

Учреждение образования
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

НАЧЕРТАТЕЛЬНАЯ ГЕОМЕТРИЯ, ИНЖЕНЕРНАЯ И МАШИННАЯ ГРАФИКА

**Методические указания
к выполнению лабораторных работ
по разделу «Машинная графика»
для студентов инженерно-технических
и химико-технологических специальностей**

Минск 2013

УДК [514.18+744+004.92](076.5)
ББК [22.151.3+30.11]я73
НЗ6

Рассмотрены и рекомендованы к изданию редакционно-издательским советом университета.

Составители:

*А. Л. Калтыгин, С. Э. Бобровский, В. И. Гиль,
Б. В. Войтеховский, С. В. Ращупкин*

Рецензент

кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой
деревообрабатывающих станков и инструментов УО «Белорусский
государственный технологический университет» *А. А. Гришкевич*

Начертательная геометрия, инженерная и машинная графика :
НЗ6 метод. указания к выполнению лабораторных работ по разделу «Машинная
графика» для студентов инженерно-технических и химико-технологических
специальностей / сост. : А. Л. Калтыгин [и др.]. – Минск : БГТУ, 2013. – 72 с.
ISBN 978-985-530-252-1.

В пособии в соответствии с учебной программой по дисциплине «Начертательная геометрия, инженерная и машинная графика» даны методические указания по изучению раздела «Машинная графика», представленные в виде описаний к лабораторным работам. Приведенный комплекс работ позволяет получить навыки работы с компьютерной системой проектирования. Пособие содержит графические материалы, включающие в себя чертежи-задания и примеры выполнения графических работ студентами.

УДК [514.18+744+004.92](076.5)
ББК [22.151.3+30.11]я73

ISBN 978-985-530-252-1

© УО «Белорусский государственный
технологический университет», 2013

ПРЕДИСЛОВИЕ

В данном пособии представлено семь лабораторных работ, в процессе выполнения которых студенты знакомятся с основными графическими примитивами, используемыми в системе AutoCAD, а также с командами редактирования графических объектов, нанесения размеров и со специальными средствами, позволяющими повысить точность и производительность черчения.

Каждая лабораторная работа сопровождается чертежом-заданием, на котором представлены все необходимые геометрические объекты. Для лучшего понимания и усвоения материала лабораторные работы разбиты на упражнения, выполнение которых рассматривается по отдельным шагам в диалоговом режиме, с учетом сообщений системы. В каждой работе даны описания настроек управления экраном, панелей инструментов и параметров чертежа.

Две заключительные работы выполняются по индивидуальным вариантам. В одной из них подробно представлена методика выполнения проекционного чертежа в среде AutoCAD на базе основных графических примитивов системы: точек, отрезков, дуг и окружностей. В последней работе приведена методика детализирования сборочного чертежа с использованием средств редактирования графических построений. Здесь студенты знакомятся с основными приемами создания изображений отдельных деталей сборочного узла, их размещением на отдельных слоях чертежа. Включая или выключая эти слои, можно вводить или выводить детали из общей компоновки проектируемого узла, облегчая тем самым процесс подбора различных вариантов конструкции изделия. Полученные в этих работах чертежи полностью готовы к выводу на печать.

Последовательное выполнение всего комплекса лабораторных работ позволит студентам освоить основные приемы построения чертежей в системе AutoCAD, одновременно развивая при этом пространственное и техническое мышление.

Описания лабораторных работ можно вызвать из таблицы, приведенной ниже.

1	LAB1_3.pdf	Лабораторная работа № 1. Графические примитивы-1
2	LAB_2_1.htm	Лабораторная работа № 2. Графические примитивы-2
3	LAB_3_2.htm	Лабораторная работа № 3. Объектные привязки
4	LAB_4_3.htm	Лабораторная работа № 4. Редактирование объектов чертежа
5	LAB_5_1.htm	Лабораторная работа № 5. Нанесение размеров
6	LAB1_3.pdf	Лабораторная работа № 6. Выполнение задания по проекционному черчению средствами системы AutoCAD
7	LAB1_3.pdf	Лабораторная работа № 7. Детализование сборочного чертежа средствами системы AutoCAD

Лабораторная работа № 1

ГРАФИЧЕСКИЕ ПРИМИТИВЫ-1

Цель работы: Изучить команды системы AutoCAD, применяемые для построения простейших базовых геометрических элементов. Овладеть навыками управления системой (настройка функциональных зон экрана, панелей управления и параметров чертежа).

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Вывести на экран чертеж-шаблон лабораторной работы № 1.

