекомендовано
Дальневосточным региональным учебно-методическим
центром (ДВ РУМЦ) в качестве учебного пособия
для студентов технических направлений
вузов региона*

Хабаровск
Издательство ТОГУ
2012

Оглавление

Введение	
1. Знакомство с рабочей средой AutoCAD	7
1.1. Запуск программы	7
1.2. Создание нового файла чертежа	10
1.3. Настройки программы	11
Упражнение 1	12
1.4. Настройка параметров чертежа	15
Упражнение 2	15
2. Основы создания чертежа	21
2.1. Способы задания команд	21
2.2. Способы задания координат точек	22
2.3. Команды построения	23
Команда Отрезок (Line)	23
Упражнение 1	23
Упражнение 2	24
Упражнение 3	25
2.4. Удаление объектов	25
Команда Стереть (Erase)	25
2.5. Выбор объектов	26
Упражнение 4	26
3. Создание изображений с использованием базовых графических примитивов	27
3.1. Команды построения (продолжение)	27
Команда Круг (Circle)	27
Команда Многоугольник (Polygon)	28
Команда Дуга (Arc)	29
3.2. Текущие режимы объектной привязки	30
3.3. Способы управления изображением на экране	31
Упражнение 1	33
Упражнение 2	34
Упражнение 3	34
4. Проекционное черчение средствами компьютерной графики	35
4.1. Слой чертежа	35
4.2. Вес линий	36
4.3. Типы линий	36
4.4. Команды редактирования объектов	37
Команда Копировать (Copy)	38
Команда Подобие (Offset)	38
Команда Перенести (Move)	39
Команда Повернуть (Rotate)	39
Команда Обрезать (Trim)	39
Команда Удлинить (Extend)	39
Команда Увеличить (Lengthen)	40

Упражнение 1	40
Упражнение 2 (по индивидуальному варианту).....	45
5. Построение криволинейных контуров.....	45
Команда Зеркало (Mirror)	45
Команда Массив (Array).....	45
Команда Сопряжение (Fillet).....	46
Упражнение 1	46
6. Рациональное оформление чертежа	51
Команда Текст (Text).....	54
Команда Редтекст (DDEdit)	56
Команда Свойства (Properties).....	56
7. Простановка размеров на чертежах.....	57
7.1. Настройка размерного стиля согласно ГОСТ 2.307–68.....	57
7.2. Команды простановки размеров.....	59
Команда Линейный (Dimlinear)	60
Команда Радиус (Radius)	60
Команда Диаметр (Diameter)	60
Команда Угловой (Angular)	61
Команда МультиВыноска (MLeader)	61
7.3. Редактирование размеров	61
Команда Выравнивание МультиВыносок (MLEADERALIGN)	62
Команда Редактировать Текст (DimEdit)	62
Команда Редактировать Размер (DimTedit).....	63
Команда Обновить размер (Update)	63
Упражнение	64
8. Выполнение рабочего чертежа детали	65
8.1. Команды построения (продолжение).....	65
Команда Сплайн (Spline)	65
Команда Штриховка (Hatch)	65
8.2. Команды редактирования объектов (продолжение)	66
Команда Масштаб (Scale)	66
Команда фаска (Chamfer).....	66
Команда Растянуть (Stretch)	67
Команда Расчленить (Explode)	67
Упражнение 1	68
Упражнение 2	68
Упражнение 3	68
Упражнение 4	68
9. Создание сборочного чертежа с использованием готовых рабочих чертежей	69
Упражнение	69
10. Создание текстового документа.....	73
Упражнение	73
Заключение	73
Список рекомендуемой литературы	73

Приложение 1.	Задания к упражнению 4.....	74
Приложение 2.	Задания к упражнению 3.....	75
Приложение 3.	Индивидуальные задания.....	76
Приложение 4.	Индивидуальные задания.....	80
Приложение 5.	Пример выполнения чертежа детали «Кронштейн».....	84
Приложение 6.	Пример выполнения чертежа детали «Шток».....	85
Приложение 7.	Пример выполнения чертежа детали «Поршень».....	86
Приложение 8.	Пример выполнения чертежа детали «Крышка».....	87
Приложение 9.	Пример выполнения чертежа детали «Корпус».....	88
Приложение 10.	Пример спецификации «Пневмоцилиндр».....	89
Приложение 11.	Пример выполнения сборочного чертежа «Пневмоцилиндр».....	91

ВВЕДЕНИЕ

В предлагаемом учебном пособии рассматриваются способы и технические приемы создания чертежей в графической среде AutoCAD 2009/2011 такие как: настройка рациональной рабочей среды пользователя для выполнения графических задач; настройка свойств объектов чертежа и их изменение; вычерчивание простейших элементов, составляющих изображение любого технического объекта, и их точное позиционирование; редактирование изображения; особенности проекционного компьютерного черчения; оформление чертежа; рациональная последовательность графических построений при создании чертежа; использование готовых фрагментов чертежей и чертежей-прототипов при создании сборочных чертежей; создание текстовых фрагментов. Изложение основ дисциплины «Компьютерная графика» чередуется с поэтапным решением задач практического выполнения элементов чертежей.

По мнению авторов, пособие может служить удобным средством освоения основ компьютерной графики в сжатые сроки, помогая совершить самый трудный – психологический переход от традиционного черчения на чертежной доске к выполнению графических построений с помощью компьютера.

Согласно образовательным стандартам высшего профессионального образования по техническим направлениям подготовки дисциплина «Компьютерная графика» входит в вариативную часть профессионального цикла либо как самостоятельная дисциплина, либо является разделом таких дисциплин как «Начертательная геометрия и инженерная графика», «Инженерная и компьютерная графика» или «Инженерная графика».

Данное учебное пособие рекомендовано в качестве основного учебного материала при самостоятельном освоении курса инженерной компьютерной графики, а также может быть использовано при проведении курса практических занятий по дисциплине «Компьютерная графика» для студентов технических направлений всех форм обучения, так как содержит достаточное число вариантов заданий и упражнений по каждой излагаемой теме.

Авторы надеются, что предлагаемый в пособии базовый курс станет для обучающихся основой для дальнейшего совершенствования и углубления знаний в области инженерной компьютерной графики.

1. Знакомство с рабочей средой AutoCAD

1.1. Запуск программы

Программа AutoCAD предназначена для профессиональной работы. Причем, добавляются все новые и новые возможности, в результате чего управление программой и ее изучение для начинающих пользователей существенно усложняется. Однако имеется возможность настроить интерфейс программы для удобного ее использования начинающему пользователю. Такие настройки можно сохранить для повторных сеансов работы.

После запуска AutoCAD выводится диалоговое окно *Новые возможности (New Feature Workshop)* (рис. 1.1).



Рис. 1.1. Диалоговое окно Новые возможности (New Feature Workshop)

Выберите *В другой раз (Maybe later)*, оставив для себя возможность просмотра этих возможностей при следующем запуске про-

граммы. Щелкните кнопку «Ок». В ответ на это на экран выводится рабочий окно программы AutoCAD (рис. 1.2).

Для начального изучения программы перейдем в рабочее пространство Классический AutoCAD. Для этого на панели инструментов *Рабочие пространства (Workspaces)* (рис. 1.3) выберите строку *Классический AutoCAD (AutoCAD Classic)*. Теперь основной экран несколько изменится, и будет выглядеть, как показано на рис. 1.4.

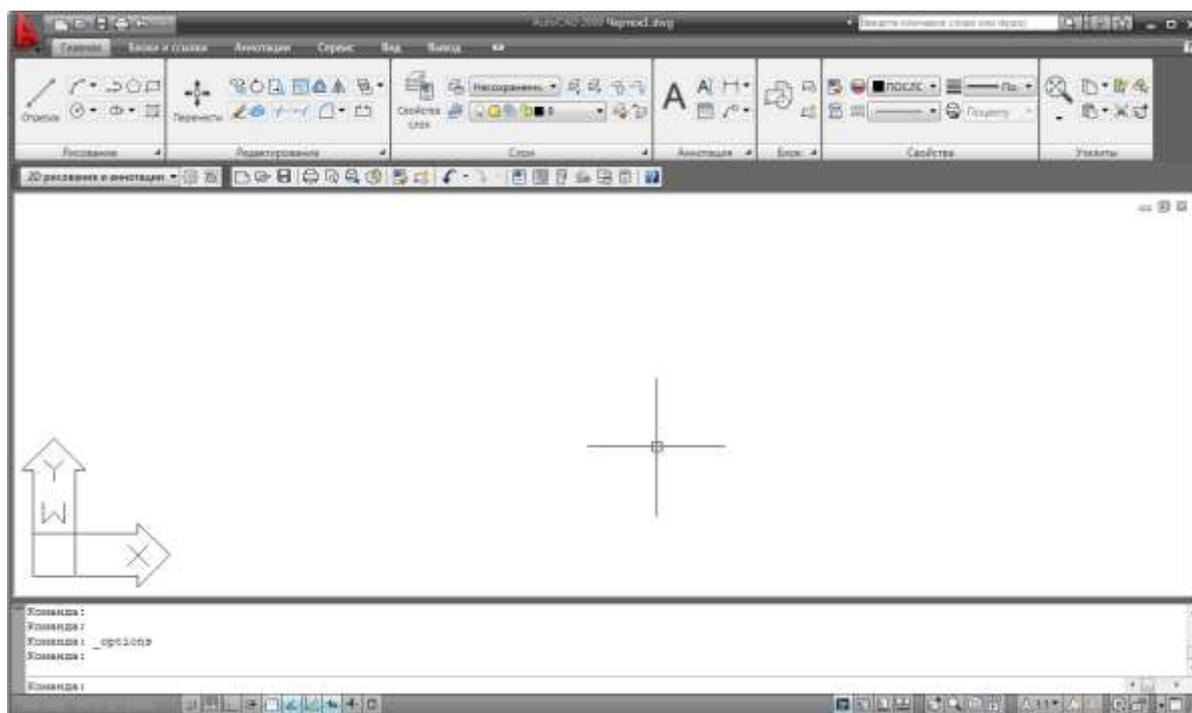


Рис. 1.2. Графический редактор – Рабочее окно программы при первом запуске

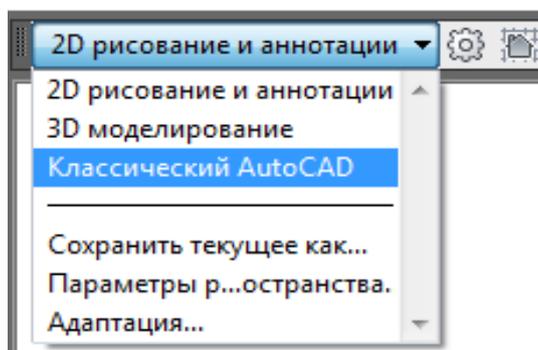


Рис. 1.3. Графический редактор – Рабочее окно программы AutoCAD

Вокруг графической зоны располагаются (рис. 1.4):

1. Диспетчер меню.
2. Панель часто используемых команд.

3. Титульная строка, в которой указывается имя текущего открытого файла.
4. Кнопки управления окном программы.
5. Меню панели управления.
6. Кнопка сворачивания и разворачивания панели управления.
7. Панель управления.
8. Панель инструментов *Рабочие пространства*.
9. Панель инструментов *Стандартные аннотации*.
10. Панели инструментов.
11. Пиктограмма системы координат.
12. Текущие координаты курсора.
13. Строка состояния.
14. Командные строки.
15. Указатель курсора с прицелом.

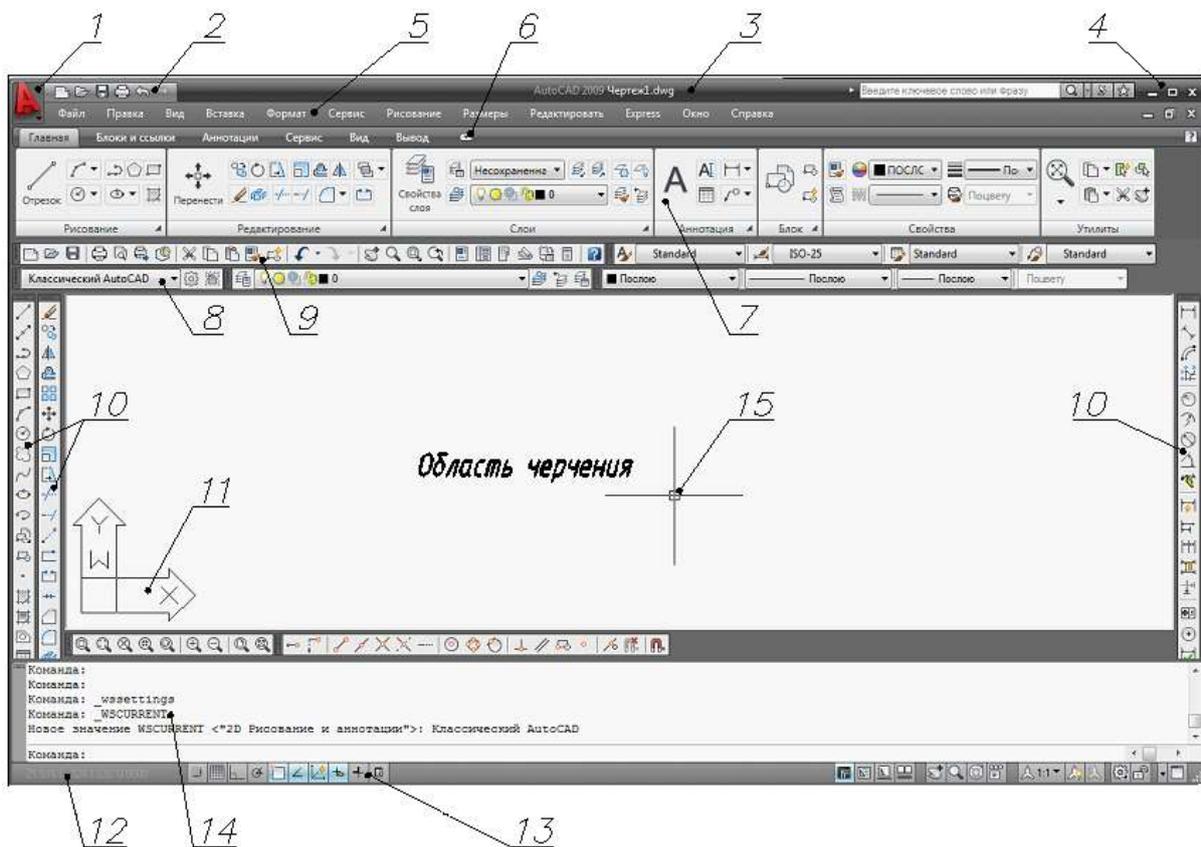


Рис. 1.4. Начальный экран AutoCAD с рабочим пространством AutoCAD Classic

Следует заметить, что конкретная конфигурация рабочего стола назначается пользователем выбором панелей инструментов с помощью меню панели управления – *ВИД (VIEW)/ ПАНЕЛИ (TOOLBARS)*.

Здесь же приведена наиболее рациональная для начального обучения конфигурация.

1.2. Создание нового файла чертежа

После запуска AutoCAD выводится диалоговое окно *Выбор шаблона (Select template)* (рис. 1.5) с вариантами начальной настройки или открытия уже существующего чертежа.

Вне зависимости от того, какой шаблон открывается после его загрузки, файл получает стандартное наименование, обычно это «Рисунок N.dwg» («Drawing N.dwg») (где N – порядковый номер создаваемого нового чертежа в текущей сессии работы с программой).

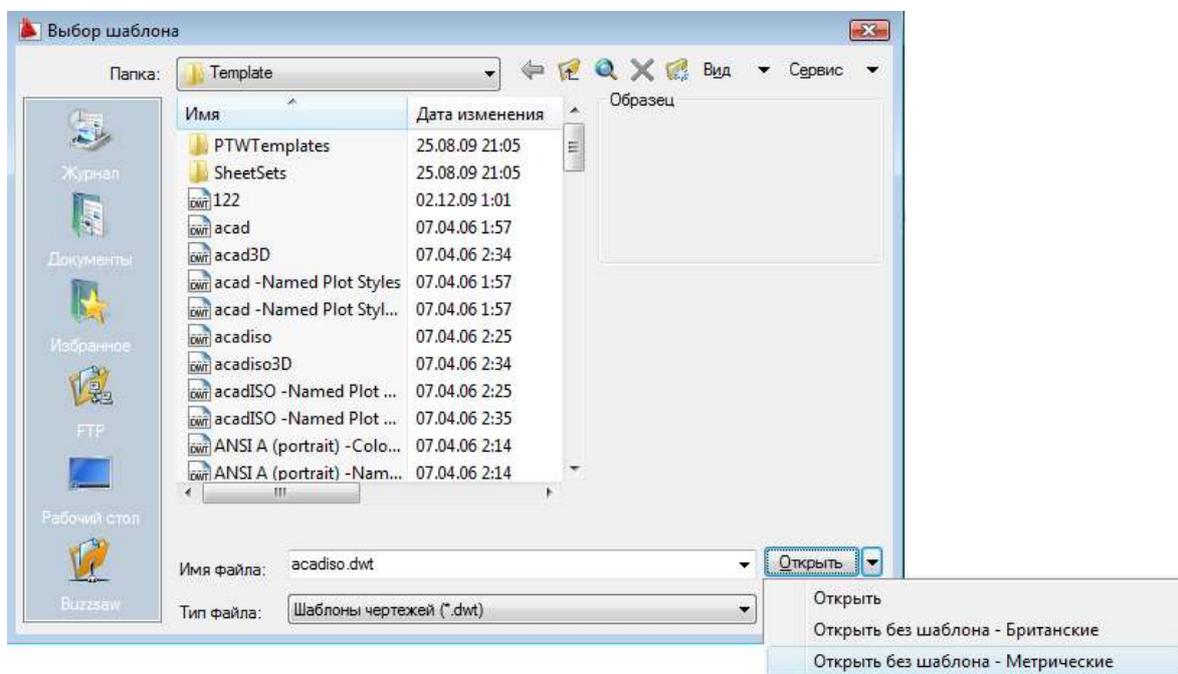


Рис. 1.5. Диалоговое окно Выбор шаблона (Select template)

Шаблон рисунка обычно содержит одну или несколько следующих настроек: единицы чертежа; установка лимитов чертежа; задание режимов рисования, таких как шаг сетки и единицы измерения; слои; типы линий; размер листа бумаги для вывода на печать из пространства листа.

Кроме этих настроек, шаблон может содержать также и дополнительные настройки, такие, как текстовые и размерные стили, стили таблиц и даже повторяющиеся в нескольких чертежах их общие элементы.

Открыть без шаблона – Британские (Open with no Template – Imperial) – открыть ранее созданный чертеж – шаблон (обычно шаблоном является поле определенного формата – А3 с предварительными настройками – например с размерным стилем *Standart*);

Открыть без шаблона – Метрические (Open with no Template – Metric) – открыть ранее созданный чертеж – шаблон (поле с размерами формата – А3 с предварительными настройками – например с размерным стилем *ISO–25*);

В ответ на это предоставляет вам чистое белое поле чертежа (нужных вам размеров) – новый файл.

1.3. Настройки программы

Основные настройки программы выполняются с помощью диалогового окна *Настройка (Options)* (рис. 1.6), которое может быть вызвано из меню панели управления *СЕРВИС (TOOLS)*.

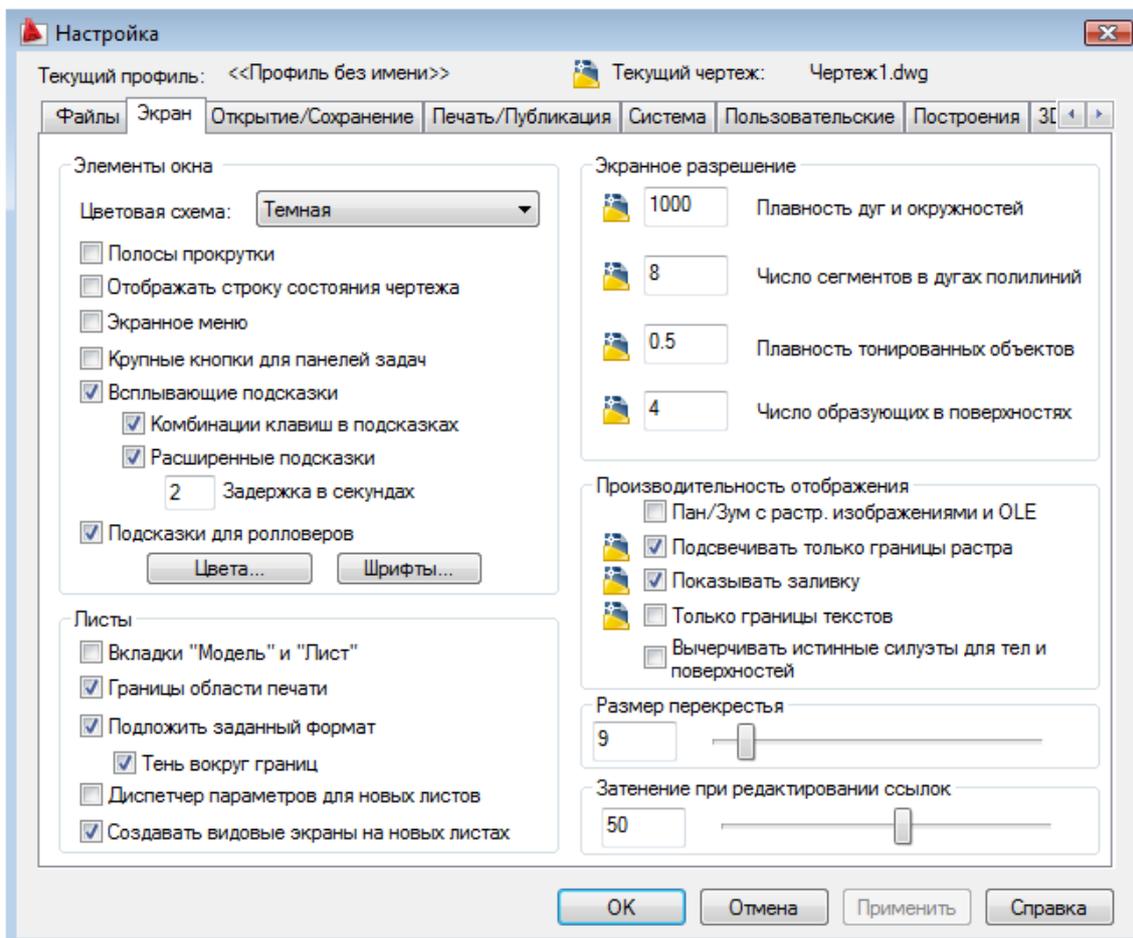


Рис. 1.6. Диалоговое окно Настройка (Options)

Упражнение 1. Познакомиться с выбором команд из меню, а также с назначением параметров в диалоговых окнах.

1. Настроить размер перекрестья курсора. Для этого в диалоговом окне *Настройка (Options)* (рис. 1.6) на вкладке *Экран (Display)* выбрать *Размер перекрестья (Display scrollbars)* в 5 % от размера экрана.

2. Отключить (включить) вывод на экран полос прокрутки чертежа. Для этого в диалоговом окне *Настройка (Options)* (рис. 1.6) на вкладке *Экран (Display)* установить (снять) флажок в одноименном поле *Полосы прокрутки*. AutoCAD имеет достаточно удобных средств панорамирования.

3. Изменить цвет фона. Для этого в диалоговом окне *Настройка (Options)* (рис. 1.6) на вкладке *Экран (Display)* нажать на кнопку «Цвета» («Colors»). В диалоговом окне *Цветовая гамма окна чертежа (Drawing Window Colors)* (рис. 1.7), в списке *Элементы интерфейса (Interface elements)* для элемента *Пространство 2D модели (2D model space)* с помощью списка *Цвет (Color)* установить *требуемый цвет (черный)*.

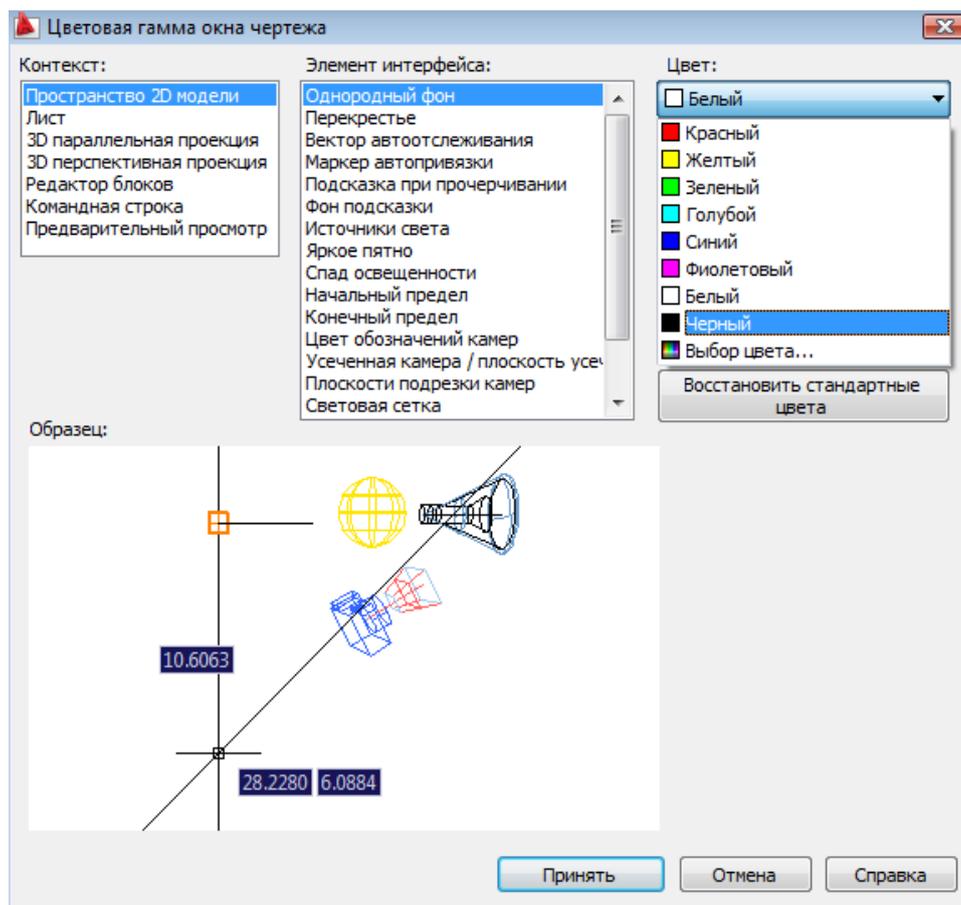


Рис. 1.7. Диалоговое окно Цветовая гамма окна чертежа (Drawing Window Colors)

По умолчанию в программе установлен желтый цвет фона рабочей области, а линии чертежа выполняются черным цветом. Чтобы при работе меньше утомлялись глаза, например, можно установить черный цвет фона, тогда линии чертежа будут выполняться белым цветом. При печати, конечно же, линии чертежа рисуются черным цветом. В AutoCAD черный и белый цвет взаимозаменяемы. Если выбрать в качестве фонового цвета белый цвет, то линии чертежа автоматически станут черными.

4. Включить вызов контекстного меню при щелчке правой кнопкой мыши в графической области. Для этого в диалоговом окне *Настройка (Options)* на вкладке *Пользовательские (Preferences)* (рис. 1.8) установить флажок *Контекстного меню в области рисования (Shortcut menus in drawing area)*.

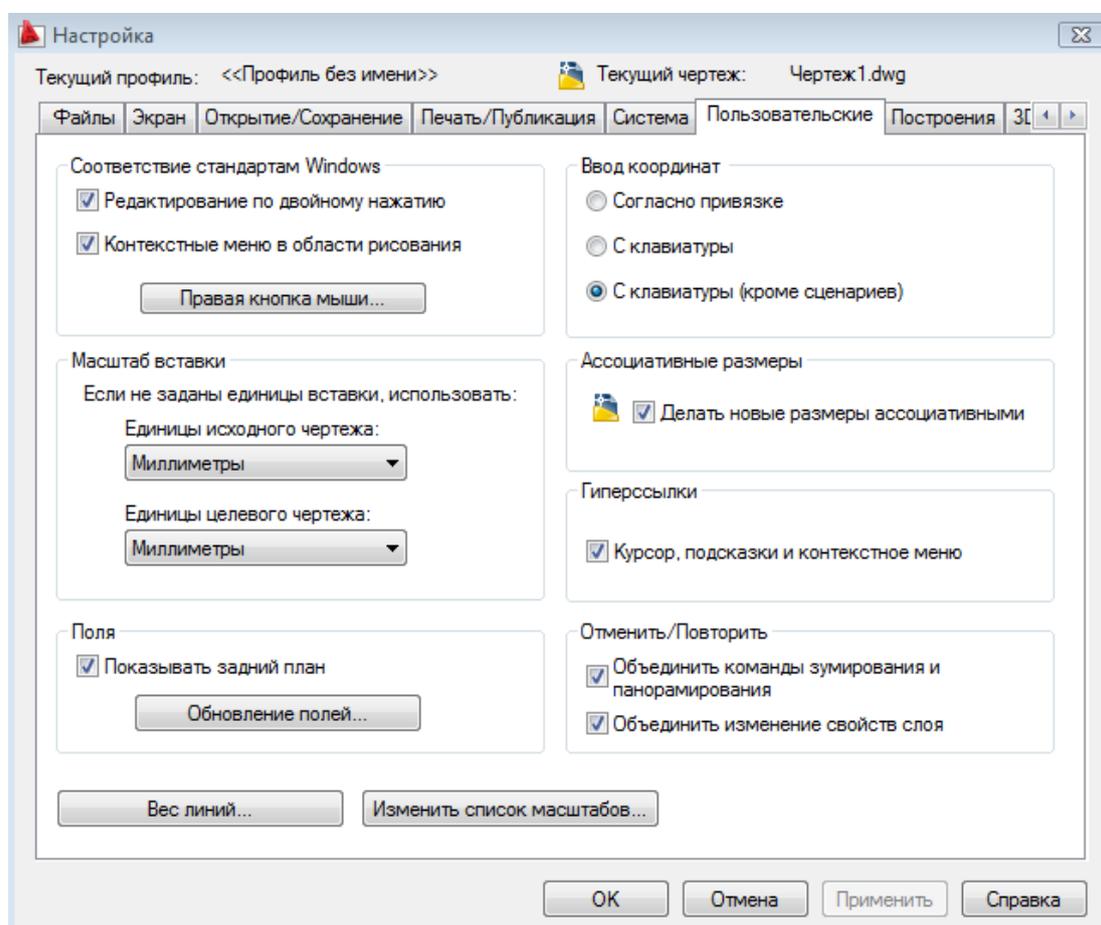


Рис. 1.8. Вкладка Пользовательские (Preferences) диалогового окна Настройка (Options)

5. Настроить вызов контекстного меню при щелчке правой кнопкой мыши в графической области. Для этого в диалоговом окне *Настройка (Options)* на вкладке *Пользовательские (Preferences)* (рис. 1.8)

нажать на кнопку «Правая кнопка мыши». Выполнить настройки как показано на рис. 1.9.