Выполнить графические построения, используя команды ТОЧКА, ОТРЕЗОК, ДУГА, КРУГ, КОЛЬЦО, ТЕКСТ.

Оформить чертеж, учитывая, что шаблон имеет формат А3. Заполнить основную надпись.

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1. Создать папку, в которую Вы будете записывать свои чертежи.
2. Загрузить систему AutoCAD2008 (при работе в других версиях AutoCAD возможны незначительные отличия в названиях команд и сообщениях, выводимых системой в командной строке).
3. Выбрать команду меню **Файл** → **Создать**, в окне **Шаблоны** выбрать ACADISO.DWT и открыть его.
4. После загрузки шаблона выбрать в верхнем меню **Лабораторные работы** → **Лабораторная работа № 1** «Графические примитивы-1» и вывести чертеж-задание на экран.
5. Выполнить упражнения 1–6, следуя указаниям, приведенным ниже.

Построения на поле чертежа можно выполнять, перемещая курсор с помощью мыши либо набирая цифры в нижней командной строке:

– в **абсолютных координатах**, при этом левая нижняя точка чертежа имеет координаты 0, 0, а правая верхняя точка 420, 297 (формат А3);

– в **относительных координатах** (относительно текущей точки), при этом перед координатами добавляется знак @ (например, @15, 40).

Изображение чертежа можно увеличить/уменьшить с помощью среднего колесика мыши, при этом все размеры объектов на чертеже сохраняют действительные значения.

Перед выполнением данной лабораторной работы необходимо отключить режим **Динамического ввода**. Для этого нужно подвести курсор к нижней информационной строке (в нижней части экрана монитора) и отключить кнопку ДИН (указана стрелкой на рис. 1.1).

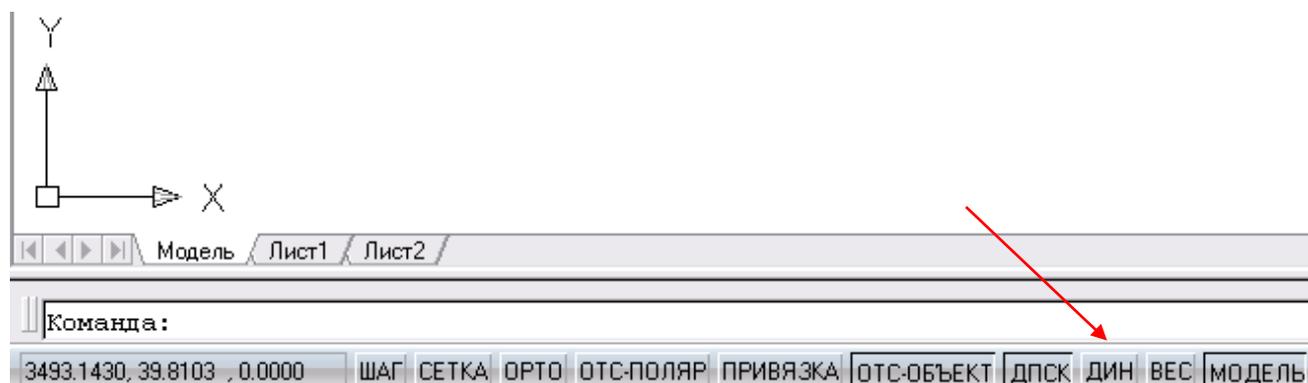


Рис. 1.1. Информационная строка

В лабораторной работе рассматриваются команды построения графических примитивов ТОЧКА, ОТРЕЗОК, ДУГА, ОКРУЖНОСТЬ, КОЛЬЦО и ТЕКСТ.

Панель **Рисование** (рис. 1.2) обычно присутствует на рабочем поле. Она легко перемещается мышью и может располагаться горизонтально (в верхней части экрана) или вертикально при перемещении к левому или правому краю экрана.

В случае отсутствия панели на экране ее можно вызвать, если подвести курсор к любой другой открытой инструментальной панели, затем нажать ПРАВУЮ кнопку мыши и в раскрывшемся списке панелей выбрать **Рисование**.

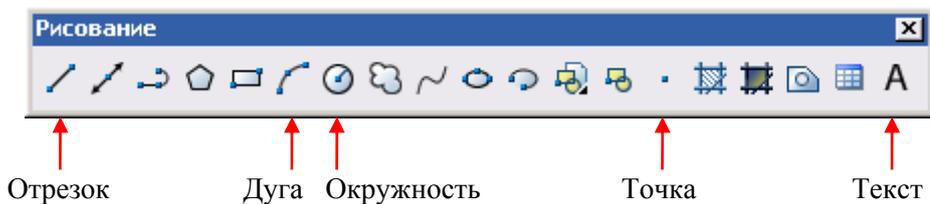
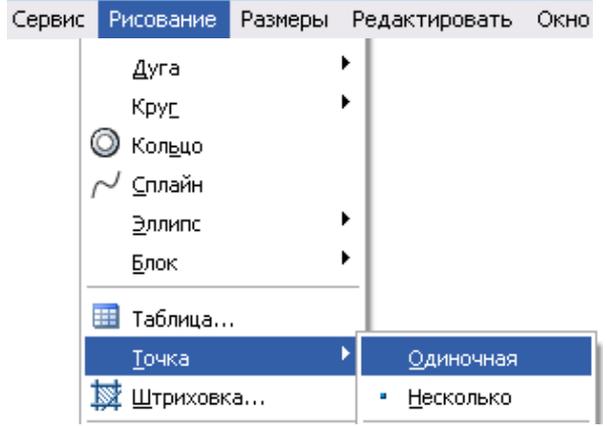
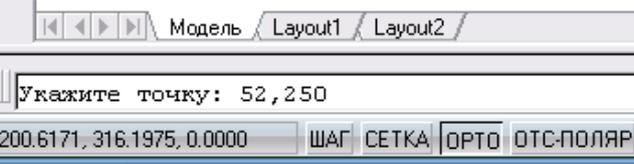
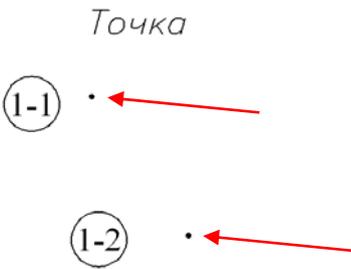


Рис. 1.2. Панель инструментов **Рисование**

Чертеж-задание разбит на отдельные упражнения. Все построения выполняются поверх графических объектов, представленных на чертеже желтыми точечными или зелеными линиями. Ниже приведены указания для выполнения упражнений.

Упражнение 1. Точка ■	Командная строка и построения на экране
<p>На чертеже-задании нанести две точки.</p> <p>Шаг 1. Команду Точка можно вызвать либо в верхнем (падающем) меню, выбрав команду Рисование → Точка → Одиночная (рис. 1.3), либо нажав кнопку ■ на панели Рисование (рис. 1.2).</p> <p>Дальнейшие действия выполняются в диалоговом режиме. Сообщения системы выводятся в нижней части экрана в командной строке, которая начинается со слова Команда (рис. 1.1).</p> <p>Сообщение системы в командной строке: Укажите точку: (рис. 1.4).</p> <p>Ваш ответ: Ввести с клавиатуры координаты первой точки: 52, 250 (через запятую!) и нажать клавишу Enter на клавиатуре.</p> <p>На экране появится первая точка (точка 1-1 на рис. 1.5).</p> <p>Шаг 2. Чтобы построить вторую точку, нужно снова выбрать команду Точка, ввести координаты 85, 210 и нажать клавишу Enter.</p> <p>На экране появится вторая точка (точка 1-2 на рис. 1.5).</p>	 <p style="text-align: center;">Рис. 1.3</p>  <p style="text-align: center;">Рис. 1.4</p> <p style="text-align: center;">Точка</p>  <p style="text-align: center;">Рис. 1.5</p>

Упражнение 2. Отрезок

Командная строка и построения на экране

Шаг 1. Команду **Отрезок** можно вызвать либо в верхнем (падающем) меню, выбрав команду **Рисование** → **Отрезок**, либо нажав кнопку  на панели **Рисование** (рис. 1.2).

Дальнейшие действия выполняются в диалоговом режиме. Сообщения системы выводятся в нижней части экрана в командной строке.

Сообщение системы в командной строке: Первая точка: (рис. 1.6).

Ваш ответ: Ввести с клавиатуры координаты первой точки отрезка: **40, 155** и нажать клавишу **Enter**.

Сообщение системы: Следующая точка или [Отменить]:

Ваш ответ: Ввести координаты следующей точки: **80, 155** и нажать клавишу **Enter**.

Если координаты введены верно, то отрезок, изображенный желтыми точками, заменится белым сплошным отрезком (рис. 1.7).

Для выхода из команды нажать клавишу **Esc** или **Enter** на клавиатуре.

Шаг 2. Координаты точек отрезка можно указывать мышью непосредственно на чертеже.

Выбрать команду **Отрезок**. Поставить курсор в точку *1* на отрезке и нажать левую клавишу мыши. Затем провести линию в конечную точку *2* и опять нажать левую клавишу мыши (пример 2-2 на рис. 1.8).