6. Сохранить полученную конфигурацию интерфейса. Раскройте еще раз список на панели инструментов *Рабочие пространства (Workspaces)* (рис. 1.3) и выберите из него строку *Сохранить текущее как (Save Current As)* и в диалоговом окне *Сохранить рабочее пространство (Save Workspace)* (рис. 1.10) введите произвольное имя настроек интерфейса.

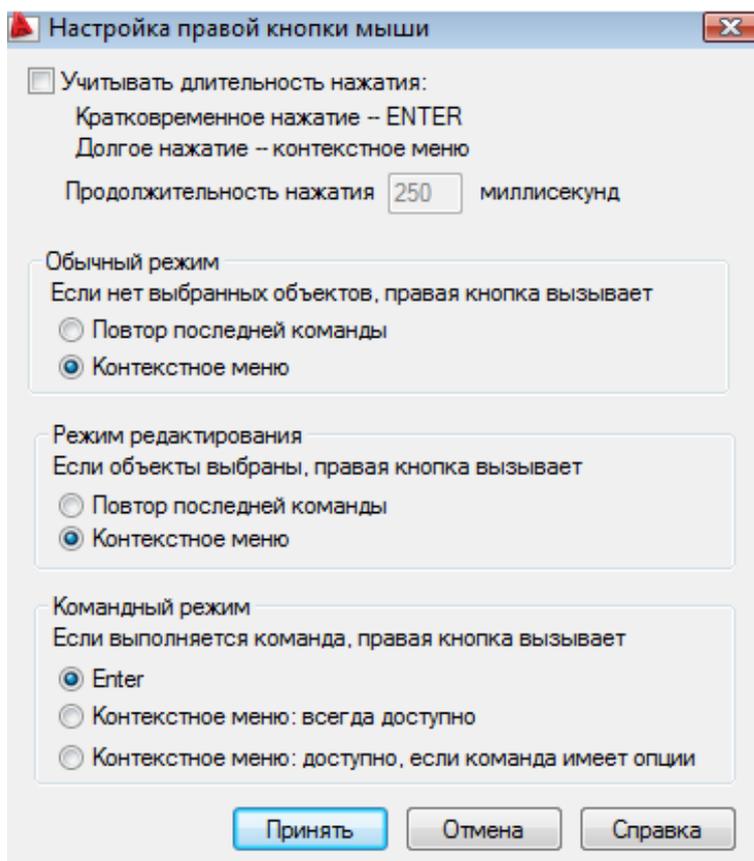


Рис. 1.9. Диалоговое окно настройки Правая кнопка мыши

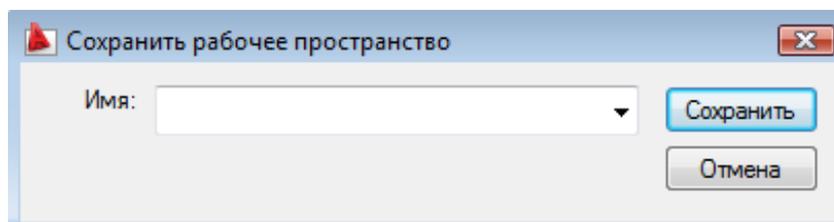


Рис. 1.10. Диалоговое окно Сохранить рабочее пространство (Save Workspace)

Таких вариантов настроек можно создать несколько и после вызова программы с помощью панели инструментов *Рабочие пространства (Workspaces)* можно вызвать требуемую настройку.

1.4. Настройка параметров чертежа

После настроек программы, перед началом работы необходимо настроить параметры чертежа. Эти параметры хранятся в файле чертежа и имеют важное значение как при его создании и редактировании чертежа, так и при его печати.

В AutoCAD используется два различных пространства – пространство модели и пространство листа. В большинстве случаев чертеж выполняется в пространстве модели, в котором рабочая область представляется бесконечным пространством. Для удобства ориентирования в области построения чертежа используются лимиты, ограничивающие прямоугольную область заданных размеров, в которой при необходимости можно отобразить сетку. Сетка отображается в пределах лимитов чертежа в виде точек, расположенных с заданной последовательностью. Она помогает визуально определить область черчения, выравнивать объекты, оценивать расстояние между ними и наглядно указывать координаты.

Упражнение 2. Выполнить начальную настройку параметров чертежа.

1. Установить единицы измерения.

При вычерчивании различных объектов очень важно установить единицы измерения, которые будут использованы на чертеже. Это необходимо сделать еще до определения размеров самого чертежа. В противном случае не будет ясно, в каких единицах измерения начинающий чертежник задает эти самые размеры (в миллиметрах, метрах, километрах, дюймах или футах).

Для установки единиц измерения вызовите с помощью меню панели управления – *ФОРМАТ (FORMAT)/ ЕДИНИЦЫ (UNITS)* диалоговое окно *Единицы чертежа (Units)* (рис. 1.11) и произведите в нем следующие настройки:

- в поле группы настроек *Линейные (Length)* выберете формат единиц измерения *Десятичные (Decimal)*.
- в поле группы настроек *Угловые (Angle)* выберете формат единиц измерения *Десятичные градусы (Decimal Degrees)*.
- в раскрывающихся списках *Точность (Precision)* необходимо назначить количество десятичных знаков после целой части числа для текущих линейных и угловых единиц измерения. По большому счету точность можно задать такой, какая удобна начинающему чертежнику.

– нажать кнопку «Ок» для подтверждения установленных настроек и закрыть окно *Единицы чертежа (Units)*.

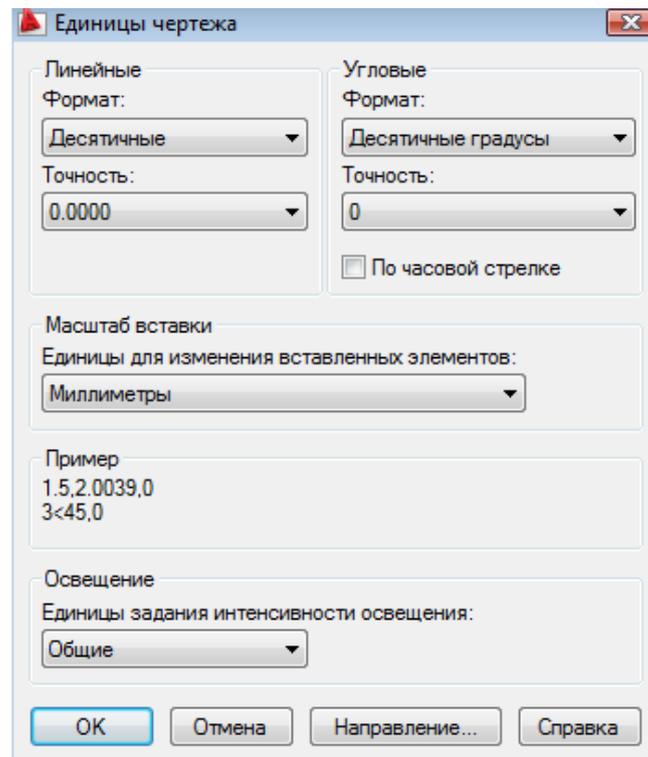


Рис. 1.11. Диалоговое окно Единицы чертежа (Units)

2. Установить лимиты чертежа (формат А3 с размерами 420x297).

Задать или изменить размеры формата чертежа вручную можно с помощью команды *Лимиты (Limits)*, вызываемой из меню панели управления *ФОРМАТ (FORMAT)/ ЛИМИТЫ ЧЕРТЕЖА (DRAWING LIMITS)*. При этом в командной строке необходимо указать координаты левого нижнего и правого верхнего углов размера чертежа.

Команда *Лимиты (Limits)* будет успешно завершена, о чем свидетельствует приглашение Команда: (Command:), выведенное в командной строке (рис. 1.12).

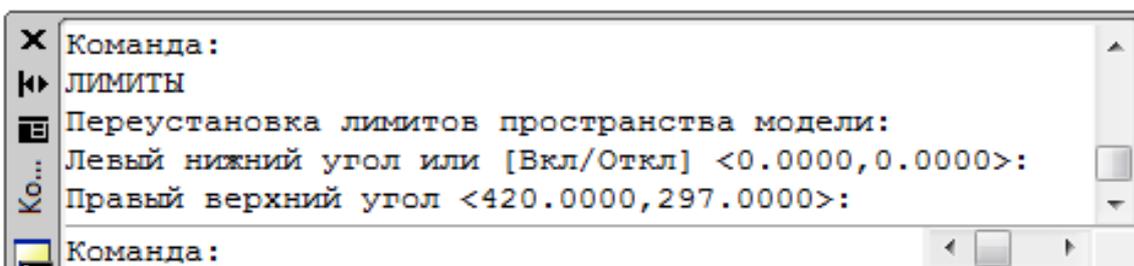


Рис. 1.12. Диалог команды Лимиты (Limits) в командной строке

Значения координат отделяются запятыми, а разделением целых и дробных частей числа является точка.

3. Настроить параметры шага и сетки (размер шага 10, включить сетку).

Значения шага и сетки устанавливаются на вкладке *Шаг и сетка* (*Snap and Grid*) в диалоговом окне *Режимы рисования* (*Drafting Settings*) (рис. 1.13), вызываемом из меню панели управления *СЕРВИС* (*TOOLS*)/ *РЕЖИМЫ РИСОВАНИЯ* (*DRAFTING SETTINGS*) или с помощью кнопок, расположенных в строке состояния.

Для отображения сетки во весь экран выполните команду *Вид* (*View*)/ *Зумирование* (*Zoom*)/ *Все* (*All*). Эту команду необходимо выполнять всякий раз после установки новых значений лимитов.

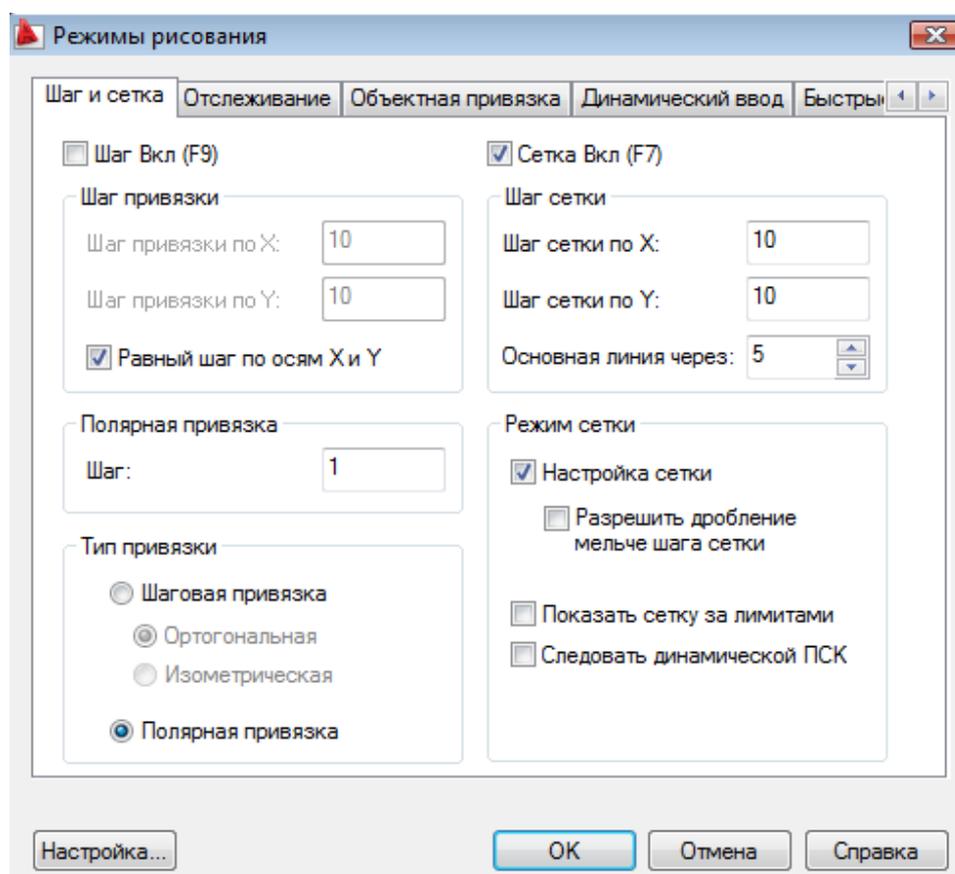


Рис. 1.13. Вкладка Шаг и сетка (Snap and Grid) диалогового окна Режимы рисования (Drafting Settings)

4. Установить режимы черчения ОРТО.

Режим ОРТО позволяет выполнять построение строго вертикальных или горизонтальных линий. После его включения построения

всех линий будут осуществляться в строго горизонтальном или вертикальном направлении.

Режим ОРТО можно включить, нажав функциональную клавишу <F8> или щелкнув левой кнопкой мыши по кнопке «ОРТО» («ORTHO») в строке состояния и «утопив» ее.

5. Установить постоянные режимы черчения Привязка.

Привязка включает или отключает отображение и использование характерных точек объектной привязки. Постоянные режимы объектных привязок можно установить на вкладке *Объектная привязка (Osnap)* в диалоговом окне, вызываемом из меню панели управления *СЕРВИС (TOOLS)/ РЕЖИМЫ РИСОВАНИЯ (DRAFTING SETTINGS)* (рис. 1.14). Отметим в качестве постоянных объектных привязок – «пересечение» и «конечная точка». Выход из данного окна – только по кнопке «Ок».

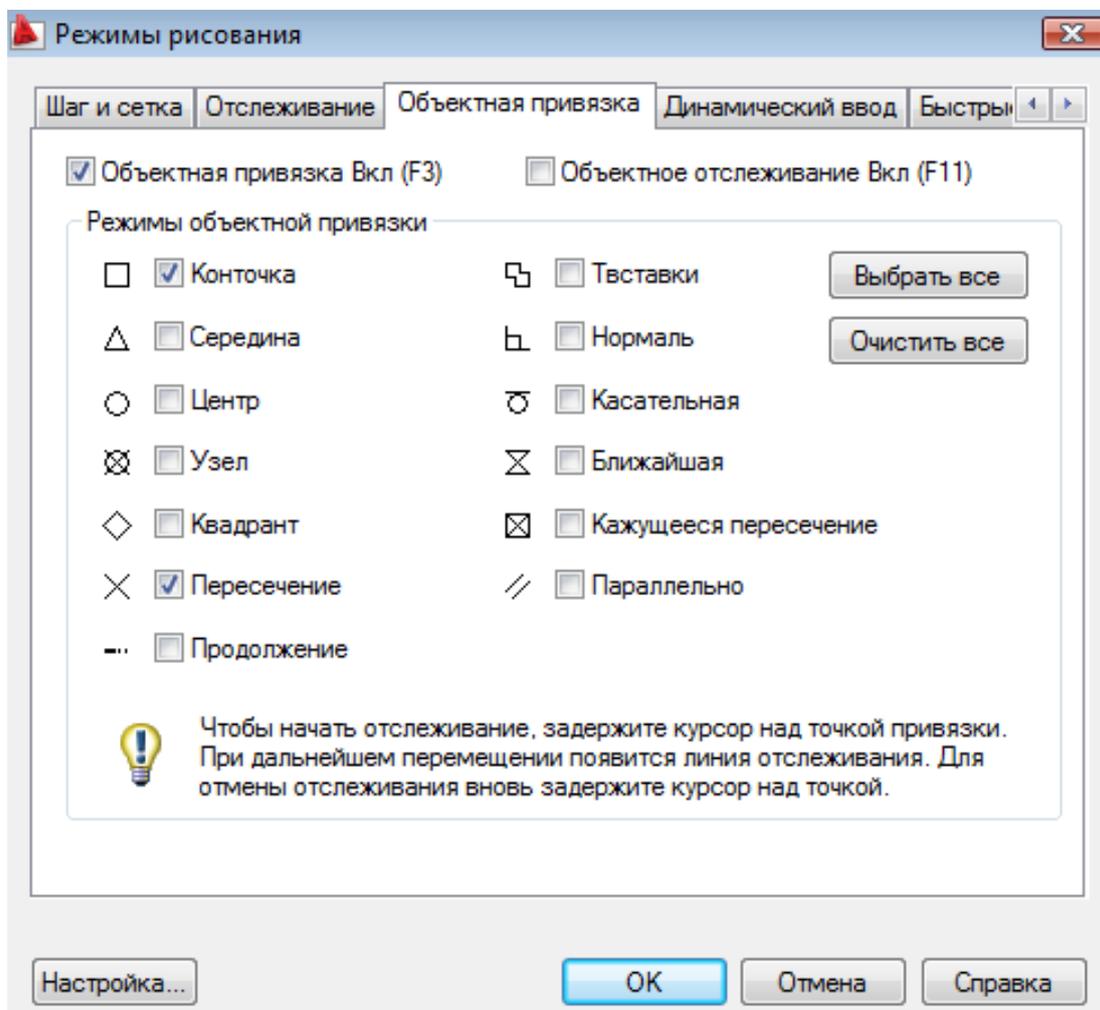


Рис. 1.14. Вкладка Объектная привязка (Osnap) диалогового окна Режимы рисования (Drafting Settings)

6. Установить режим черчения Динамический ввод (ДИН).

Режим ДИН позволяет выполнять чертеж, задавая координаты точек и выбирая опции команд непосредственно в рабочей области около курсора. При хорошем знании программы использование этого режима ускоряет работу и уменьшает количество ошибок и лишних операций. На стадии знакомства с программой мы рекомендуем отключить этот режим.

Отключить (включить) режим ДИН (DIN) можно нажав функциональную клавишу <F6> или щелкнув левой кнопкой мыши по кнопке «ДИН» («DIN») в строке состояния и «отжав» ее.

7. Защита файла паролем (рис. 1.15).

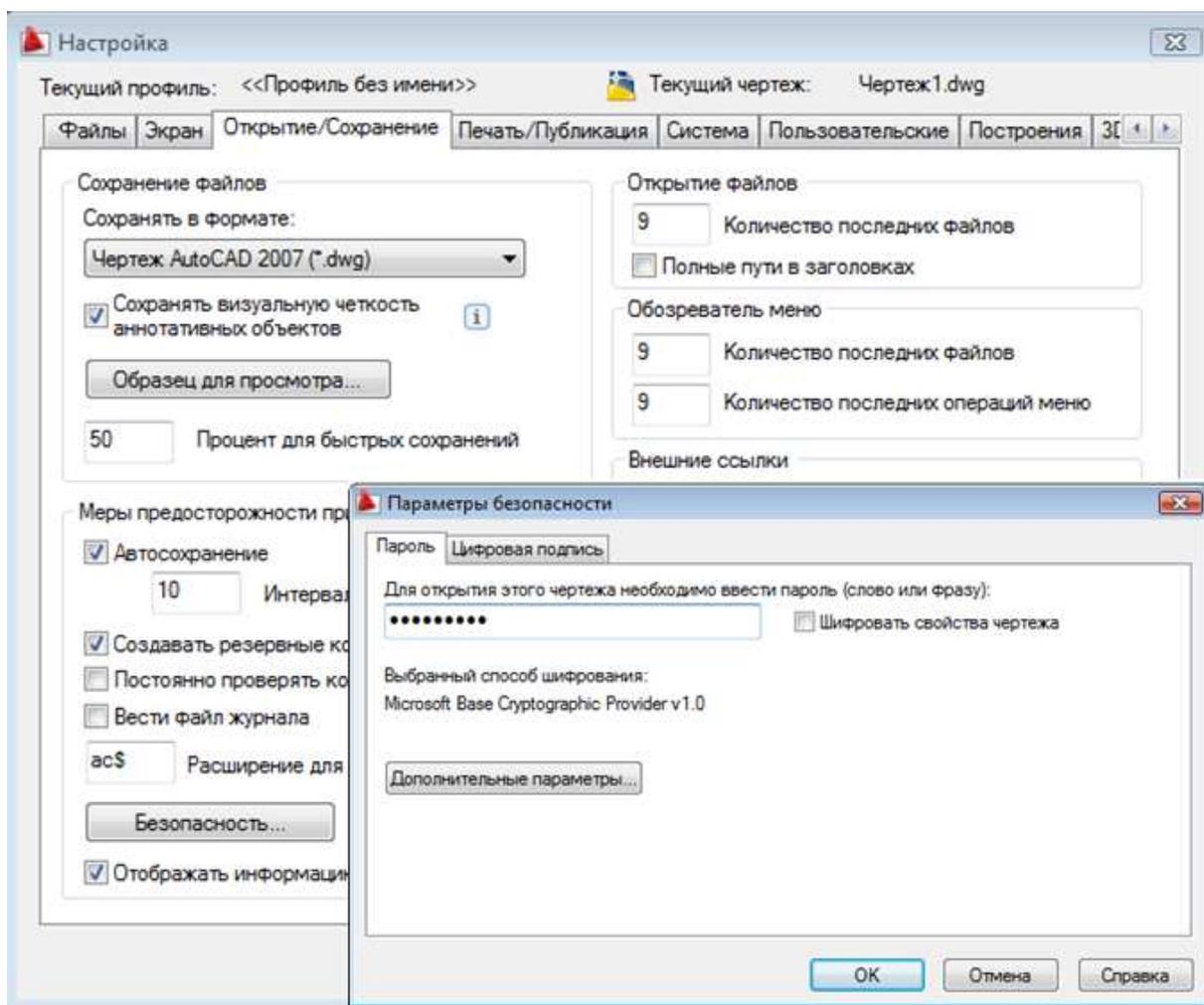


Рис. 1.15. Диалоговое окно Параметры безопасности (Security Options)

Сохраняемый чертеж можно защитить паролем от несанкционированного открытия. Для этого необходимо после подготовки чертежа к сохранению вызвать диалоговое окно настроек программы *Сервис (Tools)/ Настройка (Options)* (рис. 1.6), перейти на вкладку

Открытие/ Сохранение (Open and Save) и щелкнуть кнопку «Параметры безопасности» («Security Options») (рис. 1.15).

Далее в одноименном диалоговом окне ввести пароль. При этом в качестве пароля желательно вводить только английские буквы и цифры.

В случае утери пароля его восстановление невозможно. Перед тем как защитить чертёж паролем, необходимо создать его резервную копию, не защищенную паролем.

8. Сохранение файла чертежа.

Для идентификации файла чертежа, выполненного конкретным пользователем из группы студентов, выполняющих чертежи с одинаковыми наименованиями, имя файла должно содержать уникальные параметры. Поэтому файл чертежа необходимо сохранять в директории своей учебной группы, например, «АД-91», в папке со своей фамилией, например, «Иванов», под именем, состоящим из двух частей – «Фамилия_Наименование чертежа», например, «Иванов_Стойка».

2. Основы создания чертежа

2.1. Способы задания команд

Все действия в AutoCAD выполняются с помощью команд. Все команды в системе AutoCAD состоят из одного слова. По окончании ввода названия команды необходимо нажать на клавишу <Enter>.

Любая команда может быть вызвана одним из трех способов:

1. Щелчком левой кнопкой мыши по соответствующей пиктограмме на панели инструментов, расположенной в графической зоне.

2. Щелчком левой кнопкой мыши по соответствующему разделу-пункту основного меню панели управления.

3. Вводом названия команды в командную строку (либо заглавными, либо строчными буквами).

В AutoCAD использование каждой последующей команды возможно только после завершения команды предыдущей. О готовности системы AutoCAD к работе со следующей командой говорит запрос командной строки, имеющий вид *Команда: (Command:)*. Заметим, что независимо от способа ввода команд, надо постоянно следить за командной строкой, чтобы увидеть реакцию и запросы системы (опции) (рис. 2.1) и ввести дополнительную информацию (численное значение, ключевое слово, координаты точки и т.п.).

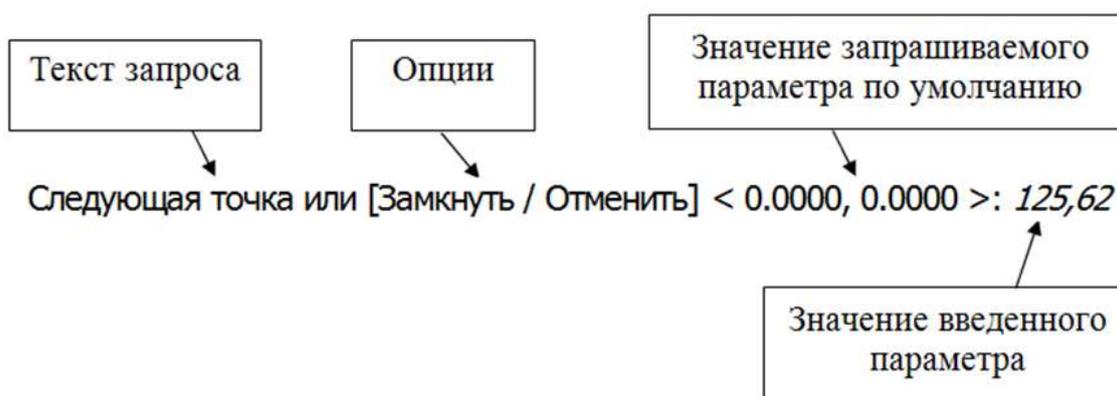


Рис. 2.1. Запрос и его элементы

Опции указываются системой в текущем запросе в квадратных скобках, где они отделяются друг от друга косой чертой.

Для прерывания выполнения команды служит клавиша <ESC>.

Для отмены действия последней команды можно использовать кнопку «отката» в стандартной панели или в меню панели управления – ПРАВКА (EDIT)/ ОТМЕНИТЬ (UNDO).

2.2. Способы задания координат точек

Ввод координат в AutoCAD может быть осуществлен двумя способами: непосредственно с клавиатуры, путем задания численных значений; с использованием графического маркера (курсора), при этом ввод координат осуществляется нажатием кнопки выбора (левой кнопки) мыши.

В двумерном пространстве задание точек производится в плоскости XY. Ввод местоположения точек с клавиатуры возможен как в декартовой так и в полярной системах координат через абсолютные или относительные значения координат.

Абсолютные координаты отсчитываются от начала координат, а относительные координаты задают смещение точки относительно предыдущей.

Форматы ввода абсолютных координат:

– В прямоугольной (декартовой) системе координат – X, Y (упражнение 1);

– В полярной системе координат – $l < \alpha$, где l – расстояние от начала координат, α – полярный угол. Угол задается в градусах от положительного направления оси X против часовой стрелки.

Форматы ввода относительных координат:

– В прямоугольной системе координат – @ dx, dy (упражнение 2), где dx и dy – смещения точки вдоль осей X и Y, соответственно;

– В полярной системе координат – @ l < α – (упражнение 3).

При вводе координат используют следующие символы:

, (запятая) – отделяет друг от друга значения координат;

. (точка) – десятичный разделитель;

@ (эт) – значение относительных координат, отчитываемых от последней введенной точки (клавишами <Shift+2>);

< (знак меньше) – задание направления отрезка (угол наклона) при вводе координат с помощью способа «направление-расстояние».

2.3. Команды построения

Команда ОТРЕЗОК (LINE)



Отрезок
(Line)



Команда предназначена для построения отрезка.

Опции команды:

Отмена (Undo) – отменяет последний отрезок [O/ U];

Замкнуть (Close) – замыкает контур [З/ C].

Эти опции встречаются и в некоторых других командах черчения.

Последовательность запросов по умолчанию: указать первую точку отрезка, указать следующую точку отрезка и т.д.

В рассмотренных ниже упражнениях на построение отрезков с помощью команды *Отрезок (Line)* приводятся протоколы командных строк с авторскими комментариями:

- обычным шрифтом приводится запрос системы;
- меньшим шрифтом приведены авторские комментарии;
- курсивом обозначены координаты точек или опции команды, которые необходимо ввести в командную строку с клавиатуры.

Графические иллюстрации к построениям даны на рис. 2.2, рис. 2.3, рис. 2.4.

Упражнение 1. Построить прямоугольник, задавая точки в абсолютных координатах (рис. 2.2).

Команда: ОТРЕЗОК Первая точка (_line Specify first point): ввести координаты первой точки *50,50* <Enter>

Следующая точка или [Отменить] (Specify next point or [Undo]): ввести координаты следующей точки *50,100* <Enter>

Следующая точка или [Отменить] (Specify next point or [Undo]): ввести координаты следующей точки *150,100* <Enter>

Следующая точка или [Замкнуть/ Отменить] (Specify next point or [Close/ Undo]): ввести координаты следующей точки *150,50* <Enter>

Следующая точка или [Замкнуть/ Отменить] (Specify next point or [Close/ Undo]): ввести опцию Замкнуть *З* <Enter>

Команда:

Любой ввод информации с клавиатуры завершается нажатием клавиши <Enter>

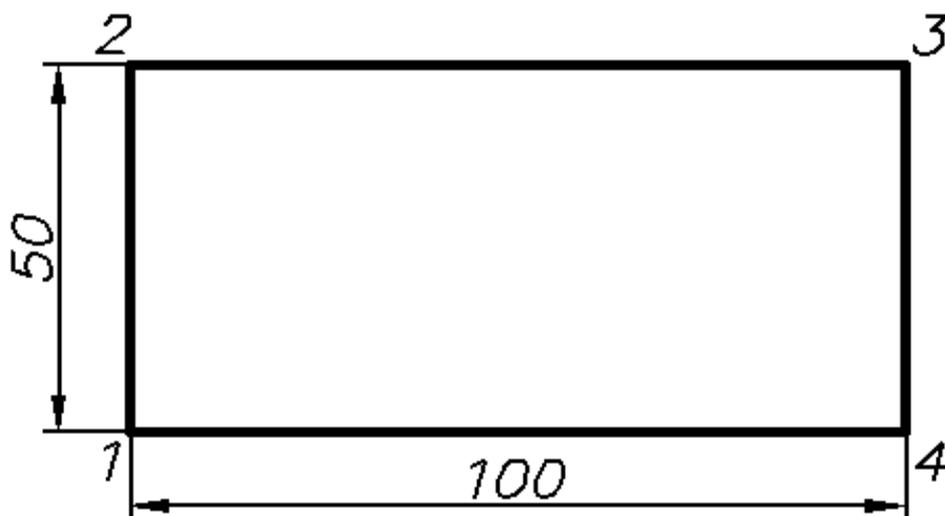


Рис. 2.2. Исходные данные к упражнению 1

Упражнение 2. Построить треугольник, задавая вершины в относительных координатах (рис. 2.3).