На клавиатуре нажать клавишу **Enter**, чтобы оборвать линию.

Шаг 3. Выбрать команду **Отрезок** и мышью построить **прямоугольник** (пример 2-3 на рис. 1.9). Прямоугольник можно начертить с помощью команды **Рисование** → **Прямоугольник**. Нажать клавишу **Enter**.

Шаг 4. Выбрать команду **Отрезок** и с помощью мыши построить **треугольник** (пример 2-4 на рис. 1.9). На клавиатуре нажать **Enter**.

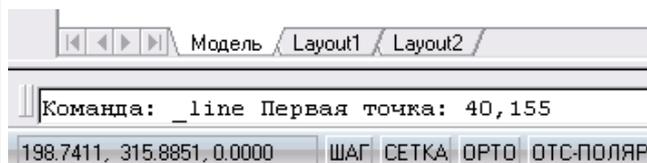


Рис. 1.6



Рис. 1.7



Рис. 1.8

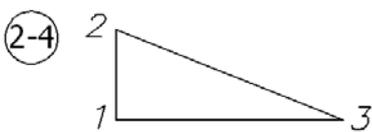


Рис. 1.9

Упражнение 3. Дуга

Командная строка и построения на экране

Перед выполнением данного упражнения необходимо выключить **Объектные привязки**, нажав и отключив в нижней информационной строке кнопку ПРИВЯЗКА (показана стрелкой на рис. 1.10).

Команду **Дуга** можно вызвать либо в верхнем (падающем) меню, выбрав команду **Рисование** → **Дуга**, либо нажав кнопку  на панели **Рисование** (рис. 1.1)

Система AutoCAD предоставляет несколько способов вычерчивания дуги.

1. Команда верхнего меню: **Рисование** → **Дуга** → **По трем точкам**.

Сообщение системы в командной строке: Начальная точка дуги или [Центр]: (рис. 1.10).

Ваш ответ: указать курсором точку 1 (пример 3-1 на рис. 1.11).

Сообщение системы: Вторая точка дуги или [Центр/Конец]:

Ваш ответ: указать курсором точку 2.

Сообщение системы: Конечная точка дуги:

Ваш ответ: указать курсором точку 3 на дуге.

2. Команда **Рисование** → **Дуга** → **Начало, Центр, Конец**.

Отвечая на запросы системы в командной строке, указать (пример 3-2 на рис. 1.12):

точку 1 – начальная точка дуги;

точку 2 – центр дуги;

точку 3 – конечная точка дуги.

3. Команда **Рисование** → **Дуга** → **Центр, Начало, Конец**.

Отвечая на запросы системы в командной строке, указать (пример 3-3 на рис. 1.13):

точку 1 – центр дуги;

точку 2 – начальная точка дуги;

точку 3 – конечная точка дуги.

4. Команда: **Рисование** → **Дуга** → **Начало, Центр, Угол**.

Отвечая на запросы в командной строке, указать (пример 3-4 на рис. 1.14):

точку 1 – начальная точка дуги;

точку 2 – центр дуги.

Далее в ответ на запрос системы: **Центральный угол:** набрать на клавиатуре **50** и нажать **Enter**.

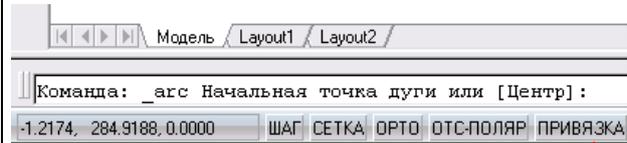


Рис. 1.10

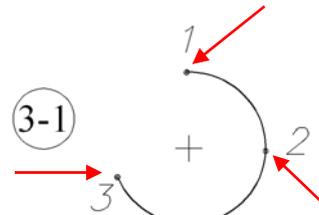


Рис. 1.11

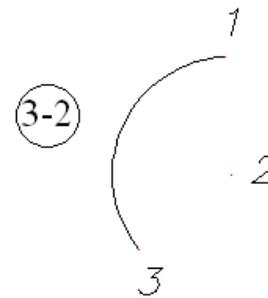


Рис. 1.12

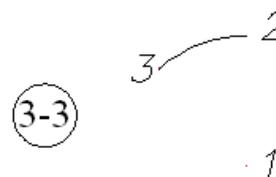


Рис. 1.13

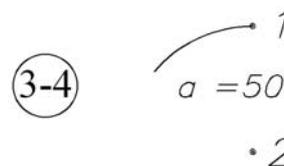


Рис. 1.14

5. Команда: Рисование → Дуга → Продолжить.

Сначала нужно построить дугу между точками 1 и 2 (рис. 1.15), используя команду **Дуга → Начало, Центр, Конец**.

Затем вызвать команду **Дуга → Продолжить** и, отвечая на запросы в командной строке, указать последовательно точки 3, 4, 5 и 6.

Полученная кривая линия должна иметь вид, приведенный на рис. 1.15.

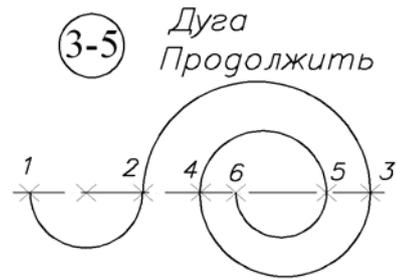


Рис. 1.15

Упражнение 4. Круг

Построения, выполняемые на экране

Команду **Круг** можно вызвать либо в верхнем (падающем) меню, выбрав команду **Рисование → Круг**, либо нажав кнопку на панели **Рисование** (рис. 1.2)

Дальнейшие действия выполняются в диалоговом режиме.

Система AutoCAD2008 предоставляет несколько способов вычерчивания окружности.

1. Команда: Рисование → Круг → Центр, Радиус.

После выбора этой команды нужно указать мышью центр окружности (точка 1, пример 4-1 на рис. 1.16), затем ввести с клавиатуры радиус окружности, равный **15** и нажать **Enter**.

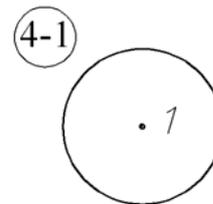


Рис. 1.16

2. Команда: Рисование → Круг, Центр, Диаметр.

После выбора этой команды нужно указать центр окружности (точка 1, пример 4-2 на рис. 1.17), затем ввести диаметр окружности, равный **15**.

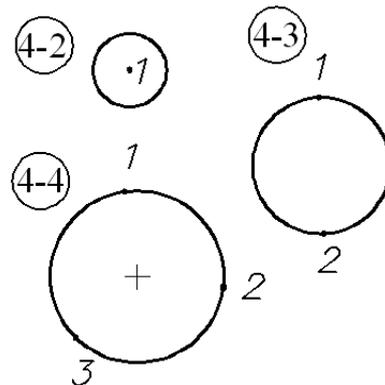


Рис. 1.17

3. Команда: Рисование → Круг → По двум точкам.

После выбора этой команды указать 1-ю точку окружности (точка 1, пример 4-3 на рис. 1.17), а затем 2-ю точку.

4. Команда: Рисование → Круг → По 3-м точкам.

После выбора этой команды указать мышью 1-ю точку окружности, затем 2-ю и 3-ю точки (пример 4-4 на рис. 1.17).

5. Команда: Рисование → Круг → Касательная, Касательная, Радиус.

Сообщение системы: Укажите точку на объекте, задающую первую касательную:

Ваш ответ: Выбрать точку на верхнем отрезке (показано стрелкой на рис. 1.18).

Сообщение системы: Укажите точку на объекте, задающую вторую касательную:

Ваш ответ: Выбрать точку на нижнем отрезке (показано стрелкой на рис. 1.18).

Сообщение системы: Радиус круга:

Ваш ответ: Набрать на клавиатуре **20** и нажать **Enter**.

Система построит вписанную окружность, как показано на рис. 1.19, пример 4-5.

6. Данный пример выполняется аналогично примеру 4-5 (команда Рисование → Круг → Касательная, Касательная, Радиус).

В качестве первой касательной выбрать окружность большого диаметра. Второй касательной является окружность малого диаметра. Задать радиус круга **10** мм. Система построит вписанную окружность, как показано на рис. 1.19, пример 4-6.

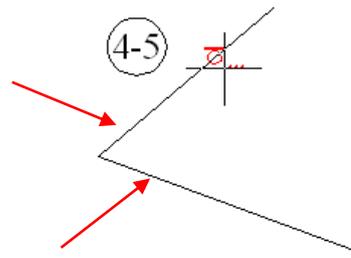


Рис. 1.18

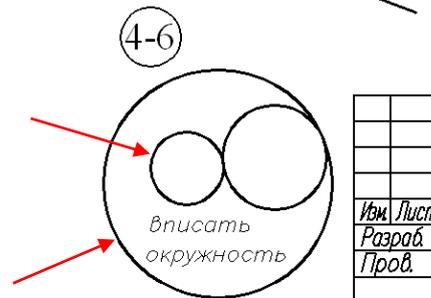
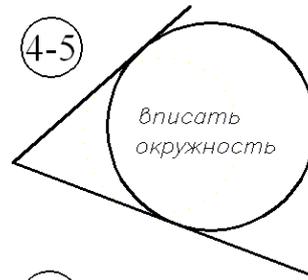


Рис. 1.19

Упражнение 5. Кольцо

Командная строка и построения на экране

1. Выбрать команду Рисование → Кольцо в верхнем меню.