Запросы системы – аналогичны приведенным выше.

Команда:

Отрезок Первая точка: $50,120$

Следующая точка или [Отменить]: $@0,50$

Следующая точка или [Отменить]: $@100,-50$

Следующая точка или [Замкнуть/ Отменить]: 3

Команда:

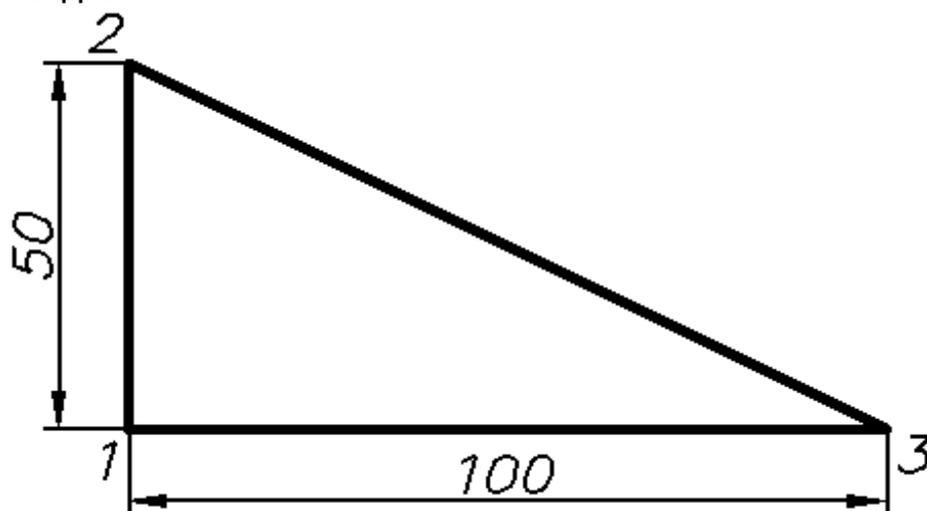


Рис. 2.3. Исходные данные к упражнению 2

Упражнение 3. Построить равносторонний треугольник, задавая вершины в относительных полярных координатах (рис. 2.4).

Команда:

ОТРЕЗОК Первая точка: $180,50$

Следующая точка или [Отменить]: $@80 < 60$

Следующая точка или [Отменить]: $@80 < -60$

Следующая точка или [Замкнуть/ Отменить]: 3

Команда:

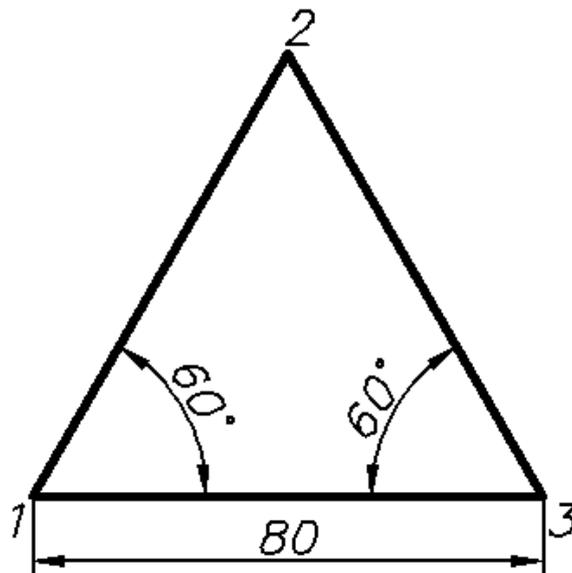


Рис. 2.4. Исходные данные к упражнению 3

2.4. Удаление объектов

Рассмотрим команды выбора объектов и их удаления.

Команда СТЕПЕТЬ (ERASE).



Стереть
(Erase)



Команда предназначена для удаления объектов.

Алгоритм исполнения команды: вызвать команду на исполнение, выбрать объекты для удаления, нажать <Enter> для завершения команды.

2.5. Выбор объектов

Для выполнения любой команды редактирования нужно выбрать те объекты, над которыми будет выполняться редактирование.

Есть несколько способов выбрать объект:

- прямым указанием на объект, т.е. подвести курсор к наменченному объекту и щелкнуть по нему левой кнопкой мыши;
- рамкой – растягивая ее слева направо. При этом будут выбраны объекты, которые полностью попали в рамку;¹
- секущей рамкой – растягивая ее справа налево. При этом будут выбраны объекты, которые находятся внутри рамки и пересекают контур рамки.¹

Упражнение 4. Выполнить построения всех фигур из прил. 1.

Способ указания координат учащийся выбирает сам в зависимости от удобства выбора в конкретной ситуации.

¹ Рамка появится при условии, что первая точка указывается не на объекте.

3. Создание изображений с использованием базовых графических примитивов

Чертежи в AutoCAD выполняются с помощью графических примитивов, таких как отрезок, окружность, многоугольник, дуга и др. Команды создания графических примитивов содержатся в меню панели управления *ЧЕРЧЕНИЕ (DRAW)*.

3.1. Команды построения (продолжение)

Команда КРУГ (CIRCLE)



Круг
(Circle)



Команда предназначена для построения окружности.

В AutoCAD предусмотрено шесть способов построения окружности:

- по точке центра и радиусу (на этот способ система настроена по умолчанию, т.е. никаких опций задавать не нужно);
- по точке центра и диаметру;
- по двум точкам, лежащим на диаметре;
- по трем точкам, лежащим на диаметре;
- по двум касательным и радиусу;
- по трем касательным.

Опции команды:

Диаметр (Diameter) – диаметр;

2 Точки (2 Point) – по двум точкам;

3 Точки (3 Point) – по трем точкам;

2 точки касания, радиус (Tan, tan, radius) – две точки касания, радиус;

3 точки касания (Tan, tan, tan) – по трем касательным.

Для выбора соответствующей опции достаточно ввести первую (реже первую и вторую) букву ее наименования (выделено прописным начертанием).

Последовательность запросов по умолчанию: указать точку центра окружности, ввести значение радиуса.

Последовательность запросов при выборе опции Диаметр (Diameter): указать точку центра окружности, выбрать опцию [Д/ D] <Enter>, ввести значение диаметра.

Последовательность запросов при выборе опции 2 Точки (2 Point): ввести опцию [2Т/ 2Р] <Enter>, указать первую конечную точку на диаметре круга, указать вторую конечную точку на диаметре круга.

Последовательность запросов при выборе опции 3 Точки (3 Point): ввести опцию [3Т/ 3Р] <Enter>, указать последовательно первую, вторую и третью точку на диаметре круга.

Последовательность запросов при выборе опции 2 точки касания, радиус (Tan, tan, radius): ввести опцию [ККР/ ТТР] <Enter>, указать точку на объекте задающую первую касательную, указать точку на объекте задающую вторую касательную, задать радиус круга.

Последовательность запросов при выборе опции 3 точки касания (Tan, tan, tan): ввести опцию [ККК/ ТТТ] <Enter>, указать первую точку (касательную к объекту), указать вторую точку (касательную к объекту), указать третью точку (касательную к объекту).

При вызове данной команды из основного Меню панели управления все возможные способы выделены в отдельный пункт дополнительного падающего меню.

Команда МНОГОУГОЛЬНИК (POLYGON)



Мн-угол
(Polygon)

Команда предназначена для построения правильного многоугольника, у которого все стороны и углы равны.

Главным свойством правильного многоугольника является то, что он всегда вписывается в окружность или описывается вокруг нее.

Существуют два способа построения многоугольников:

- по длине и расположению «нижней» стороны;
- по точке центра и радиусу вписанной или описанной окружности.

Общим для обоих способов параметром является число сторон многоугольника (от 3 до 1024) – оно задается с самого начала.

Опции команды:

Сторона (Edge) – по длине стороны;

Вписанный (Inscribed) – вписанный многоугольник;

Описанный (Circumscribed) – описанный многоугольник.

Последовательность запросов по умолчанию: задать число сторон многоугольника, указать центр окружности, ввести опцию вписанный в окружность [В/ I] или описанный вокруг окружности [О/ С] <Enter>, задать радиус окружности.

Последовательность запросов при выборе опции Сторона (Edge): ввести опцию [С/ E], задать число сторон, указать первую конечную точку стороны многоугольника, указать вторую конечную точку стороны многоугольника.

Нижняя сторона всегда расположена вдоль оси ОХ – по умолчанию. Ориентировать многоугольник можно, вращая курсор вокруг его центра.

Команда ДУГА (ARC)



Дуга
(ARC)



Команда предназначена для построения дуги.

В AutoCAD предусмотрено 11 способов построения одной и той же дуги. Эти способы отображаются в меню панели управления *РИСОВАТЬ (DRAW)/ ДУГА (ARC)* (рис. 3.1). Из этого множества способов пользователю каждый раз необходимо выбрать один, наиболее подходящий.

Для команды построения дуги нет четкого алгоритма исполнения. Здесь нужно внимательно смотреть в командную строку и четко знать, какие параметры дуги заданы.

Опции команды:

3 точки (3 Point) – три точки дуги, не лежащие на одной прямой;

Начало (Start) – начальная точка дуги;

Центр (CEnter) – точка центра дуги;

Конец (ENd) – конечная точка дуги;

Угол (Angle) – значение центрального угла дуги;

Длина (Length) – длина хорды;

Направление (Direction) – начальное направление дуги;

Радиус (Radius) – длина радиуса дуги;

Продолжение (Continue) – продолжение отрезка или дуги.

АС строит дугу против часовой стрелки. Если вы строите дугу по опции <начало, конец, направление>, то дугу можно строить и в ту и в другую сторону, т.к. вы задаете направление.

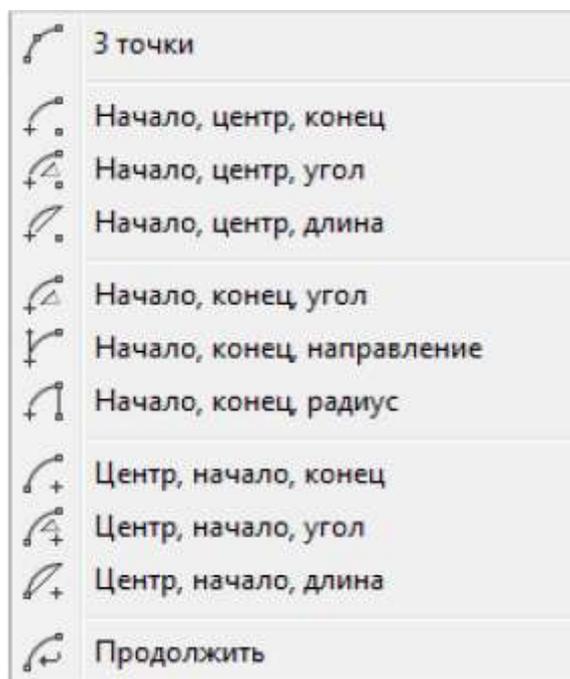


Рис. 3.1. Варианты построения Дуги (ARC)

3.2. Текущие режимы объектной привязки

В процессе работы можно использовать режимы объектных привязок для однократного применения (рис. 3.2), или задать несколько текущих режимов объектной привязки (рис. 1.14), которые будут автоматически отслеживаться при работе.

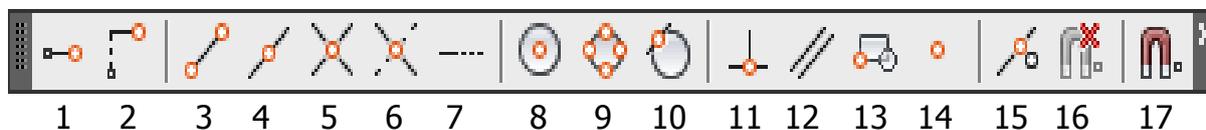


Рис. 3.2. Панель инструментов объектной привязки с нумерацией кнопок

На рис. 3.2. пронумерованы кнопки основных режимов объектной привязки со следующими характерными точками: 1, 2 – смещенная от заданной по направлению или координатам; 3 – конечная; 4 – средняя; 5 – точка пересечения; 6 – кажущееся пересечение; 7 – продолжение объекта, 8 – центр окружности; 9 – точки квадрантов; 10 – точка касания; 11 – точка основания перпендикуляра;

12 – привязка к точке на линии, параллельной указанной стороне объекта; 13 – точка вставки блока; 14 – привязка к объекту «точка»; 15 – ближайшая к курсору; 16 – однократное отключение режимов объектной привязки; 17 – установка текущих режимов объектной привязки, которые будут отслеживаться постоянно.

Включение и отключение режима объектной привязки выполняется кнопкой «Привязка» («OSNAP») в строке состояния или с помощью клавиши <F3>.

Функции объектной привязки выполняются только в ходе выполнения какой-либо команды. Желательно изображение при этом делать крупнее.

Механизм объектной привязки активизируется всякий раз, когда AutoCAD запрашивает координаты точки (рис. 3.3). Отрезок 1–2 построен с использованием привязок «середина» и «центр». Отрезок 1–3 построен с использованием привязок «середина» и «касательная».

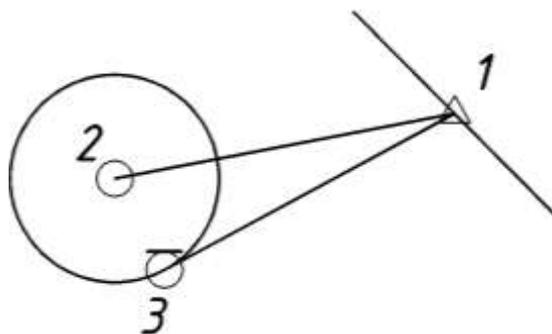


Рис. 3.3. Пример использования объектных привязок.

3.3. Способы управления изображением на экране

Команды зумирования (рис. 3.4) и панорамирования (рис. 3.5) расположены в меню панели управления *ВИД (VIEW)*.

Из всех приведенных команд масштабирования наиболее удобными для практического применения являются следующие:

Предыдущий (Previous) – восстанавливает предыдущий вид чертежа;

Рамка (Window) – отображает на весь экран область чертежа, очерченного прямоугольной рамкой;

Все (All) – отображение всей области заданного формата чертежа;

Границы (Extents) – отображение области, которая содержит все примитивы чертежа;

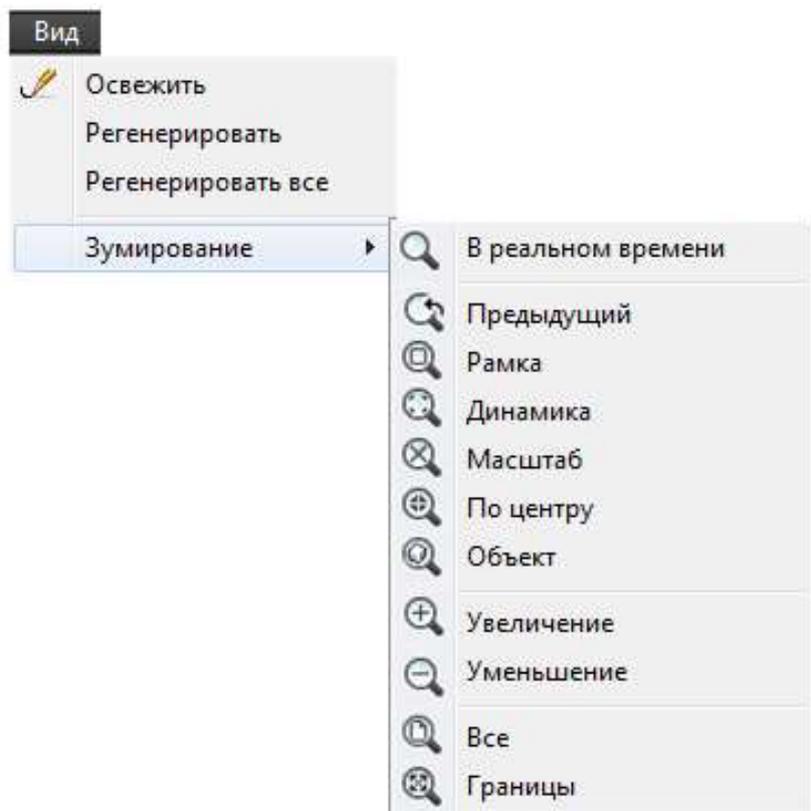


Рис. 3.4. Команды Зумирования меню панели управления Вид (View)

Команда *Регенерировать (Regen)* – обеспечивает регенерацию всего изображения и перерисовку текущего видового экрана.

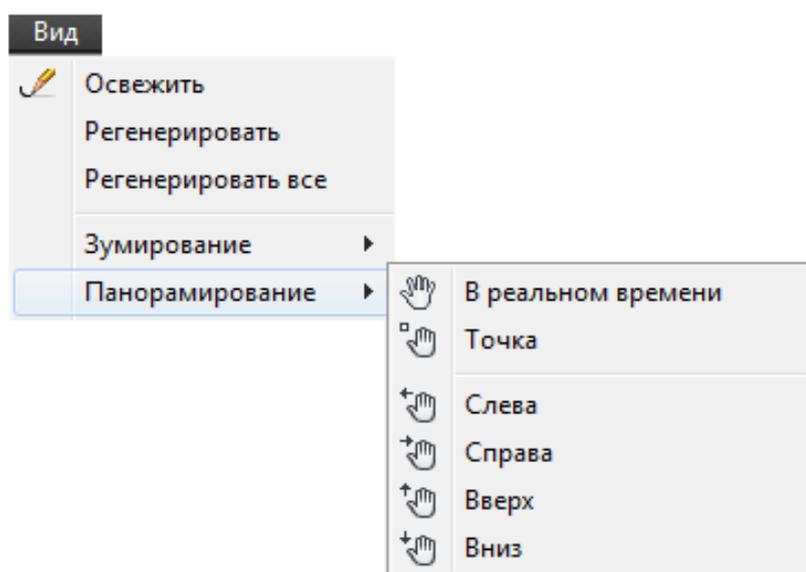


Рис. 3.5. Команды Панорамирования меню панели управления Вид (View)

Упражнение 1. Выполнить построения, приведенные на рис. 3.6.

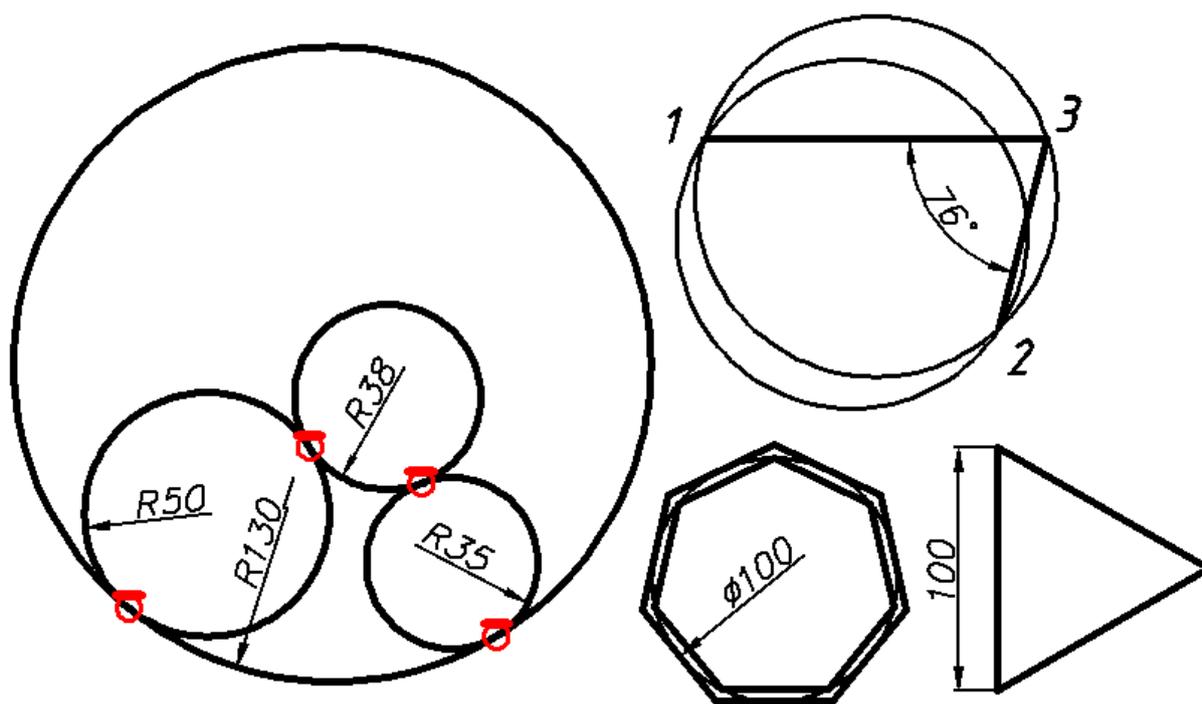


Рис. 3.6. Графические иллюстрации к упражнению 1

1. Построить окружность радиусом 50 мм с центром в точке (50, 100) [по умолчанию].
2. Построить окружность диаметром 70 мм с центром в точке (150, 80) (команда Круг (Circle), опция [Д/ D]).
3. Построить сопряжения окружностей, построенных в пункте 1 и пункте 2:
 - внешнее сопряжение радиусом 38 мм (команда Круг (Circle), опция [ККР/ Ttr]);
 - внутреннее сопряжение радиусом 130 мм (команда Круг (Circle), опция [ККР/ Ttr]).
4. Построить два отрезка произвольной длины под углом 76°.
5. Построить окружность:
 - по двум точкам на заданных отрезках, построенных в пункте 4 (команда Круг (Circle), опция [2Т/ 2Р]);
 - построить окружность по трем точкам на заданных отрезках, построенных в пункте 4 (команда Круг (Circle), опция [3Т/ 3Р]).
6. Построить окружность диаметром 100.
7. Построить правильный 7-ми угольник:
 - вписанный в окружность диаметром 100 мм, построенной в пункте 7 (команда Многоугольник (Polygon), опция [В/ I]);

– описанный вокруг окружности диаметром 100 мм, построенной в пункте 7 (команда Многоугольник (Polygon), опция [O/ C]).

8. Построить равносторонний треугольник со стороной 100 мм, чтобы «левая сторона» располагалась вдоль оси OY (команда Многоугольник (Polygon), опция [C/ E]).

Упражнение 2. Выполнить построения на рис. 3.7. в указанной последовательности, используя требуемые режимы объектных привязок.

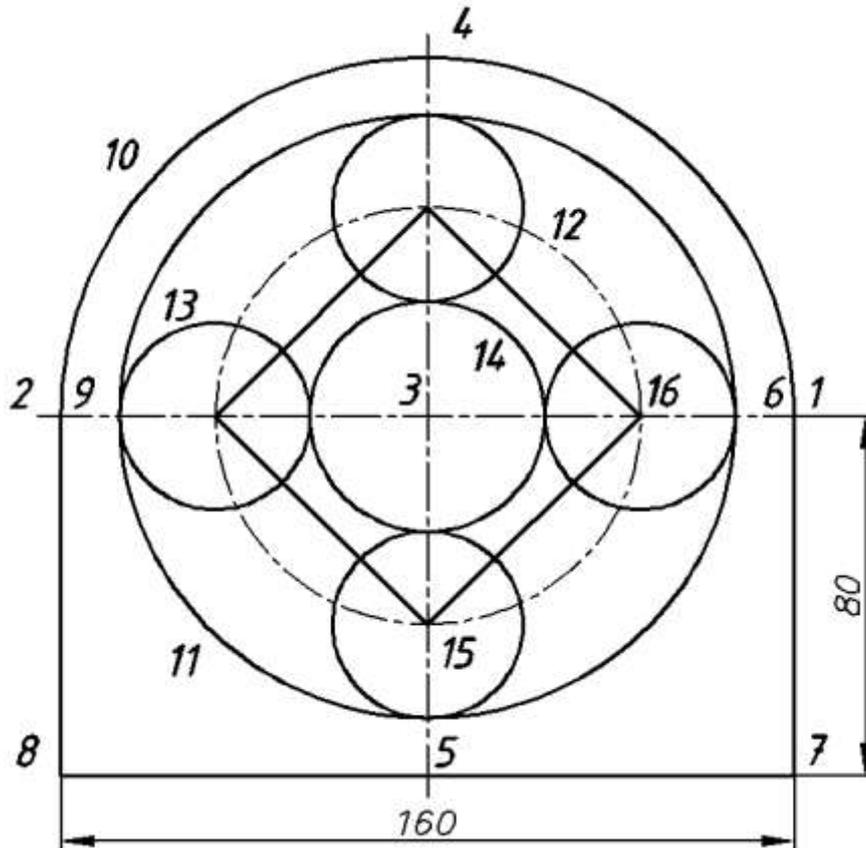


Рис. 3.7. Графические иллюстрации к упражнению 2

Провести осевую линию 1–2 длиной 170 мм, из центра этой линии провести ось 3–4. Удлинить ось 3–4 вниз на 85 мм. Провести отрезок 6–7 из точки, отстоящей от точки 1 на 5 мм, затем – отрезки 7–8–9. Построить дугу 10, окружности 11 и 12 (разными типами линий, произвольных радиусов), четыре окружности 13, окружность 14. Построить квадрат по точкам стороны 15 и 16.

Упражнение 3. Выполнить построения фигур из прил. 2.

Провести отрезки через характерные точки отрезков, окружностей, дуг, многоугольников, используя все типы объектных привязок.

4. Проекционное черчение средствами компьютерной графики

При создании необходимых проекций объекта используются широкие возможности компьютерной графики. В отличие от методов начертательной геометрии соответствия координат детали на разных проекциях добиваются копированием, поворотом, подобием объектов, удлинением исходных линий, вспомогательными построениями и другими эффективными средствами, которые рассматриваются в данном разделе.

4.1. Слой чертежа

Графические построения в среде AutoCAD как правило группируются по слоям. Слой удобно представить как виртуальную абсолютно прозрачную кальку (пленку), на которой нанесена часть изображения (в наших примерах – вспомогательные построения, оси, контур, невидимые линии и др.).

Для создания нового слоя (изменения настроек существующего слоя) вызовите из меню панели управления *ФОРМАТ (FORMAT)/СЛОЙ (LAYER)* диалоговое окно *Диспетчер свойств слоев (Layer properties manager)* (рис. 4.1) или нажмите на специальный знак  на панели *Слой (Layer)* (рис. 4.2).

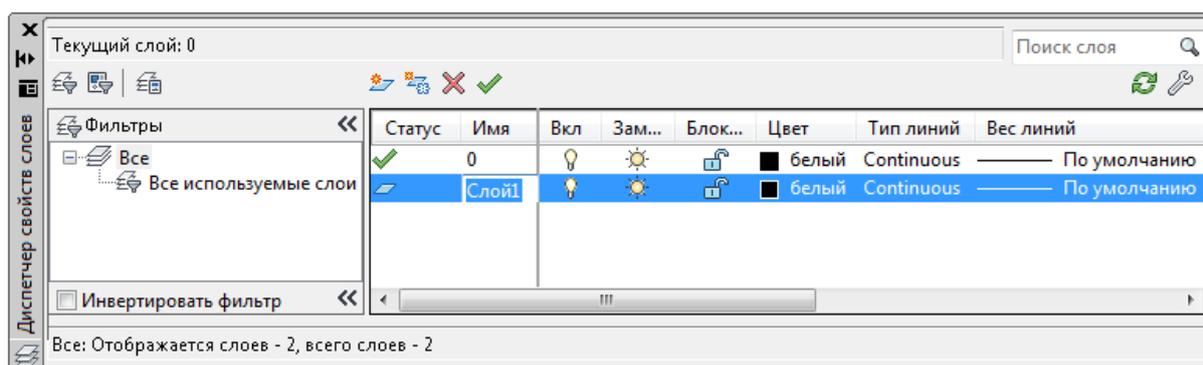


Рис. 4.1. Диалоговое окно Диспетчер свойств слоев

В новом чертеже по умолчанию имеется слой с именем 0, которому присваивается цвет белый (на экране – черный) и тип линии Сплошная (Continuous). Слой 0 не может быть удален и переименован.

Выбор текущего слоя производится из окна панели *Слой (Layer)* (рис. 4.2).

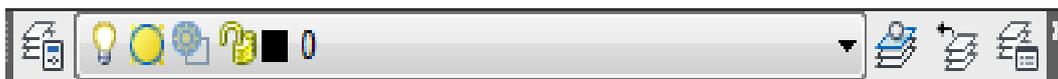


Рис. 4.2. Инструментальная панель Слои (Layer)

4.2. Вес линий

Вес линий позволяет получить тонкие и толстые линии, что полезно при оформлении чертежей (построение разрезов и сечений, нанесение размеров, засечек, отображение различий в деталях).

Для отображения линий по весам следует включить кнопку «ВЕС» («LWT») в строке состояния. Если установлен текущий вес линий *Послою*, то все создаваемые объекты используют вес линий, присвоенный текущему слою.