Сообщение системы: Внутренний диаметр кольца < по умолчанию 0.5>:

Ваш ответ: Ввести размер внутреннего диаметра **16** и нажать **Enter** (рис. 1.20).

Сообщение системы: Внешний диаметр кольца <1.0>:

Ваш ответ: Ввести внешний диаметр **22.5** (после цифр 22 вводится точка!) и нажать **Enter** (рис. 1.21).

Сообщение системы: Центр кольца:

Ваш ответ: Указать курсором положение точки **1** (см. пример 5-1 на рис. 1.22).

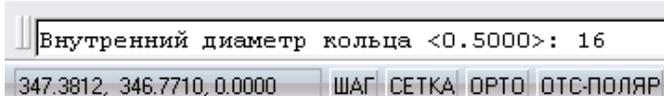


Рис. 1.20

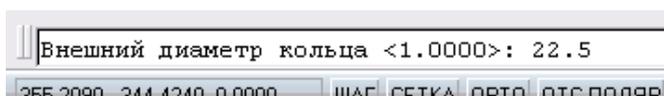
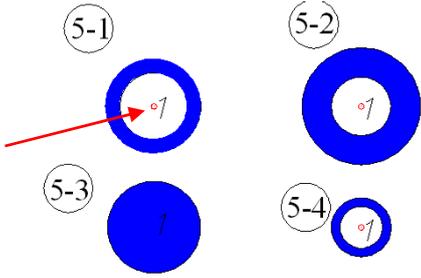


Рис. 1.21

<p>2. Команда Рисование → Кольцо. Построить кольцо с внутренним диаметром, равным 14 мм; наружный 28 мм (пример 5-2 на рис. 1.22).</p> <p>3. Команда Рисование → Кольцо. Построить кольцо с внутренним диаметром, равным 0 мм; наружный 22 мм (пример 5-3 на рис. 1.22).</p> <p>4. Команда Рисование → Кольцо. Построить кольцо с внутренним диаметром, равным 10 мм; наружный 14.5 мм (пример 5-4 на рис. 1.22).</p>	 <p>Рис. 1.22</p>
---	---

Упражнение 6. Текст **A**

Перед выполнением данного упражнения необходимо настроить текст так, чтобы шрифт соответствовал требованиям стандарта ГОСТ 2.304–81 «Шрифты». Для этого:

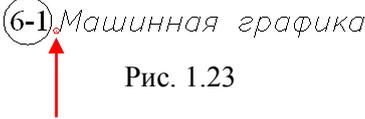
1. Вызвать команду меню **Формат** → **Текстовый стиль**.
2. Создать текстовый стиль (задать имя Стил1 или любое иное, выбрать из списка шрифтов имя «simplex.shx» и задать угол наклона шрифта 15 градусов).
3. Нажать кнопку **Сделать текущим** и перейти к командам ввода текста. Текстовый стиль, содержащий шрифт «simplex.shx» уже может быть задан другими пользователями системы. В этом случае достаточно выбрать этот шрифт из списка в окне **Текстовые стили** и сделать его текущим.

Способы вызова команды **Текст**:

- выбрать в верхнем меню: **Рисование** → **Текст** → **Одностроковый** либо
- выбрать кнопку **A** на панели **Рисование**.

Во всех примерах данного упражнения записывается одна и та же фраза: *Машинная графика*. При этом она будет смещаться вправо или влево, слова будут растягиваться или сжиматься, а в примере 6-8 строка займет вертикальное положение.

Упражнение 6 выполняется в следующей последовательности.

<p>1. Набор текста. Выбрать команду Рисование → Текст → Одностроковый. Сообщение системы в командной строке: Начальная точка текста или [Выравнивание/ Стил]. Ваш ответ: Подвести курсор к красной точке возле цифр 6-1 и щелкнуть мышью (рис. 1.23). Сообщение системы: Высота (шрифта) <2.5>: Ваш ответ: Ввести 5 и нажать Enter. Сообщение системы: Угол поворота текста <0>: Ваш ответ: Ввести 0 и нажать Enter. Сообщение системы: (Введите текст): Ваш ответ: Набрать текст Машинная графика и нажать клавишу Enter два раза. Введенный текст должен полностью совпасть с текстом на чертеже. При вводе текста можно воспользоваться дополнительными функциями системы AutoCAD, которые рассмотрены ниже.</p>	 <p>Рис. 1.23</p>
--	--

2. Выравнивание текста.
 Применим эту опцию при вводе текста.
 Вызвать команду **Текст → Однострочковый**.
Сообщение системы: Начальная точка текста или [Выравнивание/Стиль] (рис. 1.24).