4.3. Типы линий (рис. 4.3)

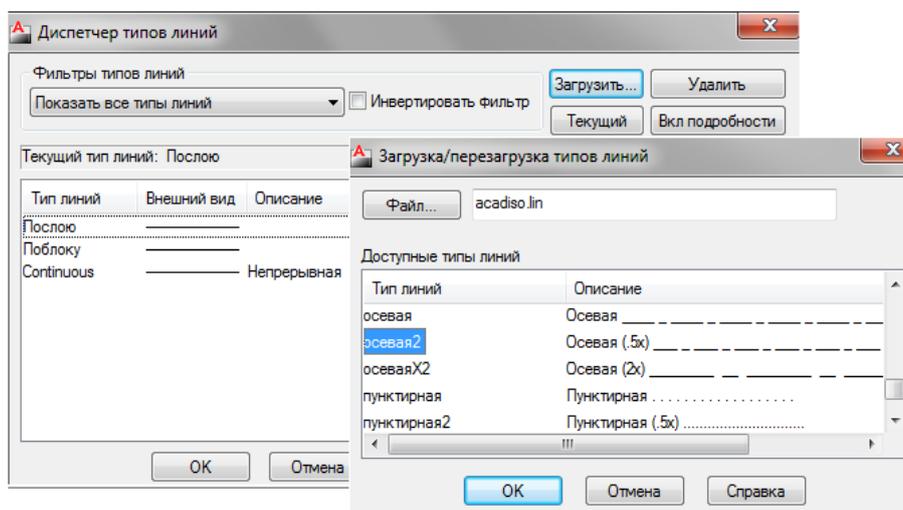


Рис. 4.3. Диалоговое окно Загрузка/ Перезагрузка типов линий (Load or Reload Linetype)

Для получения конструкторской документации в основном используется: основная толстая – *Сплошная (Continuous)*; основная тонкая – *Сплошная (Continuous)*; штриховая – *Штриховая 2 (dashed 2)*; штрих-пунктирная – *Осевая 2 (center 2)*.

Для загрузки в чертеж новых типов линий необходимо вызвать диалоговое окно *Диспетчер типов линий (Linetype Manager)*, щелкнуть

кнопку «Загрузить» («Load») и в диалоговом окне *Загрузка/ Перезагрузка типов линий (Load or Reload Linetype)* (рис. 4.3) выбрать требуемый тип линии. После нажатия кнопки «Ок» выбранные типы линий отобразятся в списке диалогового окна *Диспетчер типов линий (Linetype Manager)* и в списке *Типы линий (Linetype Control)* назначить нужный тип линии по слоям, нажать кнопку «Ок».

4.4. Команды редактирования объектов (рис. 4.4)

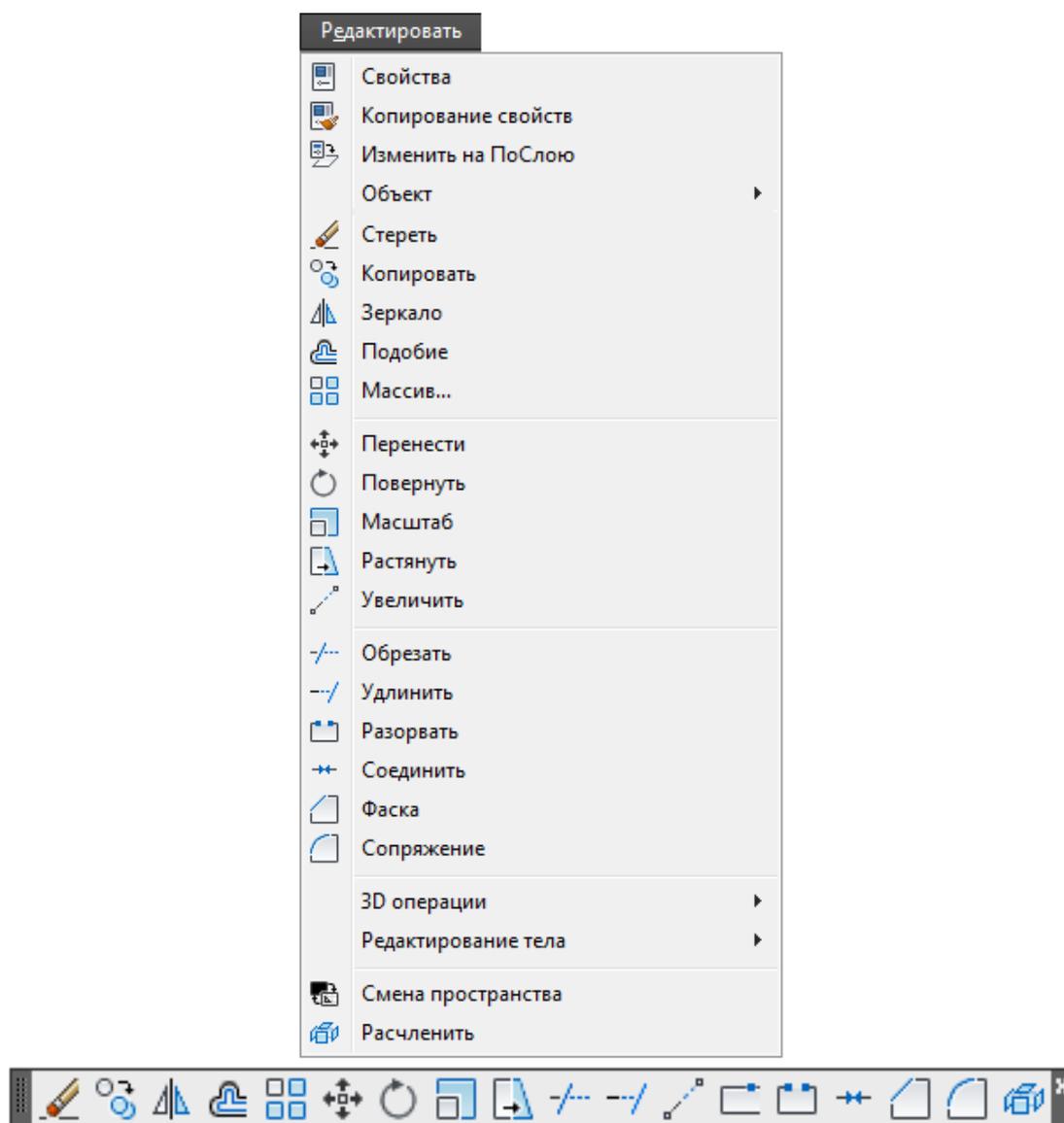


Рис. 4.4. Команды меню панели управления Редактировать (вверху) и панель инструментов Редактировать (внизу)

Редактирование – это изменение уже существующего объекта. Команды редактирования вызываются из меню панели управления

РЕДАКТИРОВАТЬ (MODIFY) или посредством кнопок панелей инструментов *Редактировать (Modify)* (рис. 4.4).

Ниже рассматриваются основные команды редактирования.

Команда КОПИРОВАТЬ (COPY)



Копировать
(Copy)

Команда позволяет за один вызов создавать несколько копий объектов

Опции команды:

Перемещение (Displacement) – позволяет указать перемещение (координаты точки, которые будут служить значениями перемещения выбранных объектов по осям X и Y);

реЖим (mOde) – задает режимы копирования:

Несколько (Multiple) – многократное копирование;

Один (Single) – одноразовое копирование.

Последовательность запросов по умолчанию: выбрать объекты, нажать клавишу <Enter> для подтверждения окончания выбора объектов, указать базовую точку (точка, относительно которой рассматривается группа выбранных объектов), указать новое положение базовой точки вместе с группой выбранных объектов.

Команда ПОДОБИЕ (OFFSET)



Подобие
(Offset)

Команда обеспечивает построение примитива подобного существующему примитиву на заданном смещении или проходящего через заданную точку с сохранением ориентации оригинала

Опции команды:

Удалить (Erase) – определяет, следует ли удалить исходный объект;

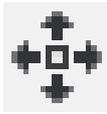
Слой (Layer) – назначение слоя для создаваемого объекта (текущий слой или слой на котором расположен исходный объект);

Несколько (Multiple) – создание нескольких подобных объектов.

Алгоритм исполнения команды: задать значение смещения, выбрать объект для смещения, указать точку (мышью), определяющую сторону смещения, нажать <Enter> для завершения команды.

Команда может быть применена только к одному примитиву.

Команда ПЕРЕНЕСТИ (MOVE)



Перенести
(Move)

Команда обеспечивает перенос одного или нескольких выделенных объектов в новое положение без изменения их ориентации или размера

Последовательность запросов и действий команды Перенести (Move) идентична запросам и действиям команды Копировать (Copy).

Команда ПОВЕРНУТЬ (ROTATE)



Повернуть
(Rotate)

Команда предназначена для поворота выбранных объектов относительно базовой точки на заданный угол

Алгоритм исполнения команды: выбрать объекты, нажать клавишу <Enter> для подтверждения окончания выбора объектов, указать базовую точку (точка, которая остается неподвижной при вращении), ввести угол поворота объекта в градусах.

Команда ОБРЕЗАТЬ (TRIM)



Обрезать
(Trim)

Команда позволяет обрезать и удалять с чертежа лишние части примитивов

Алгоритм исполнения команды: указать объекты – границы обрезки, нажать клавишу <Enter> для подтверждения окончания выбора объектов, указать обрезаемый объект (сколько угодно раз), выход – <Esc>.

Команда УДЛИНИТЬ (EXTEND)

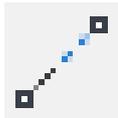


Удлинить
(Extend)

Команда позволяет удлинять и растягивать объекты до границы

Последовательность запросов и действий команды Удлинить (Extend) идентична запросам и действиям команды Обрезать (Trim).

Команда УВЕЛИЧИТЬ (LENGTHEN)



Увеличить
(Lengthen)

Команда предназначена для изменения длины и центрального угла следующих объектов: дуга, эллиптическая дуга, отрезок, незамкнутая полилиния, незамкнутый сплайн

Опции команды:

Дельта (DElta) – указывается величина удлинения (числом);

процент (Percent) – указывается новая длина в процентах от старой длины;

Всего (Total) – указывается новая полная длина в линейных или угловых единицах;

Динамика (DYnamic) – величина удлинения указывается динамически, т.е. заданием одной точки с помощью мыши, а расстояние до следующей указанной точки становится величиной удлинения.

Алгоритм исполнения команды: вызвать команду на исполнение, выбрать одну из опций команды, ввести численное значение и указать объекты, которые необходимо отредактировать.

Упражнение 1. Построить 3 проекции детали «Стойка» (рис. 4.5, рис. 4.6)

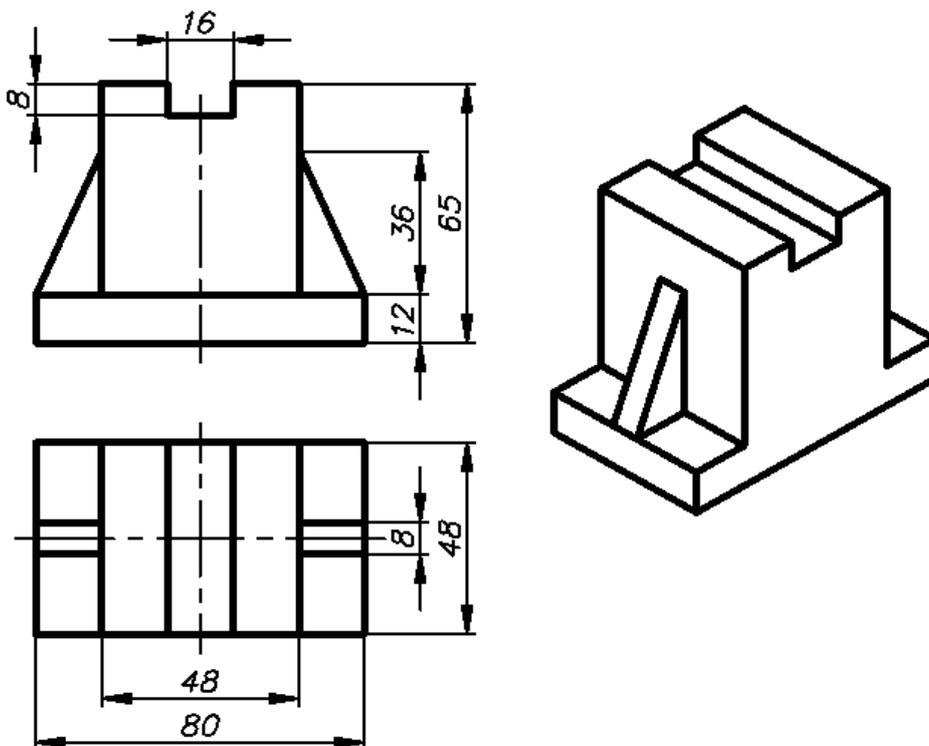


Рис. 4.5. Исходные данные к упражнению

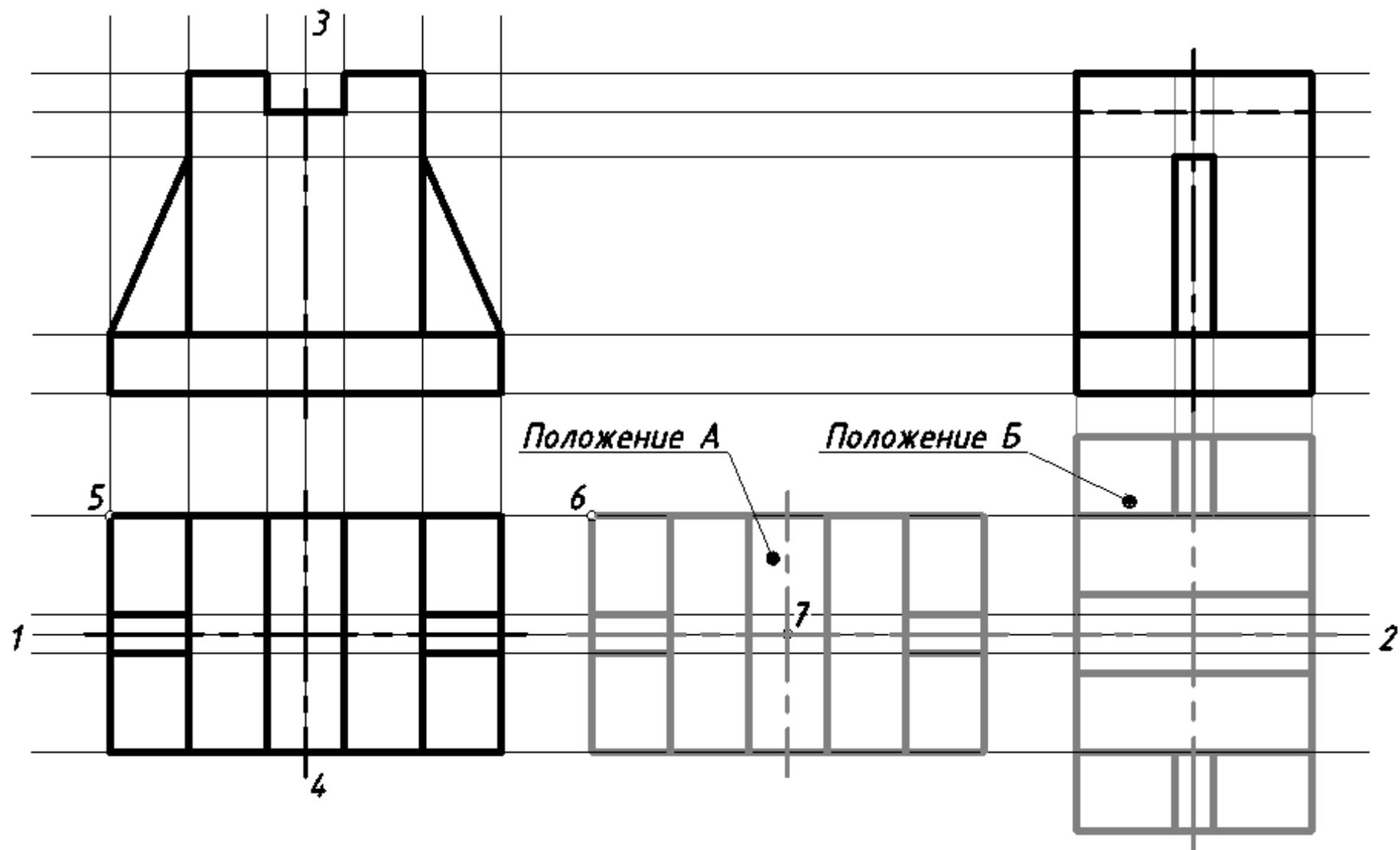


Рис. 4.6. Вспомогательные построения к упражнению

При решении данной задачи прорабатываются следующие вопросы: использование вспомогательных построений; формирование изображений в различных слоях; эффективное использование возможностей изменения положения и дублирования объектов при создании недостающих проекций.

Построения проводим в следующей последовательности.

1. Установим необходимые слои чертежа (табл. 1).

Таблица 1

Название слоев с требуемыми настройками

название слоя	цвет	тип линии	Вес линии
Текст	черный	Continuous (Сплошная)	0,4
Размеры	черный	Continuous (Сплошная)	0,4
Вспомогательный	зеленый	Continuous (Сплошная)	0,0
Контур тонкий	розовый	Continuous (Сплошная)	0,4
Контур толстый	красный	Continuous (Сплошная)	0,8
Невидимый	оранжевый	Штриховая 2 (dashed 2)	0,4
Оси	синий	Осевая 2 (center 2)	0,4

Слои Текст, Размеры Контур тонкий, Оси будут использованы в последующих упражнениях.

2. Установим вспомогательный слой текущим.

3. Построим главный вид и вид сверху в проекционной связи. Анализируя изображение нашей детали, можно сказать, что деталь имеет горизонтальную и вертикальную оси симметрии. Воспользуемся этим при создании вспомогательной сетки.

3.1. Командой *Отрезок (Line)* проведем горизонтальную линию 1–2 и вертикальную линию 3–4 произвольной длины, но не менее ширины заданного формата (рис. 4.6). Горизонтальные и вертикальные линии удобно проводить в режиме ОРТО (ORTHO) (соответствующая кнопка в строке состояния или клавиша <F8>).

3.2. При помощи команды *Подобие (Offset)* создадим вспомогательную сетку (рис. 4.6) в соответствии с размерами, данными на рис. 4.5.

Протокол исполнения команды, для копирования линии 3–4 влево и вправо на расстояние 40 мм, приведен ниже.

Команда: ПОДОБИЕ

Укажите расстояние смещения или [Через/ Удалить/ Слой] <10.0000>: ввести расстояние до подобного объекта 40 <Enter>

Выберите объект для смещения или [Выход/ Отменить] <Выход>: мышью указать объект – линию, проходящую через точки 3–4

Укажите точку, определяющую сторону смещения, или [Выход/ Несколько/ Отменить] <Выход>: сместить курсор влево, щелкнуть левой кнопкой мыши в любом месте чертежа

Выберите объект для смещения или [Выход/ Отменить] <Выход>: снова выбрать курсором линию 3–4

Укажите точку, определяющую сторону смещения, или [Выход/ Несколько/ Отменить] <Выход>: сместить курсор вправо и щелкнуть левой кнопкой мыши

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

Повторным нажатием клавиши <Enter> опять входим в команду *Подобие (Offset)*, меняем расстояние сначала на 8, потом на 24, выбираем исходный объект копирования (линия 3–4) и указываем сторону для смещения (поочередно влево и вправо).

Аналогично с помощью команды *Подобие (Offset)* копируем горизонтальную линию 1–2 сдвигом вверх и вниз на заданные расстояния, согласно рисунку 4.5.

4. Нанесем линии видимого контура.

4.1. Сделаем текущим слой Контур толстый.

4.2. С помощью команды *Отрезок (Line)* обведем главный вид и вид сверху, согласно рисунку 4.5.

5. Нанесем осевые линии.

5.1. Сделаем текущим слой Оси.

5.2. С помощью команды *Отрезок (Line)* проведем осевые линии на виде сверху и главном виде.

6. Построим вид слева.

6.1. С помощью команды *Копировать (Copy)* скопируем вид сверху, в положение А. Протокол исполнения команды приведен ниже.

Команда: КОПИРОВАТЬ

Выберите объекты: Рамкой выбрать все линии вида сверху, <Enter>

Базовая точка или [Перемещение/ режим] <Перемещение>: с помощью объектной привязки «пересечение» указать базовую точку – произвольную на виде сверху (например, точку 5)

Укажите вторую точку или [Выход/ Отменить] <Выход>: указать точку вставки скопированного объекта (например, точку 6), <Enter>

6.2. С помощью команды *Повернуть (Rotate)* повернем скопированный вид (положение А) на 90°, в положение Б. Протокол исполнения команды приведен ниже.

Команда: ПОВЕРНУТЬ Выберите объекты: выбрать рамкой скопированный объект (положение *A*): нажать клавишу <Enter>

Базовая точка: указать базовую точку – центр поворота (точку *7* – точка пересечения осей)

Угол поворота или [Копия/ Опорный угол] <0>: ввести угол поворота *90*

Выбор нового положения объекта при копировании и центра поворота может быть произвольным с учетом требуемого примерного положения вида слева.

6.3. Перенесем повернутое изображение вида слева во вспомогательный слой. Для этого выберем рамкой повернутое изображение и в открывающемся списке Слои (рис. 4.2) выберем слой Вспомогательный.

6.4. С помощью команды *Удлинить (Extend)* удлиним все вертикальные линии повернутого изображения *B* вида сверху. Протокол исполнения команды приведен ниже.

Команда: УДЛИНИТЬ Выберите объекты или <выбрать все>: указать верхнюю горизонтальную линию, проходящую через точку *3*, <Enter>

Выберите удлиняемый (+Shift -- обрезаемый) объект или [Линия/ Секрамка/ Проекция/ Кромка/ Отменить]: в циклическом режиме последовательно указать все удлиняемые линии (пять линий), <Enter>

6.5. С помощью команды *Отрезок (Line)* проведем осевую линию на виде слева.

6.6. Нанесем линии контура вида слева, согласно рисунку 4.5. Предварительно установим текущим слой Контур толстый.

6.7. Нанесем линии невидимого контура на виде слева, согласно рисунку 4.5. Предварительно установим текущим слой Невидимый.

7. Отключим видимость вспомогательного слоя (щелчком по пиктограмме с изображением лампочки в панели инструментов Слои) и проверим корректность выполненных построений.

8. С помощью команды *Увеличь (Lengthen)* удлиним все осевые линии на *5 мм*. Протокол исполнения команды приведен ниже.

Команда: УВЕЛИЧЬ Выберите объект или [Дельта/ процент/ Всего/ ДИнамика]: выбрать опцию Дельта *ДЕ* <Enter>

Приращение длины или [Угол] <0.0000>: ввести величину удлинения *5*

Выберите объект для изменения или [Отменить]: в циклическом режиме последовательно нажимать на все осевые линии с двух сторон, <Enter>

9. Сохраним чертеж под именем «Фамилия_Стойка» – *Файл (File)/ Сохранить как (Save As)* (раздел 1.4, упражнение 2, пункт 8).

Упражнение 2 (индивидуальные варианты). Построить три вида детали по двум заданным с наложением проекционных связей. Сохранить чертеж (вариант выбирается из прил. 3).

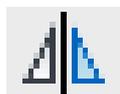
Для того что бы каждый раз при создании нового чертежа не выполнять стандартные настройки параметров чертежа можно открыть ранее созданный чертеж с соответствующими готовыми настройками (лимиты чертежа, объектные привязки, слои и т.п.), удалить все построения и переименовать чертеж под другим именем.

5. Построение криволинейных контуров

Рассматриваются криволинейные симметричные и несимметричные объекты, состоящие из отрезков, окружностей и дуг, имеющие общие касательные. При построениях используются команды вычерчивания сопряжений, окружности по двум точкам касания, создания упорядоченных массивов объектов и др.

Редактирование объектов (продолжение)

Команда ЗЕРКАЛО (MIRROR)



Зеркало
(Mirror)



Создание зеркально-отраженной копии объекта

Опции команды:

Удалить (Erase) – определяет, следует ли удалить исходный объект;

Не удалять (No Erase) – не удалять исходный объект.

Алгоритм исполнения команды: выбрать объекты, нажать клавишу <Enter> для подтверждения окончания выбора объектов, указать первую точку на оси отражения, указать вторую точку на оси отражения, выбрать опцию удалять [Д/ Y] или нет [Н/ N] исходные объекты.

Команда МАССИВ (ARRAY)



Массив
(Array)



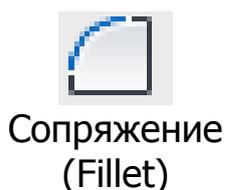
Команда создает несколько копий выбранных объектов, которые располагаются строго определенным образом с некоторой периодичностью

Команда позволяет создавать два типа массивов: *Прямоугольный (Rectangular)* и *Круговой (Polar)*.

Последовательность запросов при создании прямоугольного массива: задать количество рядов, задать количество столбцов, задать расстояние между рядами, задать расстояние между столбцами, задать угол наклона рядов, выбрать объекты, нажать клавишу <Enter> для подтверждения окончания выбора объектов, нажать «Ок».

Последовательность запросов при создании кругового массива: задать точку центра массива, выбрать способ построения массива, задать общее количество элементов, задать угол заполнения окружности, указать – вращать [Д/ Y] или нет [Н/ N] объекты относительно центра массива, выбрать объекты, нажать клавишу <Enter> для подтверждения окончания выбора объектов, нажать «Ок».

Команда СОПРЯЖЕНИЕ (FILLET)



Команда осуществляет скругление отрезков, дуг окружностей и полилиний дугой заданного радиуса

Опции команды:

радиус (Radius) – установка радиуса скругления;

Обрезка (Trim) – позволяет определить обрезать или нет линии до скругления;

Без обрезки (No trim) – не удалять частей объектов до сопряжения.

Алгоритм исполнения команды: вызвать команду на исполнение, настроить параметры сопряжения (установить радиус скругления, выбрать опцию обрезать [О/ T] или нет [Б/ N] линии до скругления), указать объекты, которые необходимо скруглить.

Упражнение 1. Построить изображение кронштейна (рис.6 а), используя команды редактирования.

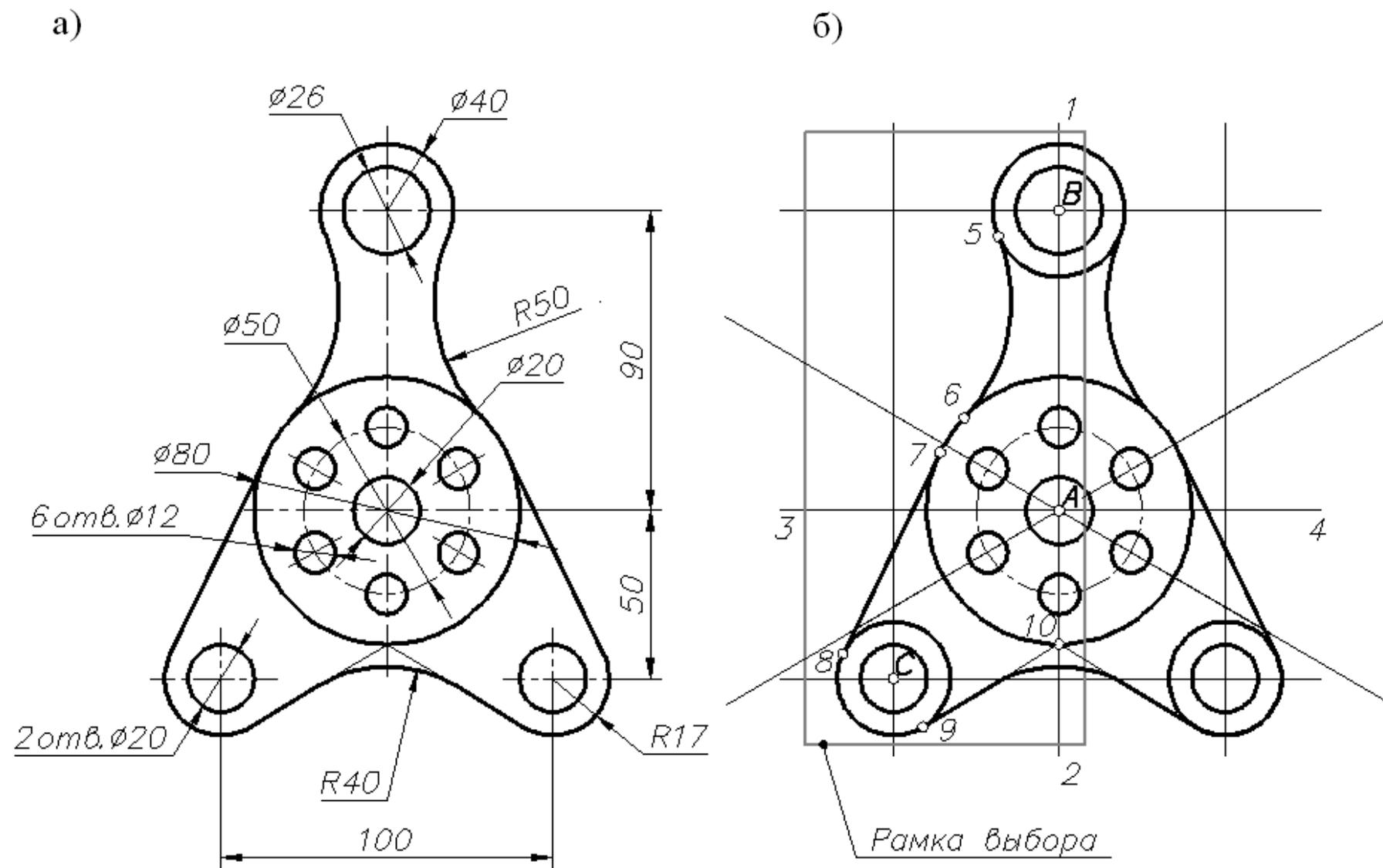


Рис. 6. Исходные данные к упражнению (а) и вспомогательные построения (б)

При решении данной задачи прорабатываются следующие вопросы: построение криволинейных контуров с использованием сопряжений; эффективное построение симметричных объектов; эффективное построение повторяющихся упорядоченных объектов.

Из предварительного анализа геометрии объекта, в частности, следует:

- изображение кронштейна имеет вертикальную ось симметрии;
- имеется 6 окружностей диаметром 12 мм, расположенных с равным интервалом.

Построения проводим в следующей последовательности.

1. Откроем готовый чертеж, например, выполненный ранее «Фамилия_Стойка», удалим изображение детали и сохраним чертеж под новым именем «Фамилия_Кронштейн» – *Файл (File)/ Сохранить как (Save As)*.