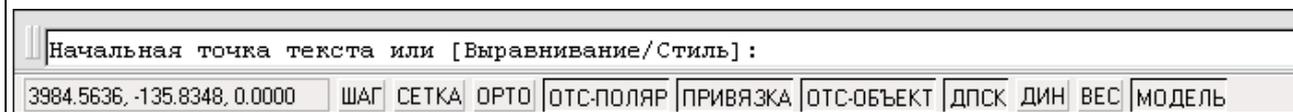


Рис. 1.24

Ваш ответ: Ввести русскую букву **В** и нажать клавишу **Enter**.
Сообщение системы: Задайте опцию [вписанный/Поширине/Центр/сЕредина/вПраво/ВЛ/ВЦ/ВП/СЛ/СЦ/СП/НЛ/НЦ/НП]: (рис. 1.25).

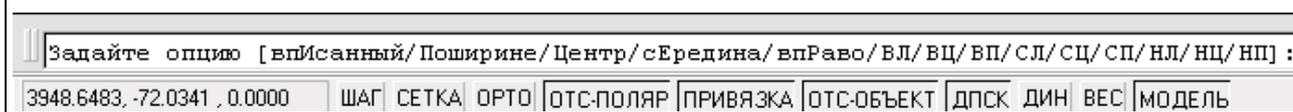


Рис. 1.25

Ваш ответ: Ввести русскую букву **Р** (т. е. задать правую точку текста) и нажать клавишу **Enter**.
Сообщение системы: Правая конечная точка базовой линии текста:
Ваш ответ: Курсором указать точку 6-2 (рис. 1.26). Далее вводится текст **Машинная графика** и дважды нажимается клавиша **Enter**.
 В некоторых случаях система запрашивает высоту текста и угол поворота строки. Нужно следить за командной строкой и отвечать на эти запросы прежде, чем вводить текст.

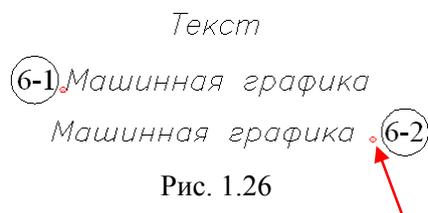


Рис. 1.26

3. Центрирование текста.
 Для того чтобы **центрировать текст относительно заданной точки**, нужно выполнить следующее.
 Вызвать команду **Текст → Однострочковый**.
Сообщение системы: Начальная точка текста или [Выравнивание/Стиль]:
Ваш ответ: Ввести русскую букву **В** и нажать клавишу **Enter**.
Сообщение системы: Задайте опцию [вписанный/Поширине/Центр/сЕредина/вПраво/ВЛ/ВЦ/ВП/СЛ/СЦ/СП/НЛ/НЦ/НП]: (рис. 1.27).

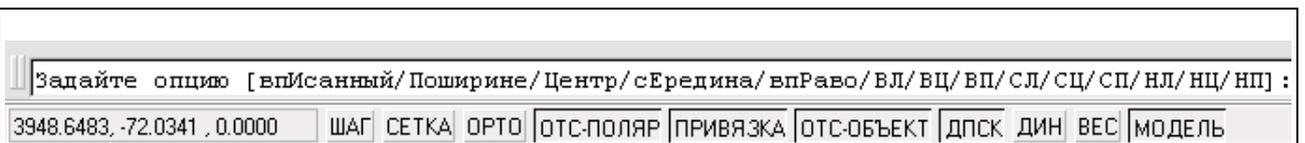


Рис. 1.27

Ваш ответ: ввести букву **Ц** и нажать клавишу **Enter**.
Здесь в качестве опорной точки курсором указать точку 6-3 (рис. 1.28). Далее вводится высота текста (если этот запрос есть в командной строке) либо сразу вводится текст **Машинная графика** и дважды нажимается клавиша **Enter**.



Рис. 1.28

4–5. Вписанный текст.

Текст можно вписать в промежуток между двумя заданными точками. Для этого необходимо выполнить следующее.

Вызвать команду **Текст → Однострочковый**.

Сообщение системы в командной строке: Начальная точка текста или [Выравнивание/Стиль]: (рис. 1.29).