2. Создадим вспомогательный каркас с целью упрощения последующих построений.

2.1. Установим вспомогательный слой текущим. С помощью команды *Отрезок (Line)* проведем вертикальную линию (1–2) произвольной длины, но не менее высоты заданного формата, и горизонтальную линию (3–4), которые в пересечении дают точку *A*. Горизонтальные и вертикальные линии удобно проводить в режиме ОРТО (ORTHO) (соответствующая кнопка в строке состояния или клавиша <F8>).

2.2. С помощью команды *Подобие (Offset)* копируем их сдвигом (рис. 6 б). Горизонтальную линию на расстояние 90 мм вверх и на 50 мм вниз. Вертикальную линию влево и вправо на 50 мм.

3. Сделаем текущим слой Контур толстый. С помощью команды *Круг (Circle)* построим окружности $\varnothing 20$, $\varnothing 50$, $\varnothing 80$ (центр точка *A*), $\varnothing 40$, $\varnothing 26$ (центр точка *B*), $\varnothing 20$ и R17 (центр точка *C*) задавая центры с помощью объектной привязки «по пересечению».

4. Сделаем текущим слой Оси. С помощью команды *Круг (Circle)* построим окружности $\varnothing 50$ (центр точка *A*).

5. С помощью команды *Сопряжение (Fillet)* выполним сопряжение окружностей $\varnothing 40$ и $\varnothing 80$ радиусом 50 мм. В общем случае сначала требуется настроить параметры сопряжения (задать радиус 50), а потом указать сопрягаемые объекты (курсором вблизи предполагаемой точки сопряжения). Протокол исполнения команды приведен ниже.

Команда: СОПРЯЖЕНИЕ Текущие настройки: Режим=БЕЗ ОБРЕЗКИ, Радиус сопряжения=0.0000

Выберите первый объект или [Отменить/ полиния/ радиус/ Обрезка/ Несколько]: выбрать опцию диаметр D <Enter>

Радиус сопряжения <0.0000>: ввести значение радиуса 50 <Enter>

Выберите первый объект или [Отменить/ полиния/ радиус/ Обрезка/ Несколько]: указать окружность $\varnothing 40$ (щелкнуть курсором вблизи точки 5)

Выберите второй объект или нажмите клавишу <Shift> при выборе, чтобы создать угол: указать окружность $\varnothing 80$ (щелкнуть курсором вблизи точки 6)

6. Сделаем текущим слой Контур толстый. Построим отрезок 7–8 по привязке «касательная» к окружностям $\varnothing 80$ и $R17$. Протокол исполнения команды приведен ниже.

Команда: ОТРЕЗОК Первая точка: щелкнуть на объектную привязку «касательная»: указать в месте предполагаемого касания (точка 7) на окружности $\varnothing 80$

Следующая точка: щелкнуть на объектную привязку «касательная» (tan к): указать в месте предполагаемого касания (точка 8) на окружности $R17$, <Enter>

7. Построим отрезок 9–10 по привязке касательная к окружности $R17$. Протокол исполнения команды приведен ниже.

Команда: ОТРЕЗОК Первая точка: указать курсором точку 10

Следующая точка: щелкнуть на объектную привязку «касательная» (tan к): указать в месте предполагаемого касания (точка 9) на окружности $R17$, <Enter>

8. С помощью команды *Зеркало (Mirror)* зеркально отобразим относительно оси симметрии левую часть полученного изображения. Рамка выбора объектов условно показана на рис. 6 б. Протокол исполнения команды приведен ниже.

Команда: ЗЕРКАЛО Выберите объекты: выбрать рамкой зеркально копируемые объекты: найдено:5 <Enter>

Первая точка оси отражения: Вторая точка оси отражения: указать первую и вторую точку на оси симметрии – в данном случае с помощью объектной привязки «Пересечение» выбрать точки A и B

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

9. Построим 6 окружностей $\varnothing 12$ мм с осевыми линиями.

9.1. С помощью команды *Круг (Circle)* построим окружность $\varnothing 12$ мм – верхнюю из шести.

9.2. С помощью команды *Массив (Array)* построим повторяющиеся объекты (6 окружностей $\varnothing 12$ и их оси), расположенные равномерно вдоль окружности $\varnothing 50$. Протокол исполнения команды приведен ниже.

Команда: **_МАССИВ**

Указать тип массива – *круговой*

Центр массива: указать точку центра массива – в данном случае с помощью объектной привязки «Пересечение» выбрать точку А

Число элементов: – 6

Угол расположения элементов: – 360 градусов

Выберите объекты: выбрать курсором окружность \emptyset 12 и отрезок 1–2:
найденно: 2, нажать <Enter>

Поворачивать элементы массива? <Да>: нажать «Ок»

10. Сделаем текущим слой Оси. С помощью команды *Отрезок (Line)* и используя привязку «Пересечение» построим поверх вспомогательных линий все осевые, согласно варианта задания (рис 6 а).

11. Удалим лишние части отрезков и дуг окружностей, использованных при вспомогательных построениях, командой *Обрезать (Trim)*. Протокол исполнения команды приведен ниже.

Команда: **ОБРЕЗАТЬ**

Текущие установки: Проекция=ПСК, Кромки=Без продолжения

Выберите режущие кромки: указать режущие кромки – дуга 5–6 и симметричная ей дуга относительно линии 1–2, линии 7–8 и 9–10 и симметричные (относительно линии 1–2) этим отрезкам линии с другой стороны

Выберите объекты или <выбрать все>: найденно: 6, нажать <Enter>

Выберите обрезаемый (+Shift -- удлиняемый) объект или [Линия/ Секрамка/ Проекция/ Кромка/ Удалить/ Отменить]: выбрать подрезаемые дуги окружностей, указав курсором на окружности \emptyset 40 и R17, <Enter>

12. С помощью команды *Сопряжение (Fillet)* выполним сопряжение отрезков радиусом 40 мм. Протокол исполнения команды приведен в пункте 5 данного упражнения.

13. Отключим вспомогательный слой. Удлиним все осевые линии на 5 мм в каждую сторону. Протокол исполнения команды приведен ниже.

Команда: **УВЕЛИЧЬ** Выберите объект или [Дельта/ процент/ Всего/ ДИнамика]: выбрать опцию дельта *ДЕ* <Enter>

Приращение длины или [Угол] <0.0000>: задать величину удлинения 5

Выберите объект для изменения или [Отменить]: курсором щелкаем на концах отрезков всех осевых линий имеющихся на чертеже, тем самым удлиняя их во всех направлениях

Выберите объект для изменения или [Отменить]: <Enter>

14. Сохраним чертеж.

6. Рациональное оформление чертежа

Оформление таких обязательных элементов любого чертежа как угловой штамп с основной надписью средствами компьютерной графики можно выполнить быстро и эффективно.

При решении данной задачи прорабатываются следующие вопросы: закрепление команд редактирования объектов при построении рамки и оформлении основной надписи формата А4; нанесение текстовой информации на чертеже, настройка текстового стиля.

Построения проводим в следующей последовательности.

1. Используем готовые настройки имеющегося чертежа, для чего необходимо открыть файл чертежа с подходящими настройками, удалить все построения и сохранить его под новым именем (например, «Фамилия. Формат А4»).

2. Сделать текущим слой контур тонкий. Построить внешнюю рамку формата с размерами 210x297 (рис. 8.1). Способ указания координат учащийся выбирает сам.

3. Сделать текущим слой контур толстый. Построить внутреннюю рамку с размерами 185x287 (рис. 8.1), отступив от левой нижней точки внешней рамки (точка *A*) по оси *X* – 20 мм и по оси *Y* – 5 мм. Протокол исполнения команды приведен ниже.

Команда: ОТРЕЗОК Первая точка: щелкнуть на объектную привязку «Смещение» («_from Базовая точка»): указать базовую точку *A* (рис. 8.1) <Смещение>: ввести относительные координаты смещения точки в виде @20,5 <Enter>

Следующая точка или [Отменить]: мышью задать направление «вправо» (режим ОРТО включен), задать длину отрезка 185 <Enter>

Следующая точка или [Отменить]: мышью задать направление «вверх», задать длину отрезка 287 <Enter>

Следующая точка или [Замкнуть/ Отменить]: мышью задать направление «влево», задать длину отрезка 185 <Enter>

Следующая точка или [Замкнуть/ Отменить]: 3 <Enter>

4. Построить горизонтальные линии основной надписи.

4.1. Установить вспомогательный слой текущим. Построить верхнюю горизонтальную линию основной надписи, смещенную относительно нижней линии внутренней рамки (точка *B*) на 55 мм. Протокол исполнения команды приведен ниже.

Команда: ОТРЕЗОК Первая точка: щелкнуть на объектную привязку «Смещение» («_from Базовая точка»), указать базовую точку *B* (см. рис. 8.1)
<Смещение>: ввести относительные координаты смещения точки в виде @0,55 <Enter>

Следующая точка или [Отменить]: щелкнуть на объектную привязку «Нормаль» («_per к»), курсором сместиться к правой вертикальной линии внутренней рамки и нажать левой кнопкой мыши на светящемся значке «нормаль»
Следующая точка или [Отменить]: <Enter>

4.2. С помощью команды *Массив (Array)* построить 11 горизонтальных линий, расположенных на расстоянии 5 мм между собой. Протокол исполнения команды приведен ниже.

Команда: МАССИВ

Указать тип массива – *прямоугольный*

Число рядов: 11

Число столбцов: 1

Расстояние между рядами: в данном случае -5, т.к. массив будет построен в направлении, противоположном положительному направлению координатной оси *Y*

Расстояние между столбцами: в данном случае 0, т.к. элементы массива должны быть параллельны друг другу

Угол поворота: 0

Выберите объекты: выбрать курсором предварительно проведенный отрезок длиной 185 мм: найдено: 1<Enter>, для завершения команды нажать «Ок»

5. Построить вертикальные линии основной надписи.

5.1. Построить первую вертикальную линию основной надписи, смещенную относительно базовой точки *C* (рис. 8.1) на 7 мм. Алгоритм исполнения команды идентичен п.4.1 данного упражнения.

5.2. С помощью команды *Копировать (Copy)* или *Подобие (Offset)* построить все остальные вертикальные линии (рис. 8.1).

6. Обвести основную надпись согласно ГОСТ 2.303–68.

6.1. Сделать текущим слой Контур толстый. С помощью команды *Отрезок (Line)* построить поверх вспомогательных линий соответствующие толстые линии углового штампа.

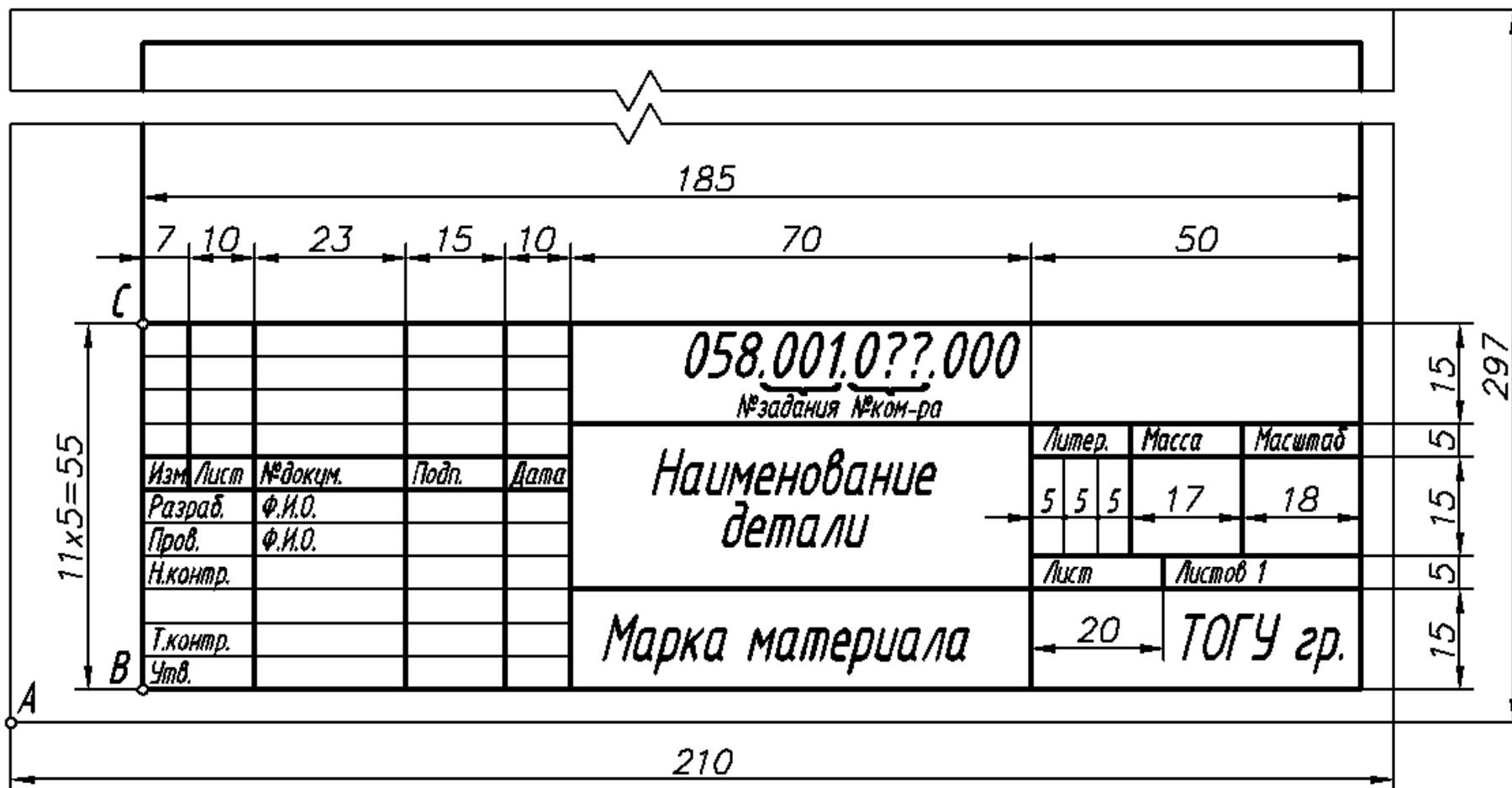


Рис. 8.1. Основная надпись по ГОСТ 2.104-68

6.2. Сделать текущим слой Контур тонкий. С помощью команды *Отрезок (Line)* построить поверх вспомогательных линий соответствующие тонкие линии углового штампа.

6.3. Выключить вспомогательный слой.

7. Сделать текущим слой текст. Заполнить графы основной надписи.

7.1. Выполнить настройку текстового стиля согласно ГОСТ 2.304–81.

Для этого из меню панели управления – *ФОРМАТ (FORMAT)/ СТИЛЬ ТЕКСТА (TEXT STYLE)* вызвать диалоговое окно *Текстовые стили (Text style)* и произвести в нем следующие настройки:

- создать новый стиль *Надписи*;
- в поле «Имя шрифта» выбрать имя шрифта *GOST type A*, при его отсутствии можно использовать *ISOCPEUR*;
- в поле «Угол наклона» установим значение *15*, что соответствует стандартному углу наклона текста;
- в поле «Степень растяжения» установим коэффициент *0.8*;
- в поле «Высота» установим значение *0*, тогда при непосредственном нанесении текста будет запрашиваться необходимая высота;
- для сохранения выполненных настроек нажать кнопку «Применить»;
- для выхода из менеджера стилей нажать кнопку «Заккрыть».

Если в одном чертеже выполняются надписи различными шрифтами, начертаниями и т.д., для каждого случая следует не изменять параметры какого-либо существующего стиля, а создавать новый. Поскольку измерение параметров текстового стиля автоматически применяется ко всем выполненным им надписям.

7.2. Создание однострочной надписи в штампе.

Команда ТЕКСТ (TEXT)



Однострочный динамический текст

Команду на выполнение можно запустить из меню панели управления *РИСОВАТЬ (DRAW)/ ТЕКСТ (TEXT)* выбрав пункт *Однострочный текст (Singl line text)*.

Опции команды:

Стиль – смена текущего стиля (при таком способе смены стиля необходимо точно знать имя стиля – оно пишется в командной строке);

Выравнивание – выравнивание (по умолчанию команда настроена на выравнивание по левому краю, базовая точка располагается внизу – такой опции нет);

7.3. Написать в соответствующем поле основной надписи слово *Разраб.*. Перед этим следует увеличить изображение графы до размеров экрана (рис. 8.2) и временно отключить все объектные привязки. Протокол исполнения команды приведен ниже.



Рис. 8.2. Подготовка к созданию текста

Команда: ТЕКСТ Текущий текстовый стиль: "Надписи" Высота текста: 2.5000 Аннотативный: Нет

Начальная точка текста или [Выравнивание/ Стиль]: указать начальную точку вставки текста (рис. 8.2) предварительно нажав на привязку «ничего»

Высота <2.5000>: ввести высоту текста 3.5 <Enter>

Угол поворота текста <0>: ввести угол наклона строки 0 <Enter>

Ввод текста: ввести текст – *Разраб.*, нажать дважды <Enter> (для завершения ввода текста и для завершения команды)

8. Заполнить все остальные графы основной надписи.

8.1. Для упорядоченной записи текста в графах, т.е. для того, чтобы положение текста относительно рамки графы было одинаковым, там, где это требуется, скопируем слово *Разраб.* в другие соответствующие графы штампа, указывая базовую точку в левом нижнем углу рамки графы (рис. 8.3).

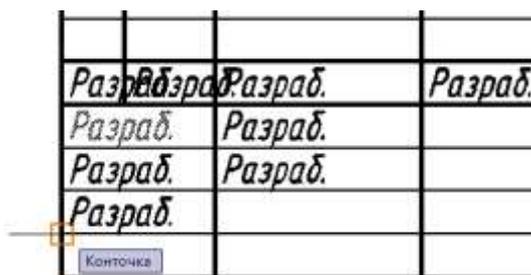


Рис. 8.3. Копирование слова Разраб. с объектной привязкой «конточка»
 6.2. Редактирование содержимого основной надписи.

Команда РЕДТЕКСТ (DDEDIT)



Команду на выполнение можно запустить из меню панели управления *РЕДАКТИРОВАТЬ (EDIT)/ ОБЪЕКТ (OBJECT)/ ТЕКСТ (TEXT)/ РЕДАКТИРОВАТЬ (EDIT)*.

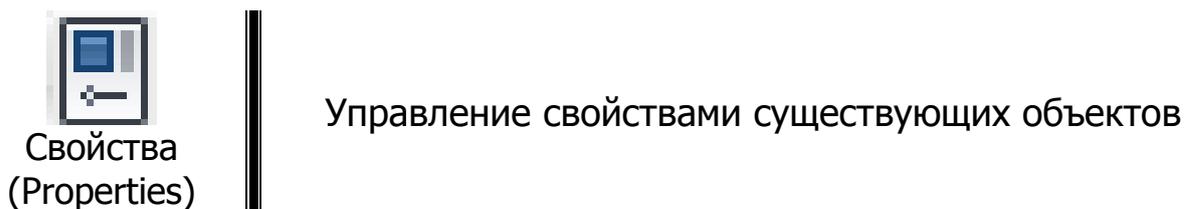
Алгоритм исполнения команды: вызвать команду на исполнение, последовательно указывать объект редактирования и вносить изменения, нажать клавишу <Esc> для выхода из команды.

<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>Разраб.</i>	<i>Разраб.</i>
<i>Разраб.</i>	<i>Разраб.</i>		
<i>Пров.</i>	<i>Разраб.</i>		
<i>Разраб.</i>			

Рис. 8.4. Редактирование текста основной надписи

6.3. Изменение других свойств текста.

Команда СВОЙСТВА (PROPERTIES).



Команду на выполнение можно запустить из меню панели управления *РЕДАКТИРОВАТЬ (EDIT)/ СВОЙСТВА (PROPERTIES)*.

Алгоритм исполнения команды: выбрать объект для редактирования, вызвать команду на исполнение, внести изменения (содержание, высоту, стиль, угол поворота, коэффициент сжатия и т.д.), нажать клавишу <Esc> для выхода из команды.

Используя команду *Свойства (Properties)* изменим высоту текста наименования детали, марки материала, номер чертежа, масштаб

(рис. 8.1) на 7 мм. Если в какие-то поля не помещаются слова, то в поле коэффициент сжатия необходимо установить новое значение.

9. Сохранить изменения в файле.

7. Простановка размеров на чертежах

Рассматриваются вопросы настройки размерного стиля с целью его соответствия действующим стандартам, удобства и наглядности нанесения требуемых размеров на чертеже, команды нанесения размеров и их редактирования.

7.1. Настройка размерного стиля согласно ГОСТ 2.307–68

Для создания нового размерного стиля необходимо в диалоговом окне *Диспетчер размерных стилей (Manager dimension style)*, вызываемом из меню панели управления *ФОРМАТ (FORMAT)/РАЗМЕРНЫЙ СТИЛЬ (DIMENSION STYLE)*, щелкнуть кнопку «Новый» (рис. 9.1), присвоить имя новому стилю, нажать кнопку «Далее» и в появившемся окне (рис. 9.2) выполнить требуемые настройки в соответствии с табл. 2.

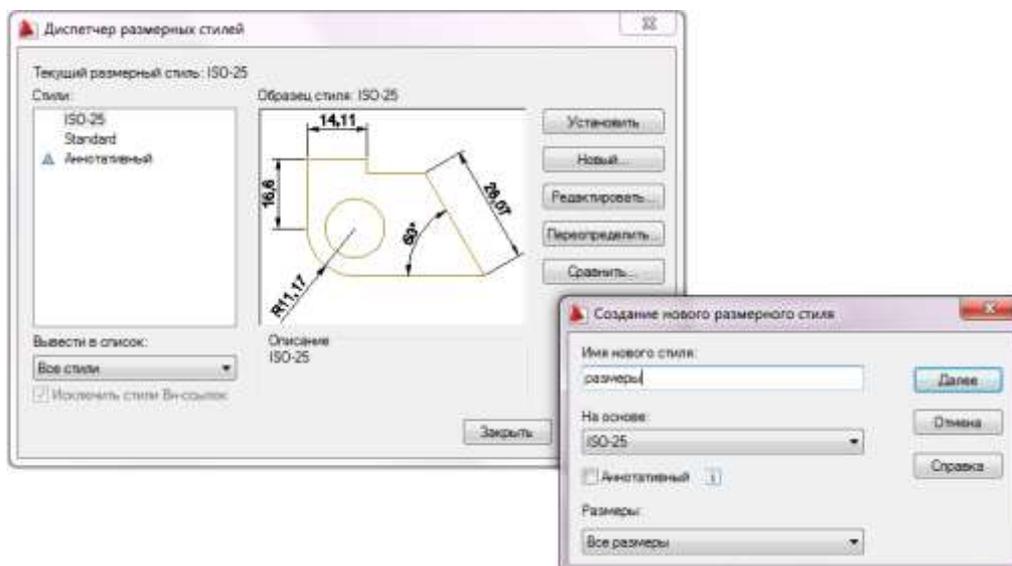


Рис. 7.1. Диалоговое окно установки размерных стилей.

Для сохранения всех выполненных настроек необходимо нажать кнопку «Ок». Выход из менеджера размерных стилей осуществляется по кнопке «Заккрыть», в противном случае настройки не воспринимаются и не сохраняются.

Настройки любого из существующих стилей можно изменить. Для этого следует выделить нужный в списке стиль и щелкнуть кнопку «Изменить». Стандартный стиль изменять не рекомендуется.

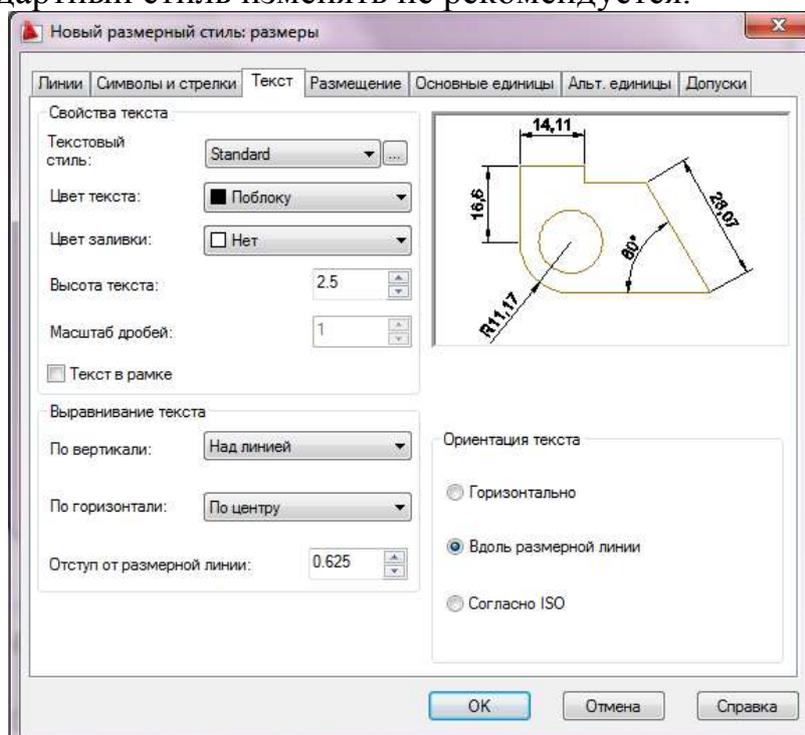


Рис. 7.2. Диалоговое окно Настройка размерного стиля.

Таблица 2

Основные параметры настройки размерного стиля

Закладка	Параметр	Смысловое описание	Значение
Линии	Шаг в базовых размерах	Расстояние между параллельными размерными линиями	8 (мм)
	Удлинение за размерные	Выступ выносной линии за размерную	2 (мм)
	Отступ от объекта	Отступ выносной линии от указанной точки контура	0 (мм)
Символы и стрелки	Стрелки	Форма размерной стрелки	по ГОСТ
	Размер стрелки	Длина стрелки	3,5 (мм)
Текст	Текстовый стиль	Имя нового стиля	Размеры
		Имя шрифта	Simplex
		Степень растяжения	1
		Угол наклона	15
	Высота текста		3,5 (мм)
	Отступ от размерной линии	Расстояние между нижней границей текста и размерной линией	1–1,5 (мм)
Ориентация	Расположение текста относи-	Согласно	

	текста	тельно размерной линии	ISO
Основные единицы	Точность (линейных и угловых измерений)	Количество цифр, указываемых после запятой	0

7.2. Команды простановки размеров

Команды простановки размеров расположены в меню панели управления *РАЗМЕРЫ (DIMENSION)* (рис. 9.3).

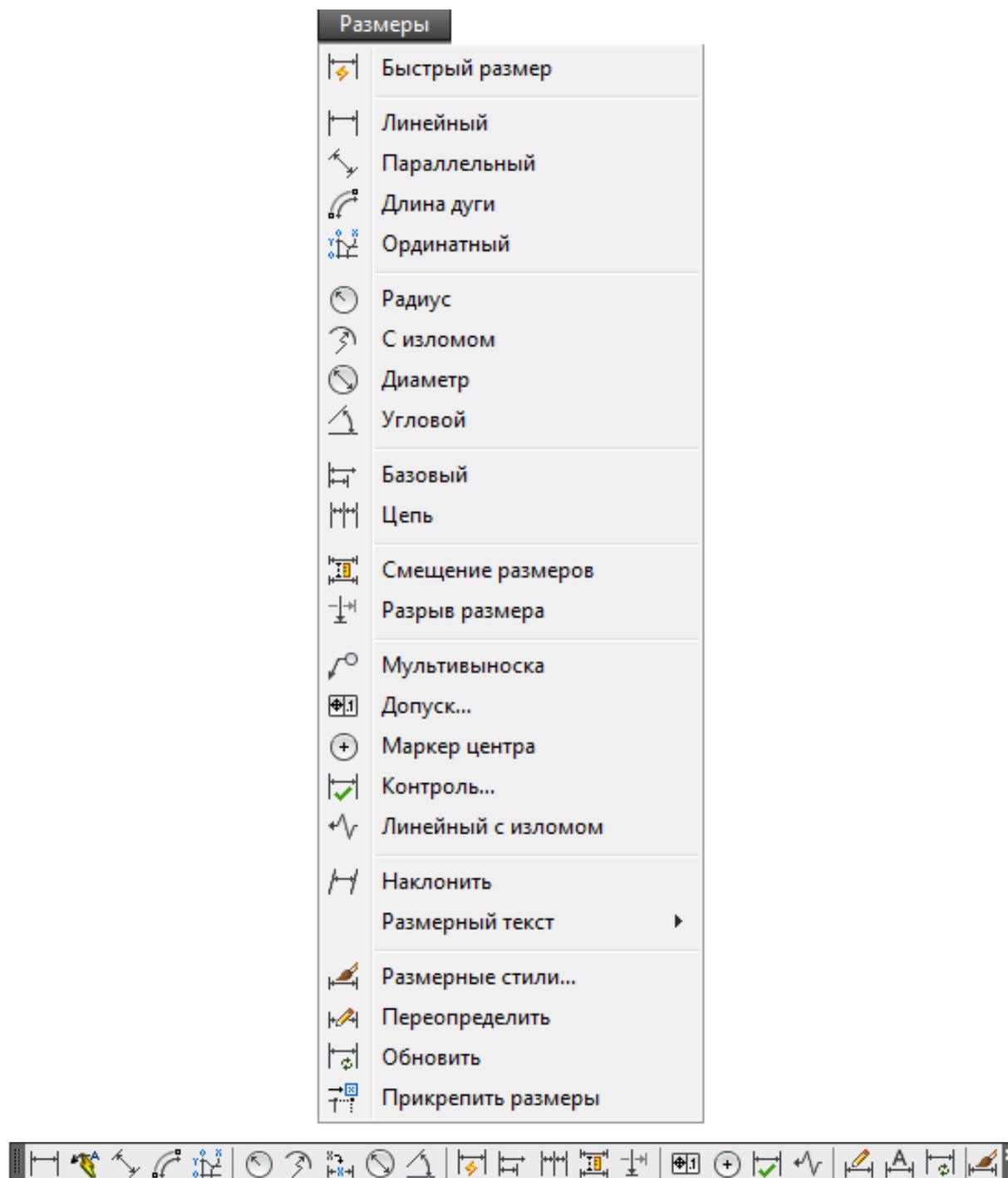


Рис. 7.3. Команды меню панели управления РАЗМЕРЫ (вверху), панель инструментов Размеры (внизу)

Ниже рассматриваются основные команды простановки размеров. Команда ЛИНЕЙНЫЙ (DIMLINEAR)



Опции команды:

Мтекст (Mtext) – позволяет редактировать многострочный размерный текст;

Текст (Text) – позволяет редактировать размерный текст;

Угол (Angle) – позволяет наклонить размерный текст;

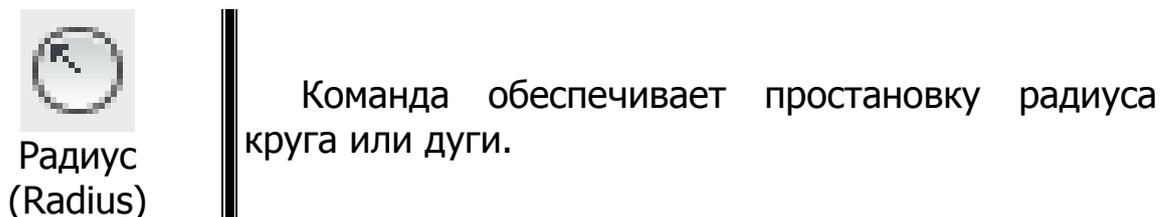
Горизонтальный (Horizontal) – определяет ориентацию размерной линии, как горизонтальную;

Вертикальный (Vertical) – определяет ориентацию размерной линии, как вертикальную;

Повернутый (Rotated) – позволяет задать угол наклона выносных линий.

Алгоритм исполнения команды: вызвать команду на исполнение, указать последовательно первую и вторую конечные точки выносной линии, при необходимости отредактировать текст, его расположение, зафиксировать размер.

Команда РАДИУС (RADIUS)



Алгоритм исполнения команды: вызвать команду на исполнение, указать дугу или круг, при необходимости отредактировать текст, зафиксировать положение размерной линии.

Команда ДИАМЕТР (DIAMETER)



Диаметр
(Diameter)

Команда обеспечивает простановку диаметра круга или дуги.

Алгоритм исполнения команды Диаметр (Diameter) идентичен алгоритму исполнения команды Радиус (Radius).

Команда УГЛОВОЙ (ANGULAR)



Угловой
(Angular)

Команда обеспечивает простановку углового размера между отрезками, как центральные углы дуг, дуговых сегментов полилиний, или части окружности.

Последовательность запросов при определении угла между двумя отрезками: вызвать команду на исполнение, указать мышью последовательно первый и второй отрезок, зафиксировать положение размерной линии.

Команда МУЛЬТИВЫНОСКА (MLEADER)



Мвыноска
(Mleader)

Команда Выноска используется для внесения в чертеж различных пояснений.

Алгоритм исполнения команды: вызвать команду на исполнение, указать местоположение стрелки выноски, указать положение полки выноски, ввести текст.

Стиль выноски не определяется размерным стилем, а настраивается отдельно из сеанса исполнения команды. Следует отметить, что полка выносной линии не пририсовывается пользователем, а строится автоматически по ширине текста.

7.3. Редактирование размеров

Редактировать нанесенные размеры, (изменять их текст, расположение текста и т.п.) можно с помощью специальных команд редактирования размеров, которые находятся в меню панели управления *РАЗМЕРЫ (DIMENSION)* (рис. 9.3) или используя команду *Свойства (Properties)*, через изменение соответствующих свойств.

Ниже рассматриваются основные команды редактирования размеров.

Команда ВЫРАВНИВАНИЕ МУЛЬТИВЫНОСОК (MLEADERALIGN)

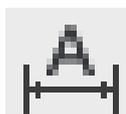


МВЫНОСКАВЫР
(MLEADERALIGN)

Команда используется для выравнивания и разнесения выбранных объектов мультивыносок

Алгоритм исполнения команды: вызвать команду на исполнение, указать мультивыноски, на которые распространяется редактирование, выбрать мультивыноску, по которой будет происходить выравнивание.

Команда РЕДАКТИРОВАТЬ ТЕКСТ (DIMEDIT)



РЗМРЕДТЕКСТ
(DimEdit)

Команда позволяет изменить расположение размерного текста, но не его содержание.

Опции команды:

вЛевое (Left) – прижать текст к левой выносной (размерной стрелке);

вПравое (Right) – прижать текст к правой выносной (размерной стрелке);

Центр (Center) – расположит текст по центру размерной линии;

Угол (Angle) – изменить угол наклона текста;

Вернуть (Home) – возвращает размерный текст в начальное положение.

Алгоритм исполнения команды: вызвать команду на исполнение, выбрать размер для редактирования (без <Enter>), указать новую точку расположения текста или установить нужную опцию.

Команда РЕДАКТИРОВАТЬ РАЗМЕР (DIMTEDIT)



РЗМПРЕД
(DimTedit)

Команда позволяет изменить: размерный текст, угол наклона размерного текста, угол наклона выносных.

Опции команды:

Вернуть (Home) – возвращает первоначальную форму размерного текста;

Новый (New) – позволяет заменить размерный текст другим;

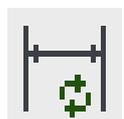
Повернуть (Rotate) – поворачивает размерный текст относительно размерной линии;

наклонить (Oblique) – предназначена для наклона выносных линий.

Алгоритм исполнения команды: вызвать команду на исполнение, установить нужную опцию редактирования размеров, ввести новое значение свойства размера (кроме опции H), выбрать размеры, на которые распространяется редактирование (окончание выбора – <Enter>).

Полученное значение размера отображается в угловых скобках (< >). Для того чтобы изменить или удалить сгенерированное значение размера, нужно удалить угловые скобки, ввести новый размерный текст нажать «Ок». Для задания специальных символов можно использовать управляющие коды. Например, ввод символа диаметра \varnothing в командной строке – %% c, символа угловых градусов – %% d, знак плюс/ минус – %% p, включение/ отключение подчеркивания текста – %% u.

Команда ОБНОВИТЬ РАЗМЕР (UPDATE)



РЗМСТИЛЬ
(UPDATE)

Команда позволяет обновлять размерные объекты в соответствии с текущим размерным стилем.

Алгоритм исполнения команды: вызвать команду на исполнение после переопределения нового размерного стиля, выбрать размеры для редактирования, нажать клавишу <Enter> для подтверждения окончания выбора объектов.

Упражнение. Проставить размеры на ранее выполненных чертежах в упражнениях разделов 4 и 5.

При решении данной задачи прорабатываются следующие вопросы: перемещение графических изображений между файлами; настройка размерного стиля в соответствии с ГОСТ 2.307–68 ЕСКД; особенности простановки линейных, радиальных, диаметральных, угловых, базовых и цепных размеров на чертежах.

Построения проводим в следующей последовательности.

1. Подготовим формат А4 для выполнения рабочих чертежей.

1.1. Откроем файл подготовленного формата А4 чертежа «Фамилия_Формат А4».

1.2. Настроим новый размерный стиль – Размеры.

1.3. Сохраним выполненные настройки.

1.4. Сохраним файл под новым именем, например, «Фамилия_рабочий чертеж 1».

2. Вставим изображение «Кронштейн», выполненное в разделе 5, в подготовленный формат. Пример готового чертежа с нанесенными размерами приведен в приложении 5.

2.1. Откроем работу «Фамилия_Кронштейн».

2.2. С помощью команды *Копировать (Copy)*, вызываемой из меню панели управления *ПРАВКА (EDIT)*, скопируем изображение кронштейна в буфер обмена.

2.3. Перейдем в открытый формат «Фамилия_рабочий чертеж 1».

2.4. Вставим изображение в рамку формата командой *Вставить (Insert)* из меню панели управления *ПРАВКА (EDIT)*. Сохраним файл.

2.5. Закроем формат «Фамилия_Кронштейн» без изменений.

3. Аналогично вставим чертежи других деталей в форматы, отредактируем необходимые графы основной надписи (название, обозначение, масштаб и др.), поставим размеры и сохраним изменения под своими именами.

8. Рабочий чертеж детали

При выполнении рабочих чертежей закрепляются следующие навыки: подготовка графической среды, использование настроек формата, слоев, текстовых и размерных стилей; вставка рамки и основной надписи из файла; вычерчивание детали типа тела вращения; простановка размеров; оформление местных разрезов, штриховка.

Рассмотрим еще несколько новых необходимых команд построения и редактирования.

8.1. Команды построения (продолжение)

Команда СПЛАЙН (SPLINE)



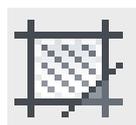
СПЛАЙН
(Spline)

Команда осуществляет построение гладкой кривой, проходящей через указанные точки или вблизи них.

Алгоритм исполнения команды: вызвать команду на исполнение; последовательно указать точки (минимум три), через которые должна проходить кривая линия, для завершения команды необходимо указать направление касательной в начальной и конечной точках (по умолчанию, нажать клавишу <Enter> три раза).

Перед непосредственным построением сплайна рекомендуем отключить режимы ПРИВЯЗКА и ОРТО.

Команда ШТРИХОВКА (HATCH)



ШТРИХОВКА
(Hatch)

Команда осуществляет заполнение штриховкой или сплошной заливкой замкнутую область или выбранный объект.

Алгоритм исполнения команды: вызвать команду на исполнение; выбрать образец штриховки, угол наклона линий штриховки, коэффициент масштабирования штриховки; указать контур, где должна

наноситься штриховка (таких областей может быть сразу несколько: окончание выбора – клавиша <Enter>); щелкнуть кнопку «Ок» для корректного завершения команды.

Штриховку целесообразно выполнять на самом последнем этапе построения изображения – когда нанесены размеры и необходимые надписи. В этом случае, если в штрихуемую область попадает текст – автоматически создается не штрихуемая область вокруг него.

8.2. Команды редактирования объектов (продолжение)

Команда МАСШТАБ (SCALE)



Команда позволяет пропорционально изменять размеры объектов.

Алгоритм исполнения команды: вызвать команду на исполнение, выбрать объекты на которые распространяется редактирование, нажать клавишу <Enter> для подтверждения окончания выбора объектов, указать базовую точку (относительно которой будут изменяться размеры объектов), ввести масштабный коэффициент.

Для увеличения размера необходимо задать значение масштабного коэффициента больше 1, а для уменьшения – меньше 1.

Команда ФАСКА (CHAMFER)



Команда снимает фаску с угла образованного пересечением двух отрезков.

Опции команды:

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

Метод (Method) – позволяет выбрать один из методов задания размеров фаски;

Обрезка (Trim) – позволяет определить обрезать или нет линии до снятия фаски;

Без обрезки (No trim) – не удалять частей объектов до снятия фаски.

Длина (Distance) – установка длин срезания каждой из сторон;

Полилиния (Poliline) – снятие фасок с полилинии.

Алгоритм исполнения команды: вызвать команду на исполнение, настроить параметры снятия фаски, указать объекты для подрезания фаски.

Команда РАСТЯНУТЬ (STRETCH)



Растянуть
(Stretch)

Команда позволяет растянуть или сжать несколько объектов.

Алгоритм исполнения команды: вызвать команду на исполнение, указать растягиваемые объекты текущей рамкой (для окончания выбора нажать клавишу <Enter>), указать базовую точку, задать величину перемещения.

При использовании данной команды объекты можно выбирать только текущей рамкой. При этом все контрольные точки, которые попали внутрь текущей рамки, переносятся на одно и то же расстояние, а те которые не попали – остаются на месте.

Команда РАСЧЛЕНИТЬ (EXPLODE)



Расчленить
(Explode)

Команда позволяет расчленить (разбить) сложные объекты на составляющие элементы, не изменяя при этом геометрию объекта, но удаляя определение блока или полилинии.

Алгоритм исполнения команды: вызвать команду на исполнение, указать объекты на которые распространяется редактирование, нажать клавишу <Enter> для завершения команды.

Упражнение 1. Выполнить Рабочий чертеж детали «шток» (прил. 6), исходные данные приведены в табл. 3

Таблица 3

Варианты заданий к сборочному чертежу

вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
d	44	48	50	53	55	58	60	65	68	71
d₁	8	10	12	10	8	10	12	8	10	12
d₂	10	12	10	12	12	10	12	10	12	10
d₃	35	39	41	44	46	49	51	56	59	62
L	80	90	120	100	85	95	110	80	90	100
в	120	125	165	145	125	135	155	115	130	140

Упражнение 2. Выполнить чертеж детали «поршень» (прил. 7), исходные данные приведены в табл. 3

Упражнение 3. Выполнить чертеж детали «крышка» (прил. 8), исходные данные приведены в табл. 3

Упражнение 4. Выполнить чертеж детали «корпус» (прил. 9), исходные данные приведены в табл. 3

9. Создание сборочного чертежа с использованием готовых рабочих чертежей

При выполнении сборочных чертежей прорабатываются следующие вопросы: «сборка» изображения из составляющих чертежей-фрагментов; создание упрощенного изображения болтового соединения по относительным размерам; оформление сборочного чертежа.

Перемещение графических изображений между файлами возможно:

1. Созданием и вставкой блока (здесь не рассматривается);
2. Через буфер обмена с использованием копирования.

Упражнение. На формате А3 выполнить Сборочный чертеж «Пневмоцилиндр» (прил. 10), используя ранее созданные рабочие чертежи «корпус», «крышка», «шток», «поршень».

Построения проводим в следующей последовательности.

1. Открыть работу «Корпус».
2. При помощи команды *Растянуть (Stretch)* преобразовать формат А4 в формат А3, т.е. создать новый файл необходимого формата.
3. Скопировать главный вид корпуса для построения вида слева. Удалить все размеры и штриховку с вида слева. Сохранить файл под именем «Фамилия_Пневмоцилиндр».
4. Добавить изображение детали «Прокладка».
5. Вставить внешним блоком составляющую часть документа.
 - 5.1. Открыть работу «Крышка». Отключить видимость слоя Размеры.
 - 5.2. С помощью команды *Копировать с базовой точкой (Copy with base point)*, вызываемой из меню панели управления *ПРАВКА (EDIT)*, скопировать изображение крышки в буфер обмена. В качестве базовой точки указать точку 1 (рис. 11.1)
 - 5.3. Перейдем в открытый формат «Фамилия_Пневмоцилиндр».
 - 5.4. С помощью команды *Вставить (Insert)* из меню панели управления *ПРАВКА (EDIT)* вставить изображение крышки. В качестве точки вставки указать точку 2 (рис. 11.1). Точка 2 смещена в осевом направлении от точки 4 на величину толщины прокладки (1–2 мм), предусмотренной между корпусом и крышкой.
6. Выполнить полный разрез крышки в соответствии с приложением 10.

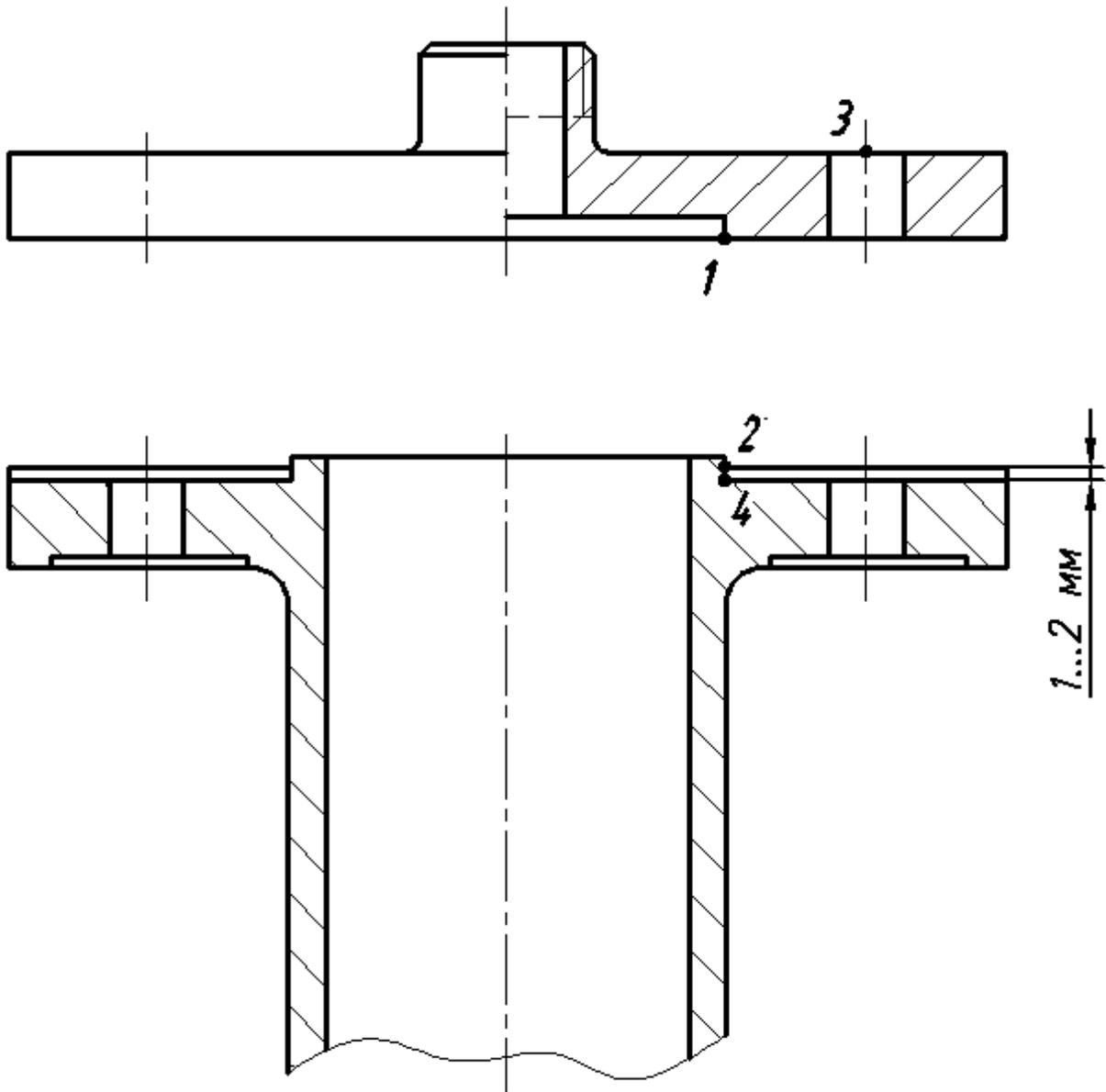


Рис. 11.1. Совмещение изображений корпуса с крышкой

7. Вычертить упрощенное изображение соединения болтом по относительным размерам (рис. 11.2) и перенести его до совмещения с точкой 3 на рис.11.1.

8. С помощью команды *Зеркало (Mirror)* создать зеркально-отраженную копию крышки, прокладки и болтового соединения относительно плоскости симметрии корпуса, которую можно найти, используя объектную привязку «середина».

9. Аналогично пункту 5, вставить изображения штока и поршня в необходимом месте документа. При необходимости – удалить лишние элементы вставленного изображения, или добавить (создать) недостающие.

10. Проверить чертеж, убрать «лишние» линии и оформить его в соответствии с требованиями к сборочным чертежам.

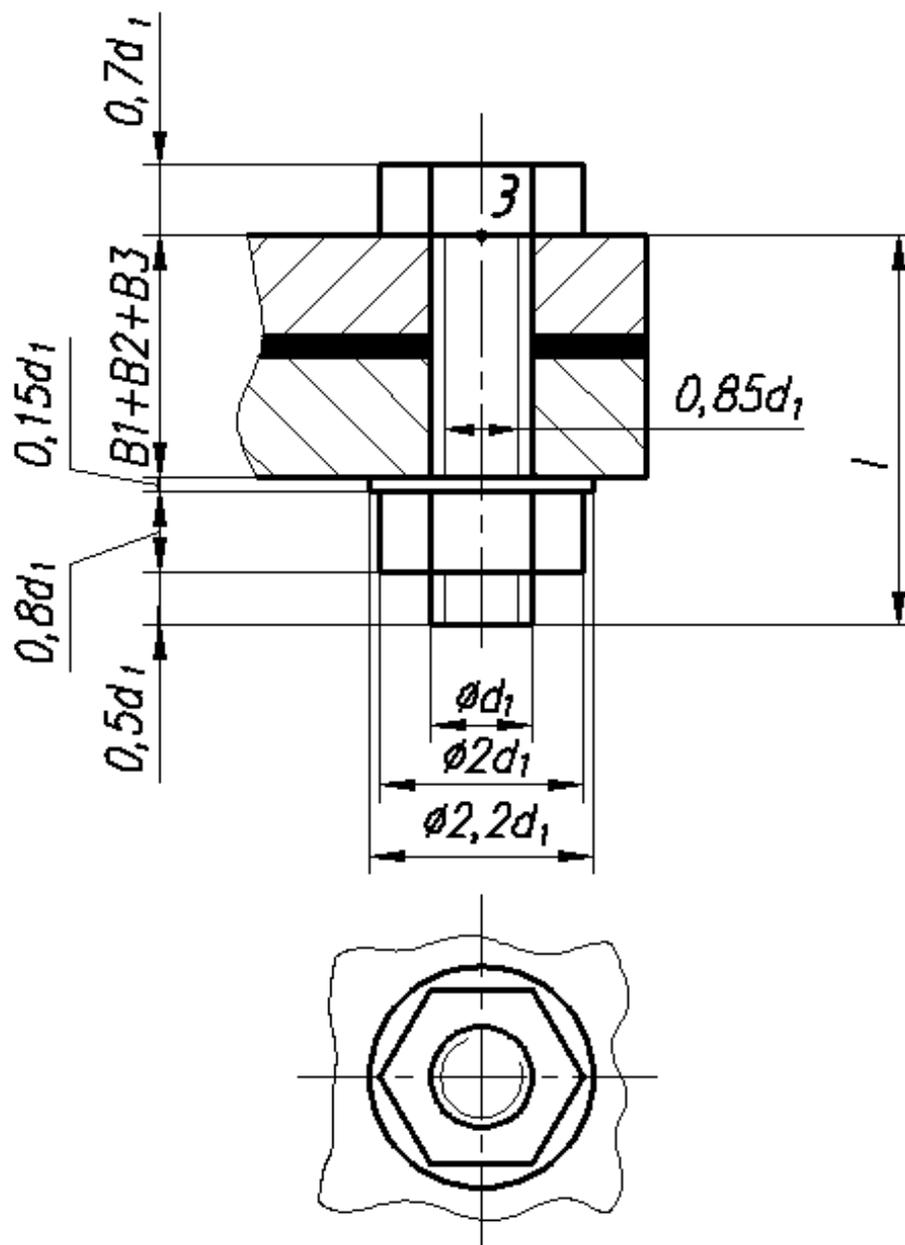


Рис.11.2. Упрощенное изображение болтового соединения по ГОСТ 2.315–68.

Приведены условные обозначения на рис. 11.2.

B_1, B_2, B_3 – суммарная толщина всех соединяемых деталей;

d_1 – наружный диаметр резьбы болта, указан в табл. 3

Полученную расчетную длину болта l нужно сравнить со стандартной и выбрать ближайшую большую из следующего ряда.

Выборка из стандартного ряда длин болтов l : 40, 45, 50, 60, 65, 70, 75, 80, (85), 90, (95), 110, (115), 120, (125), 130 и т. д.

11. Нанести номера позиций согласно ГОСТ 2.106–96, предварительно настроив стиль мультивыноски.

Выполним настройку стиля МУЛЬТИВЫНОСКИ. Для этого из меню панели управления *ФОРМАТ (FORMAT)/ СТИЛЬ МУЛЬТИВЫНОСКИ (STYLE MLEADER)* вызовем диалоговое окно *Диспетчер стилей мультивыносок (Multileader style manager)* и произведем в нем следующие настройки:

- Создадим новый стиль *Выноска*;
- На вкладке «Формат выноски» в поле символ стрелки выберем – точку и зададим размер точки *1.5*;
- На вкладке «Структура выноски» в поле <максимум точек выноски> установим значение *2*;
- В поле «Параметры полки» установить флажок – *автоматически добавлять полку*;
- На вкладке «Содержимое» установить: <тип мультивыноски> – *Мтекст*; в группе <параметры текста> задать высоту текста – *5 мм*; в группе <Соединение выноски> из выпадающего списка <Присоединение слева> выбрать *подчеркивание первой строки*; из выпадающего списка <Присоединение справа> выбрать *вверх первой строки*; задать <отступ от полки> – *2 мм*.
- Для сохранения выполненных настроек необходимо нажать кнопку «Ок»;
- Для выхода из менеджера *Диспетчер стилей мультивыносок (Multileader style manager)* нажать кнопки «Установить» и «Заккрыть».

12. Проставить необходимые размеры согласно ГОСТ 2.109–73¹.

13. Отредактировать текст в основной надписи согласно ГОСТ 2.104–68.

14. Сохранить изменения в файле. Пример готового сборочного чертежа приведен в Приложении 10.

¹ Размер «а» получается при построении. Дробные значения округлить до ближайшего целого значения.

10. Создание текстового документа

Упражнение. На формате А4 выполнить Спецификацию (прил. 11).

При создании спецификации необходимо использовать команды и технические приемы, изложенные в разделе 6.

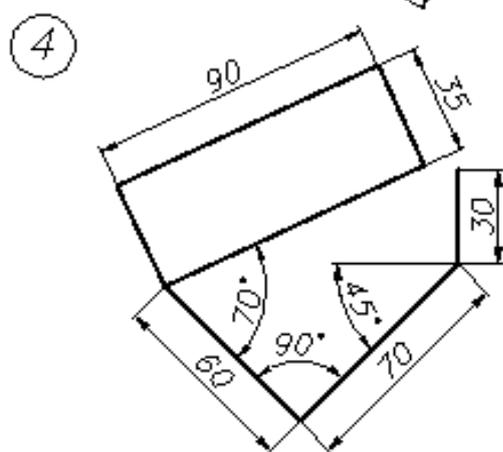
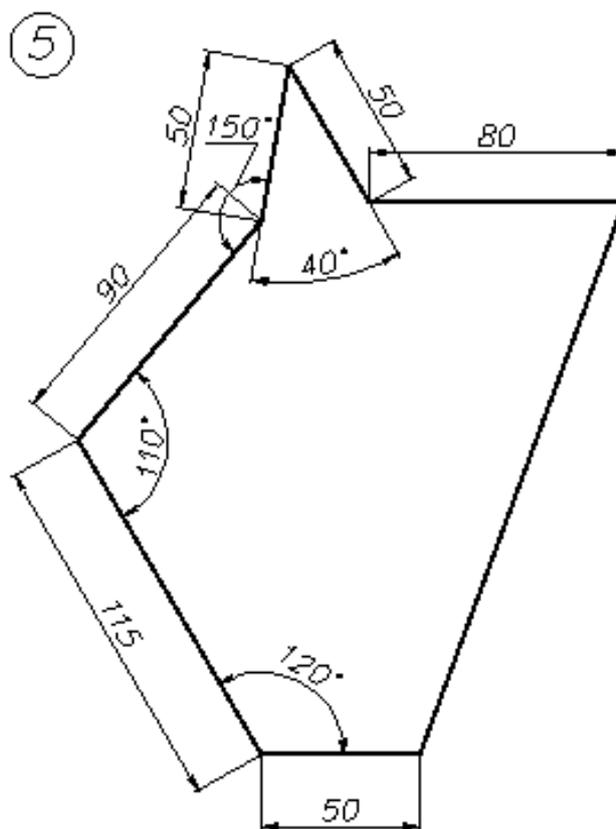
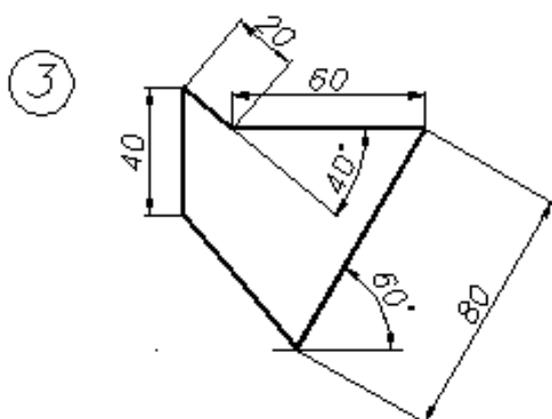
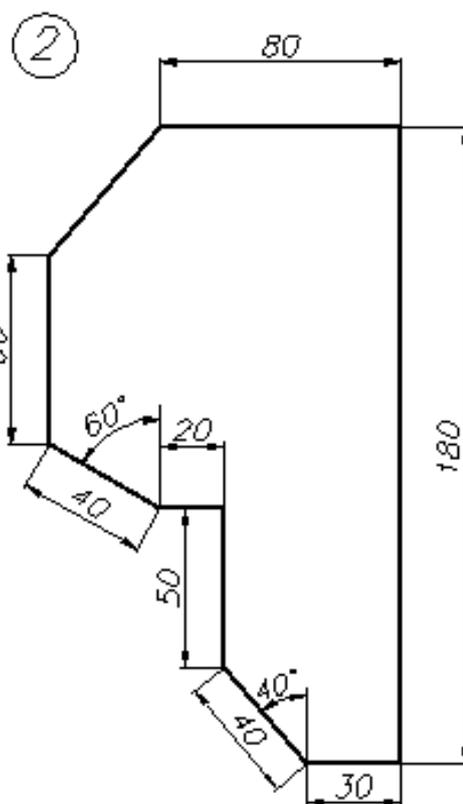
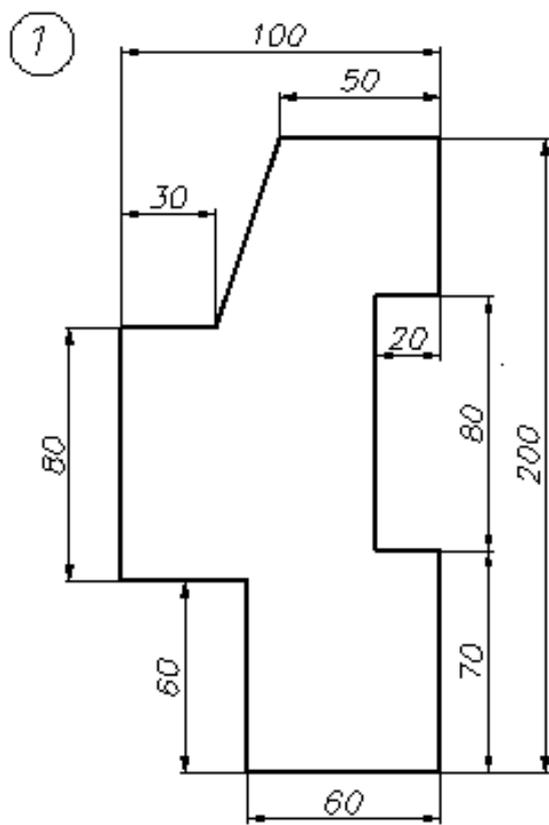
Заключение

Освоение данного базового учебного курса позволяет решать в графической среде AutoCAD задачи создания плоских графических изображений любой сложности, т. е. задачи компьютерного черчения при проектировании многообразных технических объектов различного назначения. Широкие возможности при автоматизированном проектировании открываются при использовании средств трехмерного графического моделирования, изучение которых должно стать предметом следующего этапа знакомства с графическим пакетом AutoCAD.

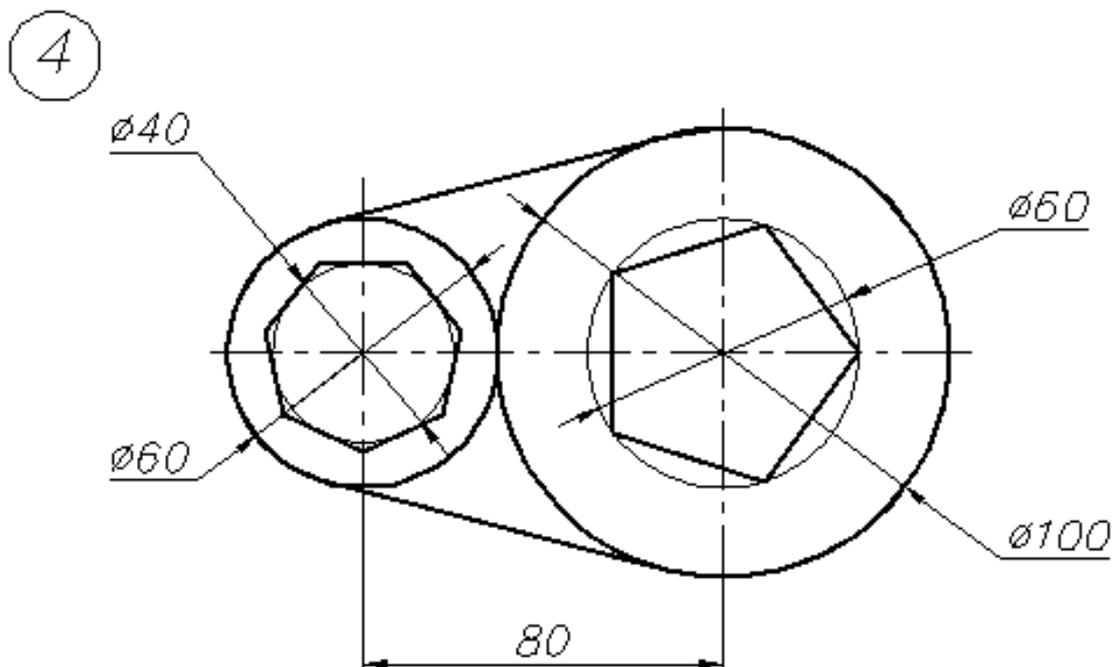
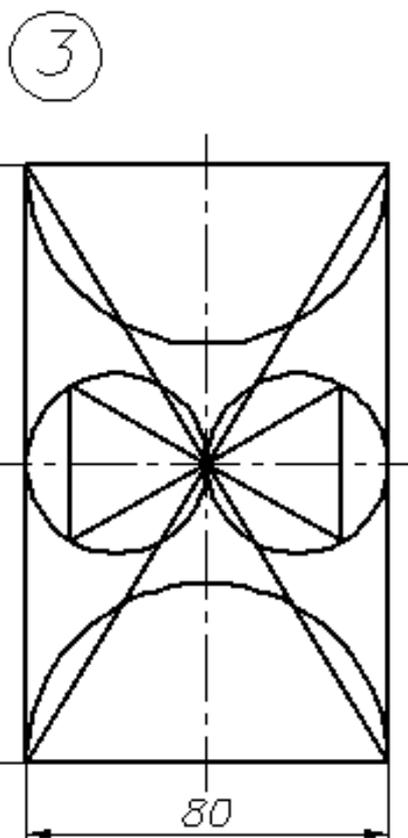
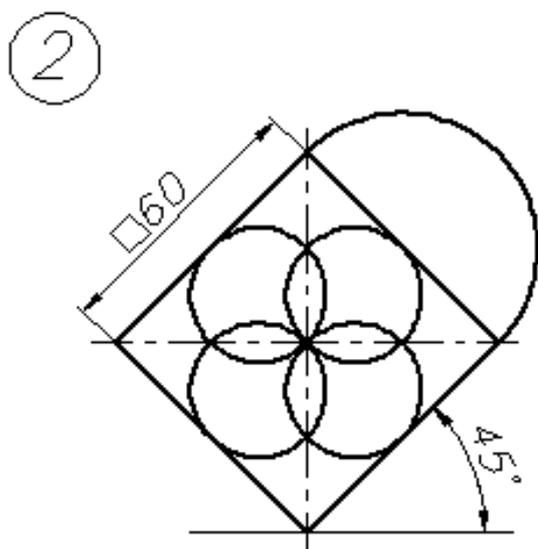
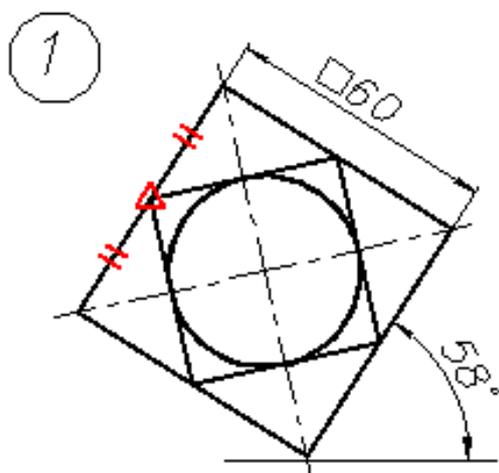
СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Левковец Л. Б. AutoCAD 2009 для начинающих / Л. Б. Левковец.* – СПб. : БХВ-Петербург, 2008. – 576 с.
2. *Левковец Л. Б. AutoCAD 2009. Базовый курс на примерах / Л. Б. Левковец.* – СПб. : БХВ-Петербург, 2008. – 592 с.
3. *Погорелов В. И. AutoCAD 2009 на примерах / В. И. Погорелов.* – СПб. : БХВ-Петербург, 2008. – 320 с.
4. *Практическое освоение компьютерного черчения за 10 уроков : учеб. пособие. / Л. Г. Вайнер, Г.В. Фокина.* – Хабаровск : Изд-во Хабар. гос. техн. ун-та, 2001. – 55 с.
5. *Инженерная графика. Практические занятия в системе AutoCAD : учеб. пособие. Ч. 1 / Е. М. Девятова, О. Ф. Трофимов, А. Н. Граблём.* – М. : МГИУ, 2007. – 52 с.
6. *Боголюбов С. К. Инженерная графика : учеб. для сред. спец. учеб. заведений / С. К. Боголюбов.* – М. : Машиностроение, 2000. – 352 с.
7. *Анурьев В. И. Справочник конструктора-машиностроителя. В 3 т. Т. 3. / В. И. Анурьев.* – 5-е изд., перераб. и доп. – М. : Машиностроение, 2001. – 557 с.

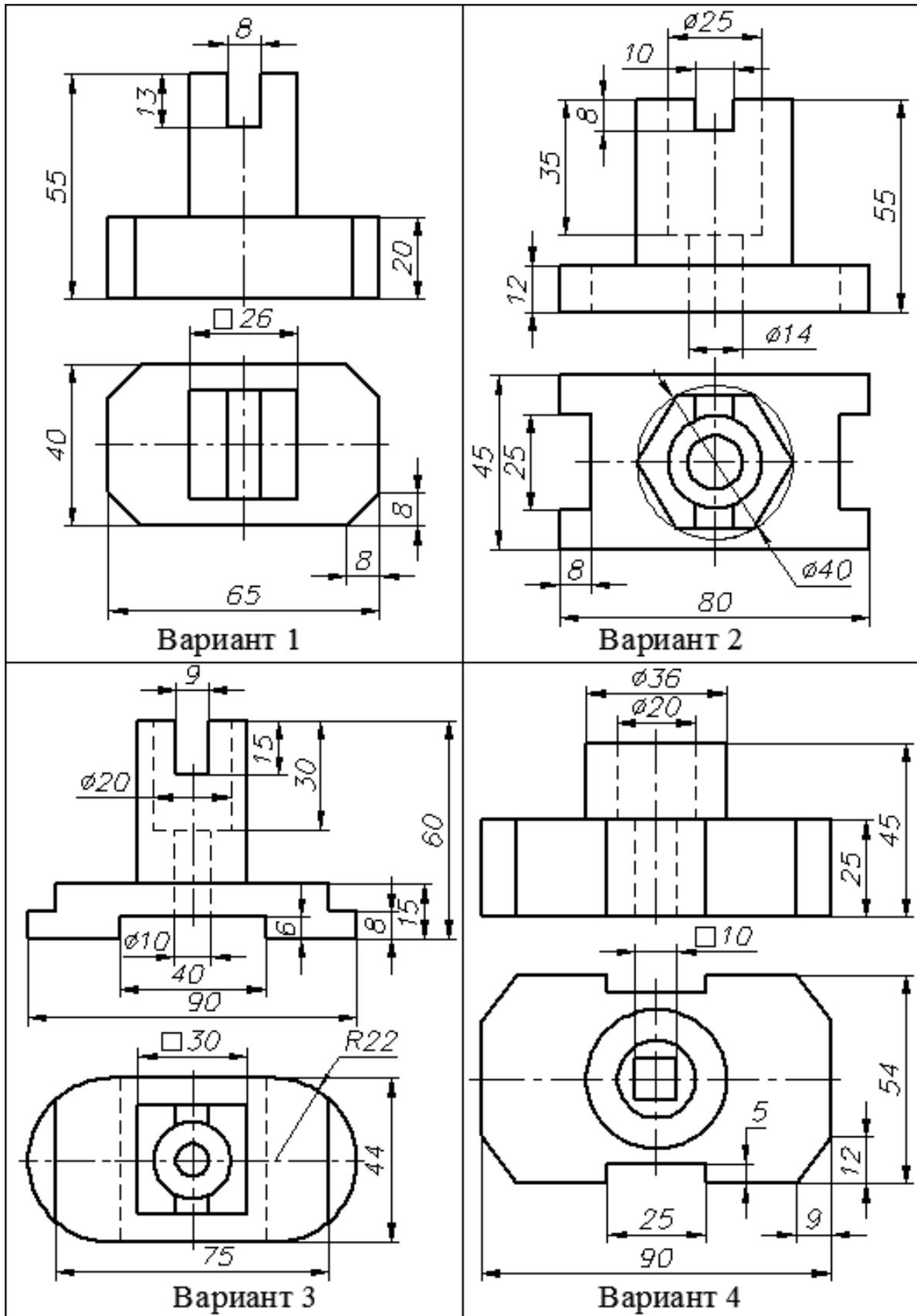
Задания к упражнению 4



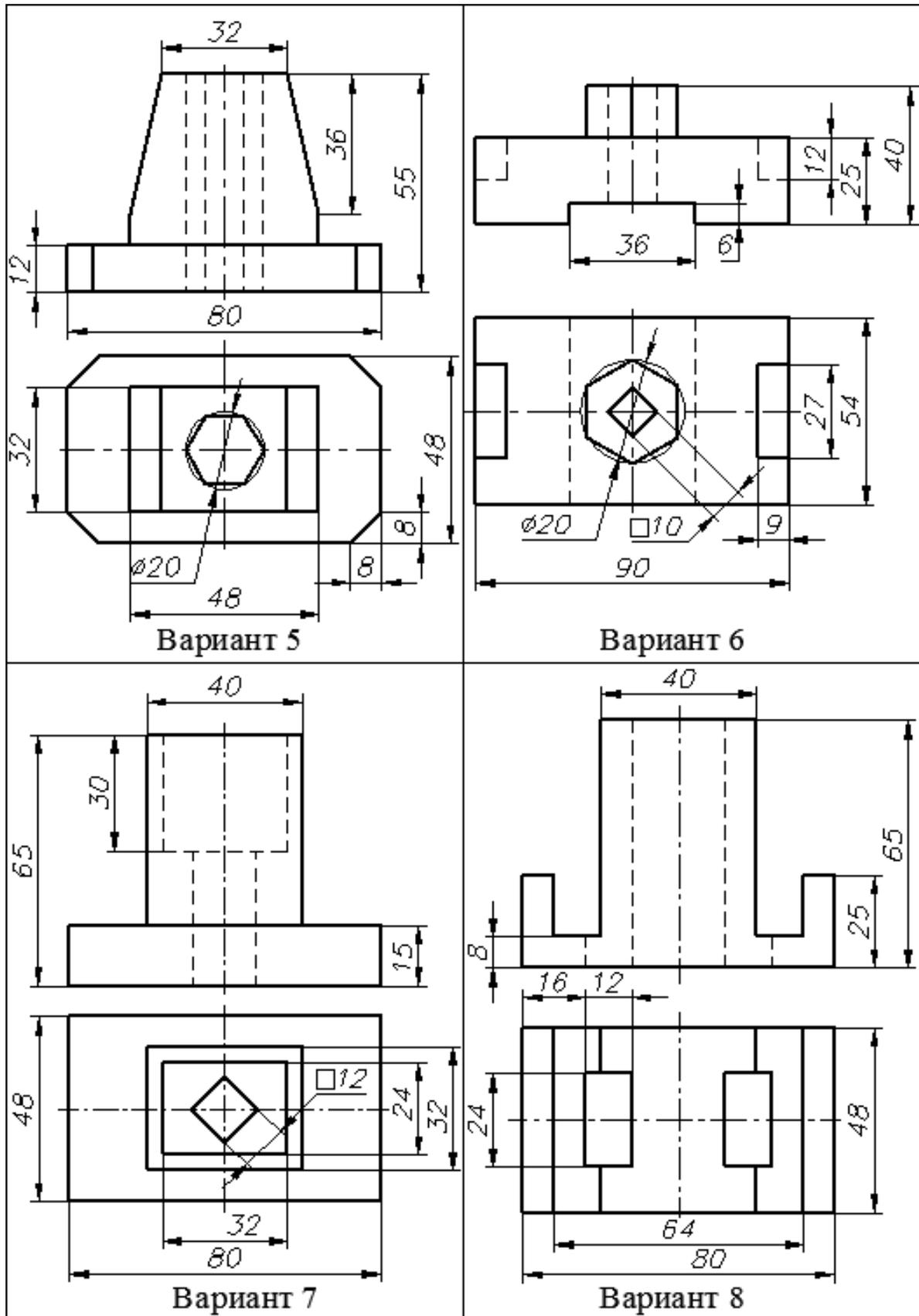
Задания к упражнению 3



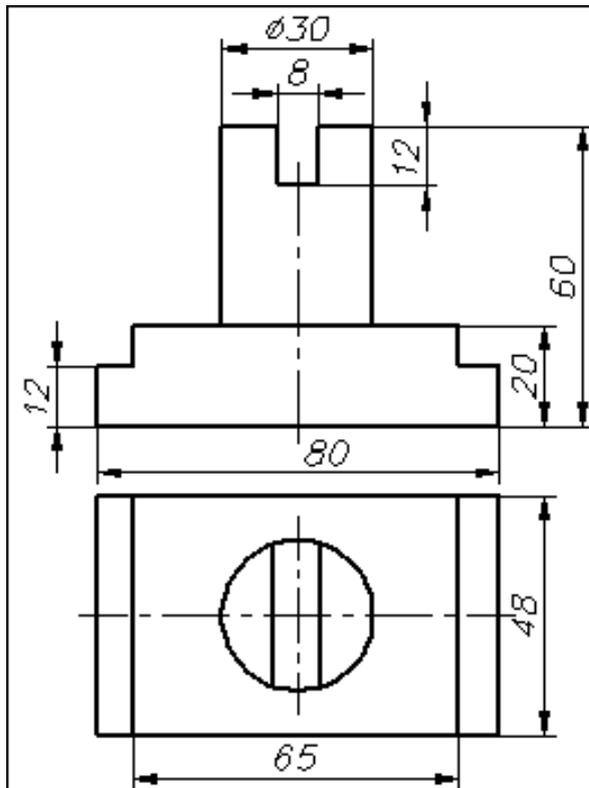
Индивидуальные задания



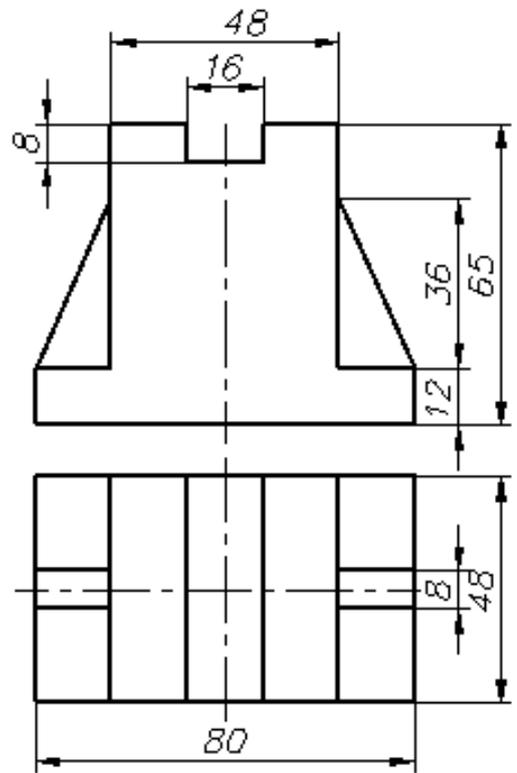
Продолжение приложения 3
Индивидуальные задания



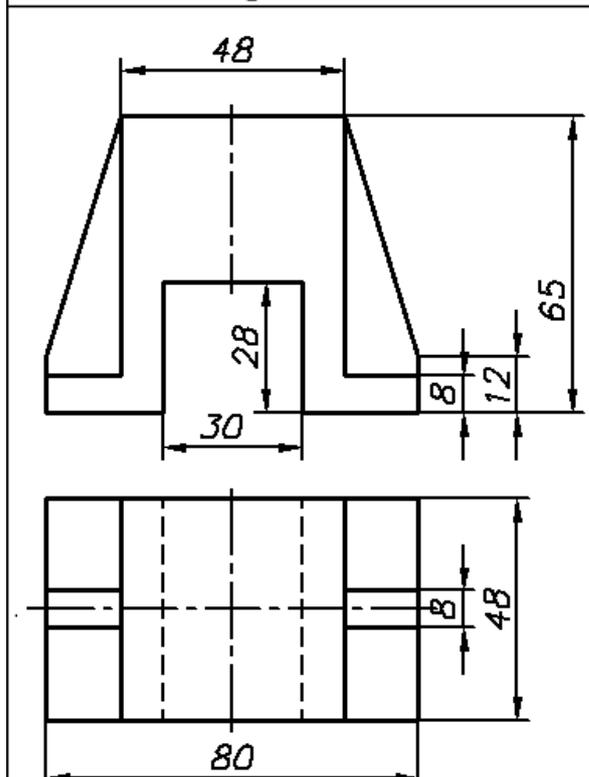
Окончание приложения 3
Индивидуальные задания



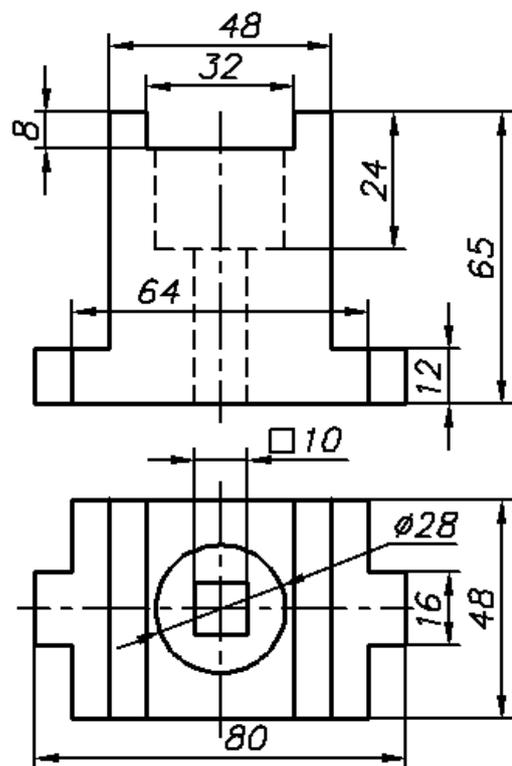
Вариант 13



Вариант 14

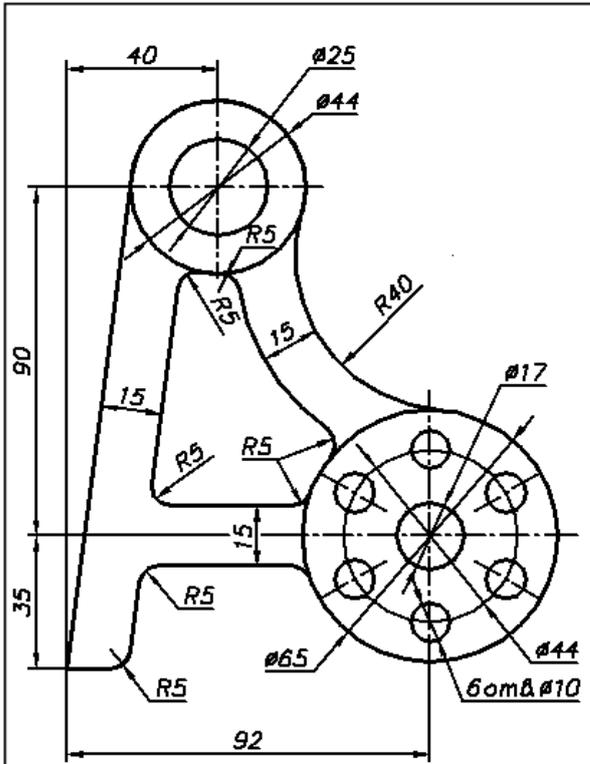


Вариант 15

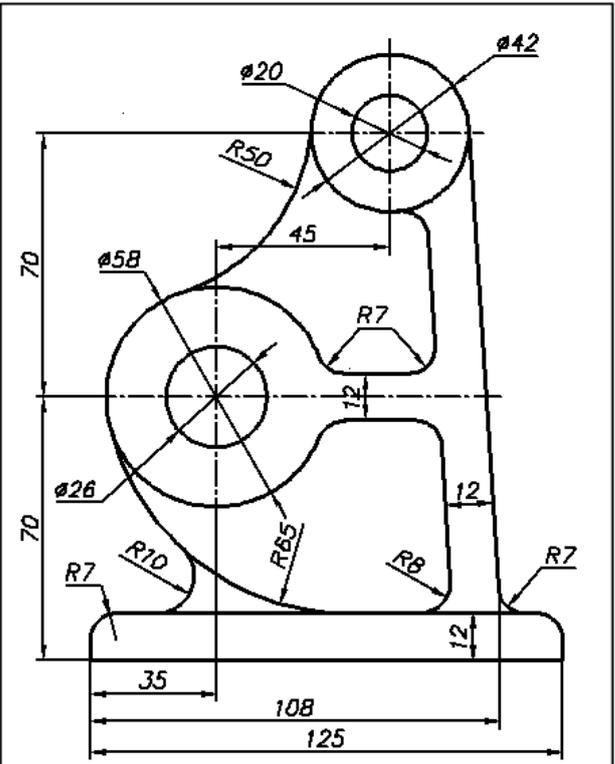


Вариант 16

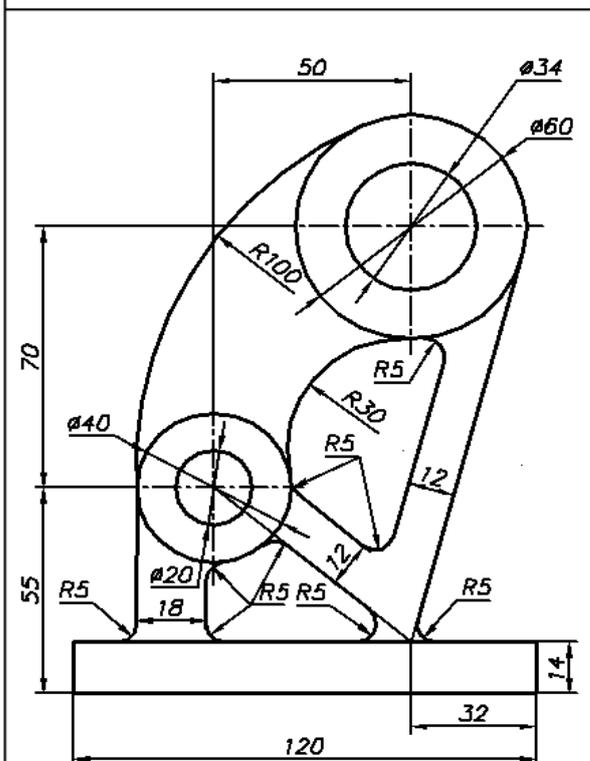
Индивидуальные задания



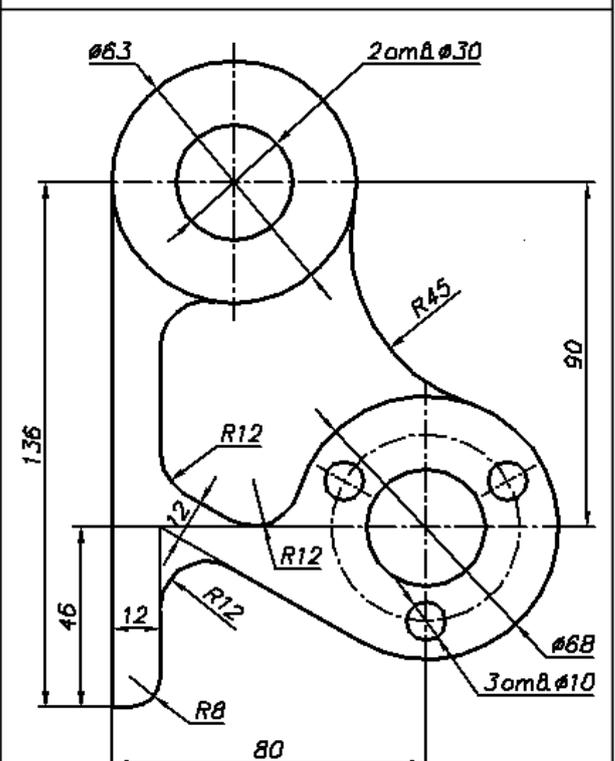
Вариант 1



Вариант 2

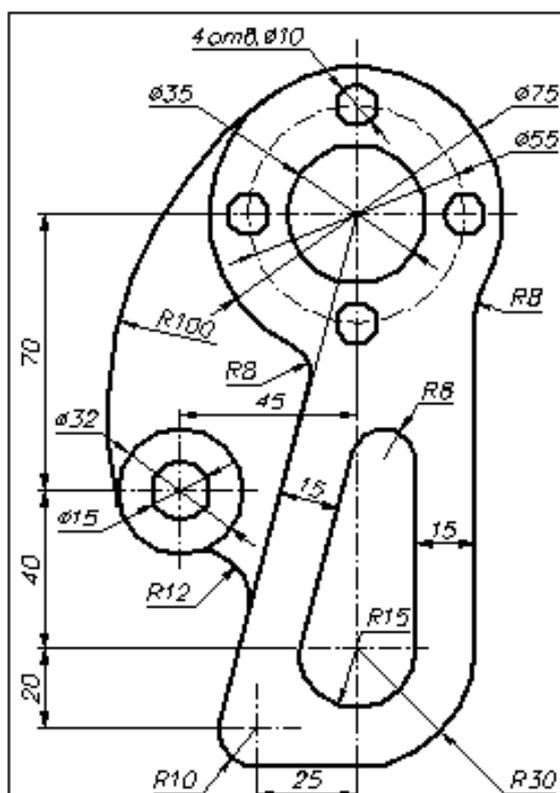


Вариант 3

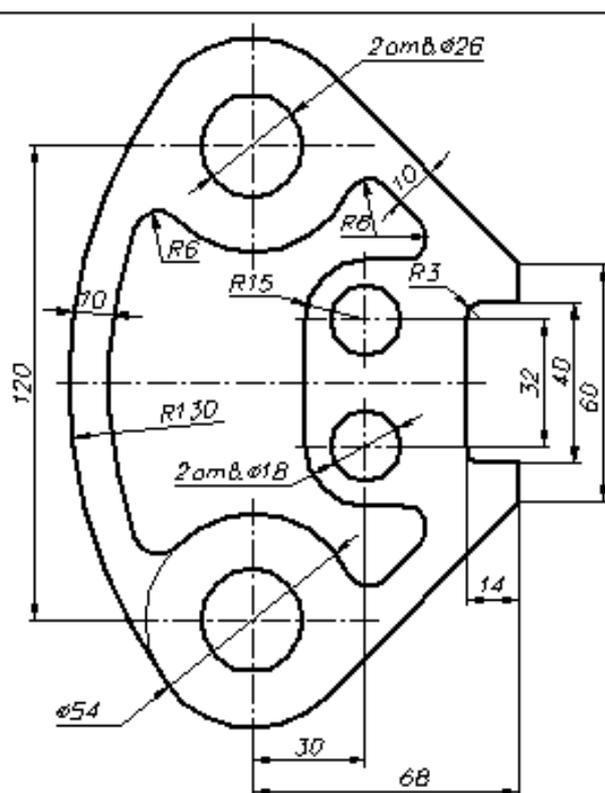


Вариант 4

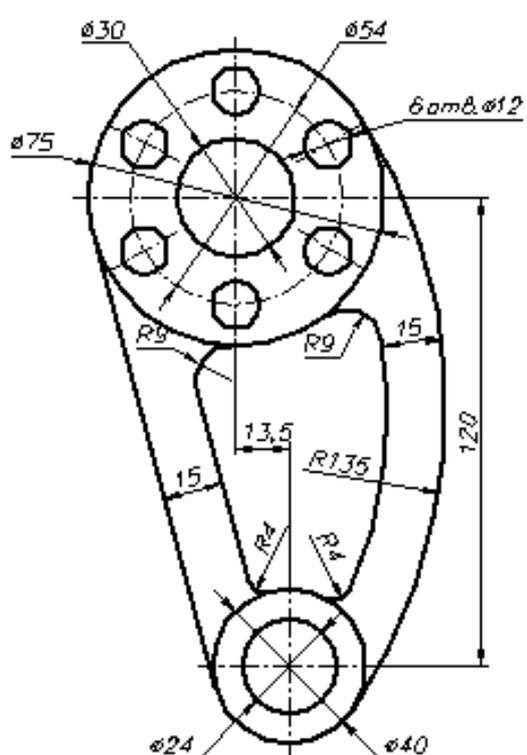
Продолжение приложения 4
Индивидуальные задания



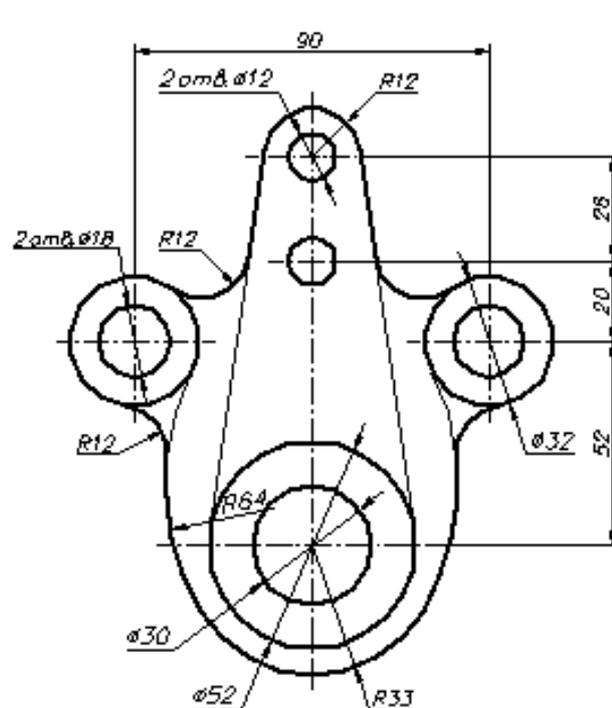
Вариант 5



Вариант 6

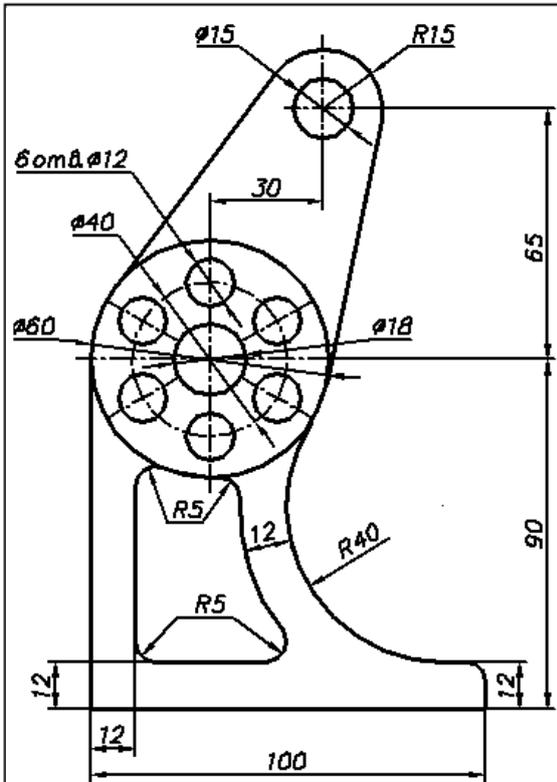


Вариант 7

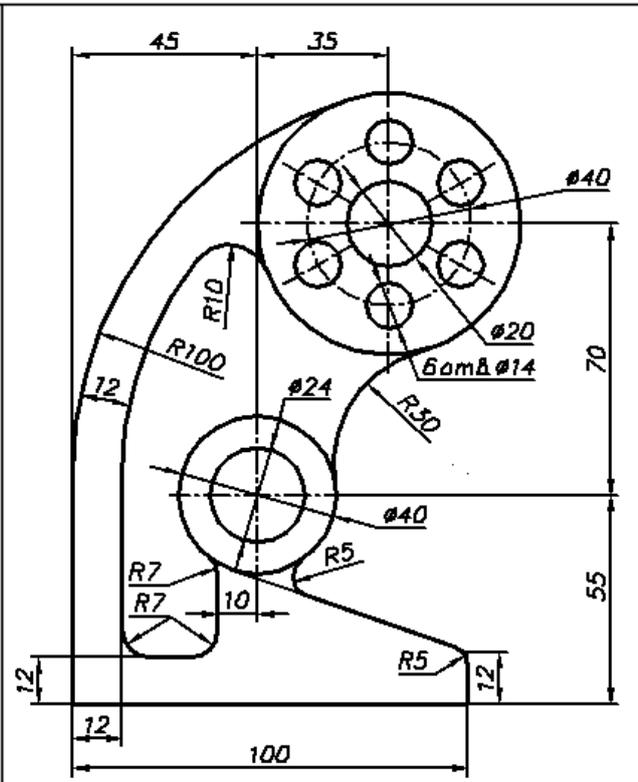


Вариант 8

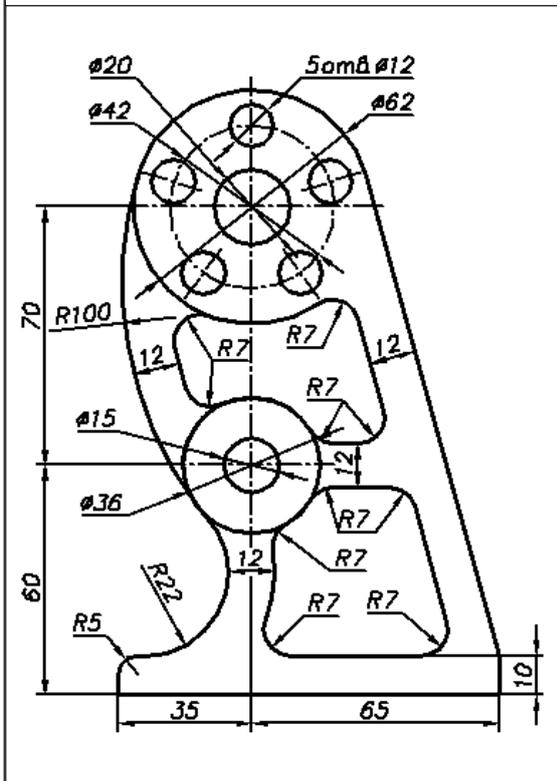
Продолжение приложения 4
Индивидуальные задания



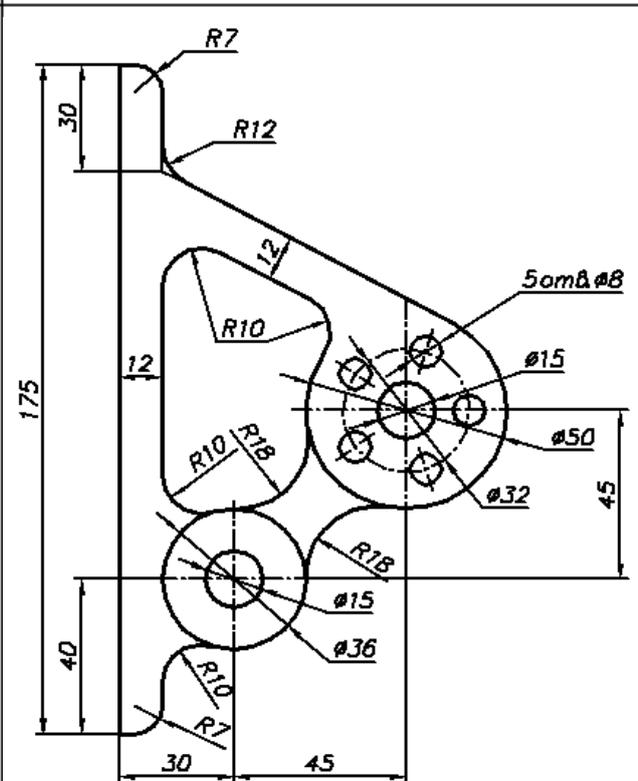
Вариант 9



Вариант 10

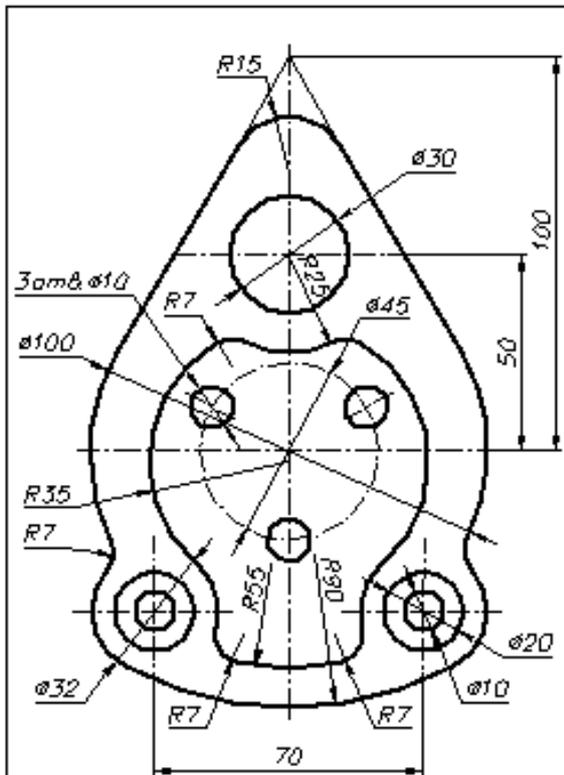


Вариант 11

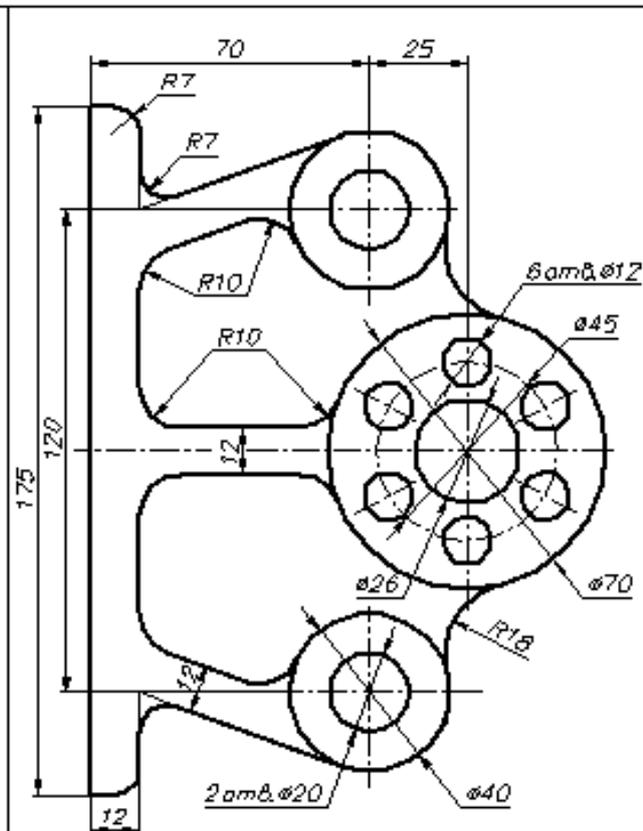


Вариант 12

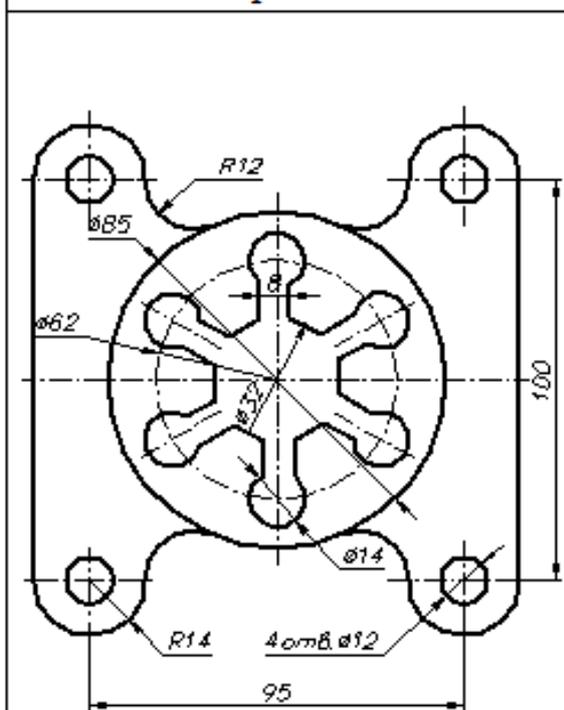
Окончание приложения 4
Индивидуальные задания



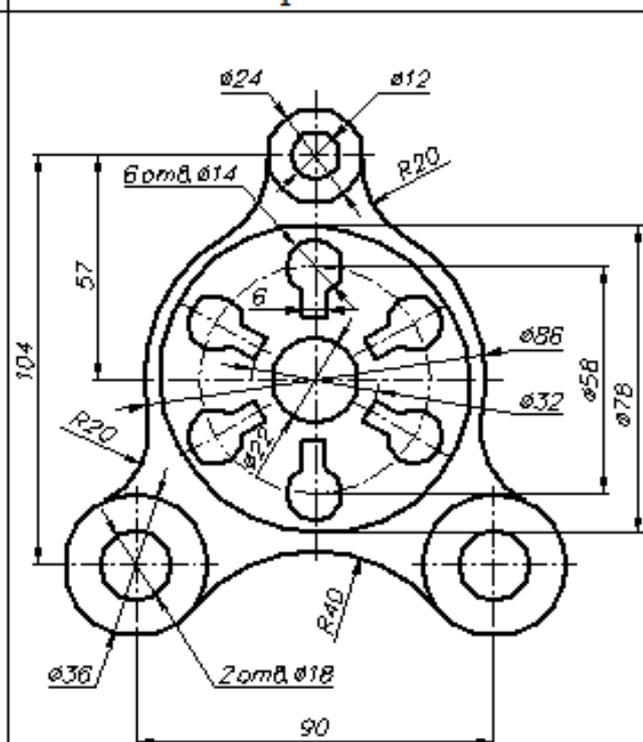
Вариант 13



Вариант 14

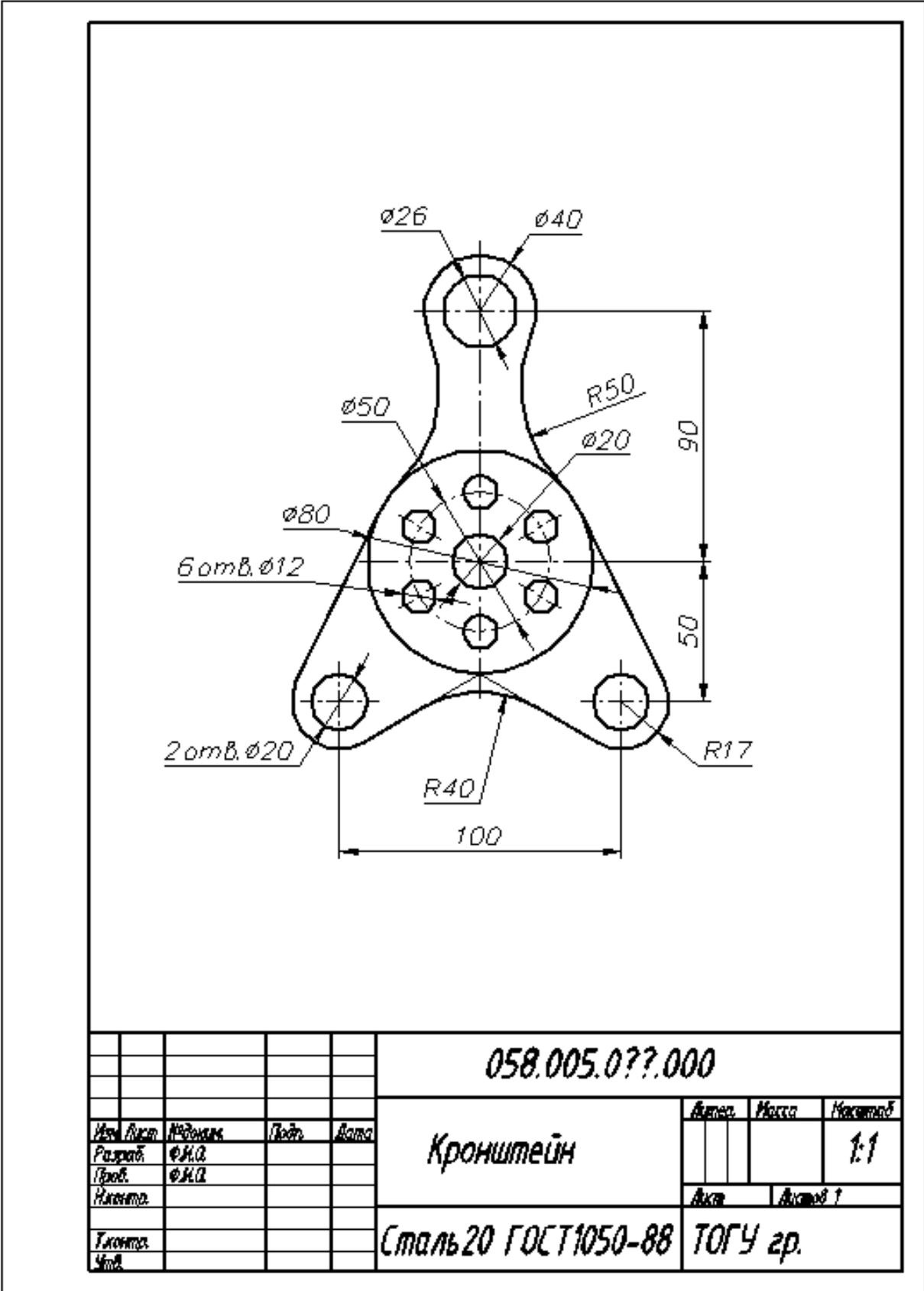


Вариант 15

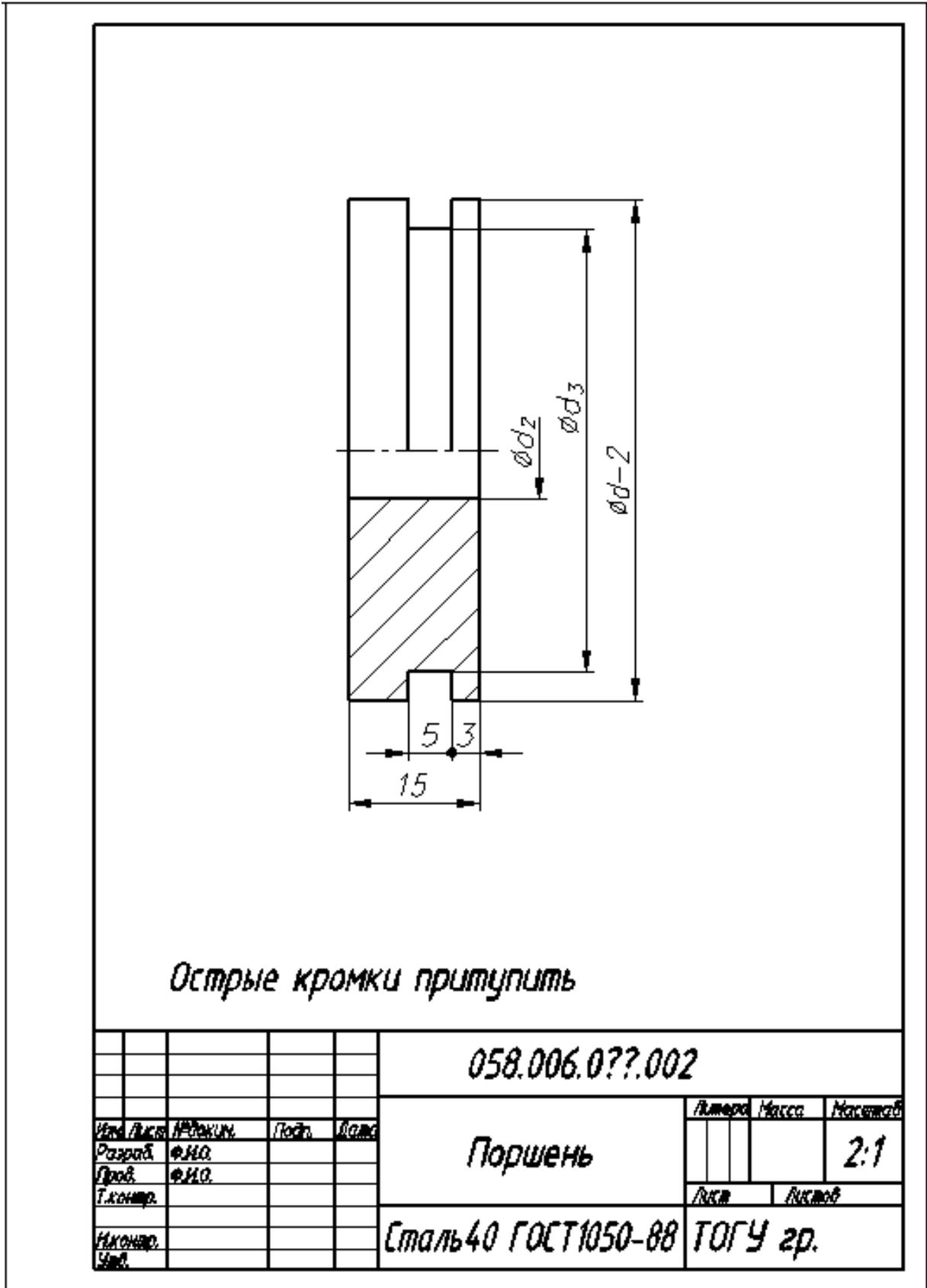


Вариант 16

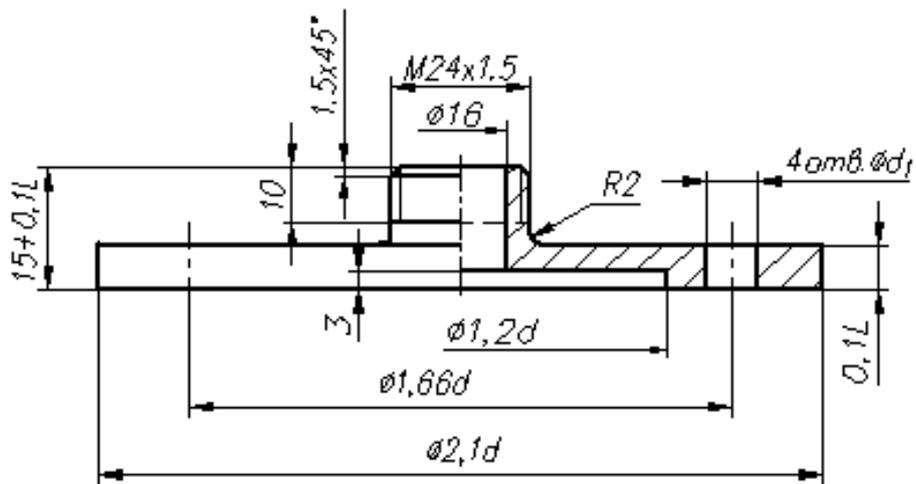
Пример выполнения чертежа детали «Кронштейн»



Пример выполнения чертежа детали «Поршень»



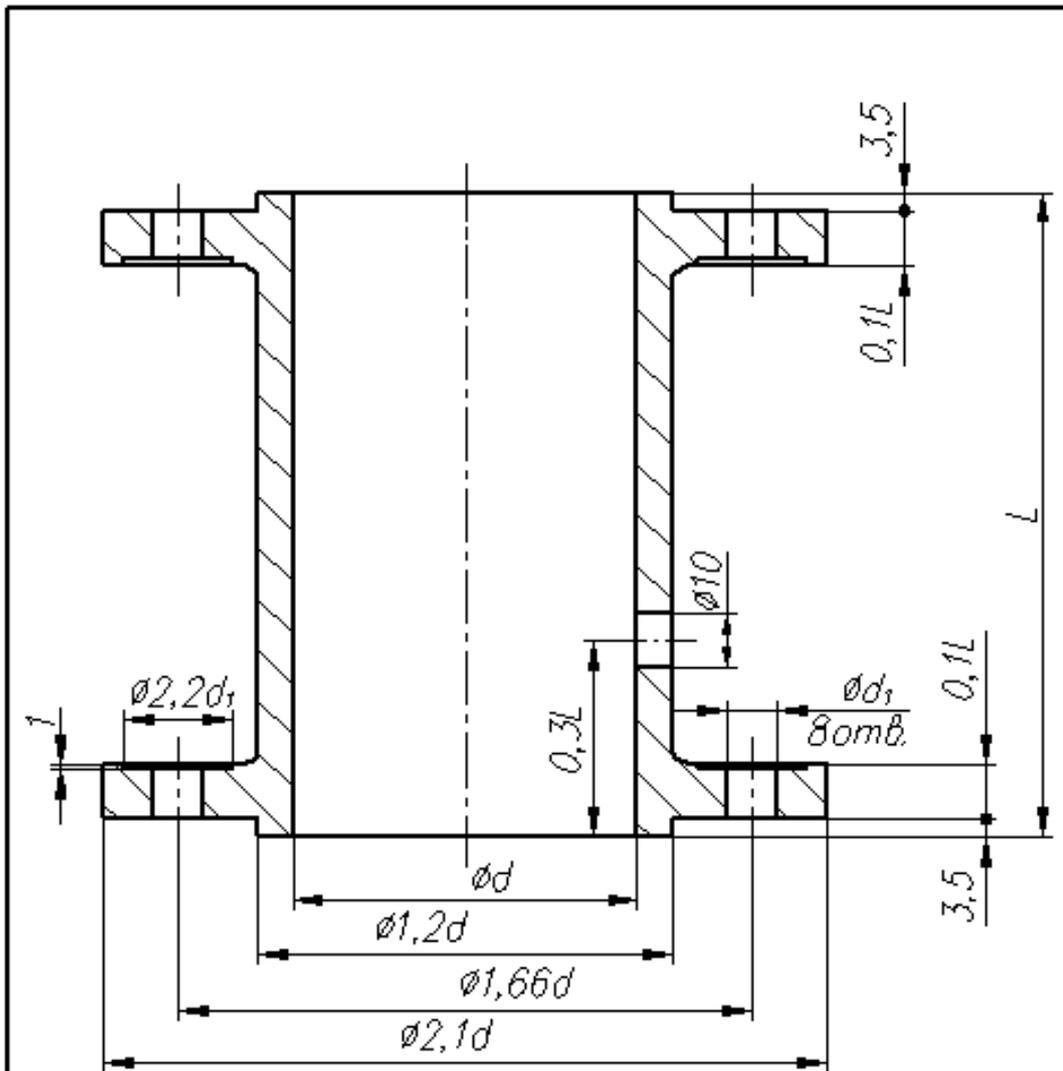
Пример выполнения чертежа детали «Крышка»



1. Неуказанные радиусы 3...5 мм
2. Острые кромки притупить

				058.006.0???.004		
				Крышка		
				Листов		1:1
				Лист		Листов
				Сталь 20 ГОСТ 1050-88 ТОГУ зр.		
Изд. Лист	Исполн.	Подп.	Дата			
Разраб.	Ф.И.О.					
Проб.	Ф.И.О.					
Т.контр.						
Нач. отд.						
Чел.						

Пример выполнения чертежа детали «Корпус»



1. Неуказанные радиусы 3...5 мм
2. Острые кромки притупить

					058.006.0???.001			
					Корпус			
					Листа		Масса	Масштаб
					1			1:1
					Листа		Листов	
					Сталь 20 ГОСТ 1050-88 ТОГУ гр.			
Изм.	Листа	№ докум.	Подп.	Дата				
Разраб.	Ф.И.О.							
Проб.	Ф.И.О.							
Н.контр.								
Т.констр.								
Спр.								

Пример спецификации «Пневмоцилиндр»

15 mm	Формат Зона	Гос.	<i>Обозначение</i>	<i>Наименование</i>	Кол.	Приме- чание
	A3		<i>058.007.0???.100 СБ</i>	<i>Сборочный чертеж</i>	1	
				<u>Детали</u>		
	A3	1	<i>058.006.0???.001</i>	<i>Корпус</i>	1	
	A4	2	<i>058.006.0???.002</i>	<i>Поршень</i>	1	
	A4	3	<i>058.006.0???.003</i>	<i>Шток</i>	1	
	A3	4	<i>058.006.0???.004</i>	<i>Крышка</i>	2	
	A4/4	5	<i>058.006.0???.005</i>	<i>Прокладка</i>	2	
				<u>Стандартные изделия</u>		
		6		<i>Болт М8х30 ГОСТ 7798-78</i>	8	
		7		<i>Гайка М8 ГОСТ 5915-70</i>	8	
	8		<i>Гайка М12 ГОСТ 5915-70</i>	1		
	9		<i>Кольцо 052-060-46 ГОСТ 9833-73</i>	1		
	10		<i>Шайба 8 ГОСТ 11371-78</i>	8		
	11		<i>Шайба 12 ГОСТ 11371-78</i>	1		
	6	6	8	70	63	10
40	<i>058.007.0???.000</i>					
	Исполн.	№ докум.	Подп.	Дата		
	Разраб.	Ф.И.О.			Листов	Лист
	Проб.	Ф.И.О.				
Исполн.				<i>Пневмоцилиндр</i>	<i>ТОГУ гр.</i>	
Чтв.						