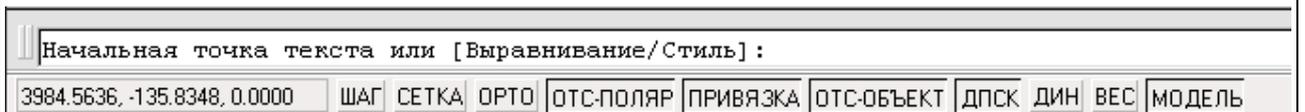


Рис. 1.29

Ваш ответ: Ввести русскую букву **В** и нажать клавишу **Enter**.

Сообщение системы: Задайте опцию [вПисанный/Поширине/Центр/сЕредина/вПраво/ВЛ/ВЦ/ВП/СЛ/СЦ/СП/НЛ/НЦ/НП]:

Ваш ответ: Ввести букву **П** и нажать клавишу **Enter**.

Сообщение системы: Первая конечная точка базовой линии текста (Указать начало текстовой строки):

Ваш ответ: Указать положение точки 6-4 на чертеже (рис. 1.30).

Сообщение системы: Вторая конечная точка базовой линии текста (Указать конечную точку текста):

Ваш ответ: Подвести курсор к точке 6-5 и нажать левую кнопку мыши.

Сообщение системы: Высота <2.5> (Указать высоту шрифта): (этого запроса может и не быть).

Ваш ответ: Ввести цифру **5** и нажать **Enter**. Далее вводится текст **Машинная графика** и дважды нажимается клавиша **Enter**.

Текст должен разместиться между точками 6-4 и 6-5 (рис. 1.30).

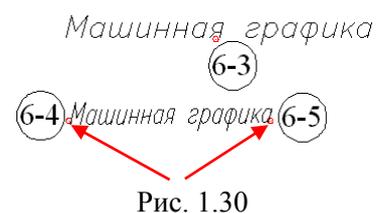


Рис. 1.30

Лабораторная работа № 2 ГРАФИЧЕСКИЕ ПРИМИТИВЫ-2

Цель работы: Изучить команды системы AutoCAD, применяемые для построения простейших базовых геометрических элементов. Овладеть навыками управления системой.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Вывести на экран чертеж-шаблон лабораторной работы № 2.

Выполнить графические построения, используя команды ПОЛИЛИНИЯ, СПЛАЙН, ЭЛЛИПС, ПРЯМОУГОЛЬНИК, МНОГОУГОЛЬНИК, ШТРИХОВКА.

Заполнить основную надпись.

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1. Загрузить систему AutoCAD.

2. В верхнем меню выбрать строку **Лабораторные работы**. Раскрыть это меню, выбрать строку **Лабораторная работа № 2 «Примитивы-2»** и вывести чертеж-задание на экран.

3. Выполнить упражнения 1–7, следуя указаниям, приведенным ниже. Все линии проводить поверх зеленых линий на чертеже-шаблоне.

В данной работе рассматриваются команды построения следующих графических примитивов: ПОЛИЛИНИЯ, СПЛАЙН, ЭЛЛИПС, ПРЯМОУГОЛЬНИК, МНОГОУГОЛЬНИК, ШТРИХОВКА. Размещение этих примитивов на панели инструментов **Рисование** показано на рис. 2.1.

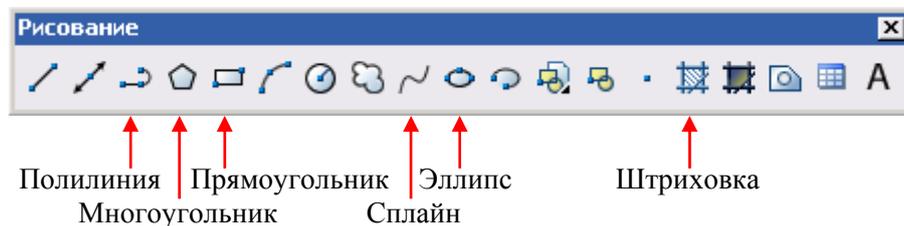


Рис. 2.1. Панель инструментов **Рисование**

Упражнение 1. Полилиния ↩

Выполнить построение геометрических фигур с помощью специальной линии с изменяемой шириной – **Полилинии**.

Команду **Полилиния** можно вызвать либо в верхнем (падающем) меню, выбрав команду **Рисование** → **Полилиния**, либо нажав кнопку  на инструментальной панели **Рисование**.

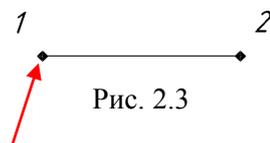
Дальнейшие действия выполняются в диалоговом режиме. Сообщения системы выводятся в нижней части экрана в командной строке, которая начинается со слова **Команда:** (рис. 2.2).



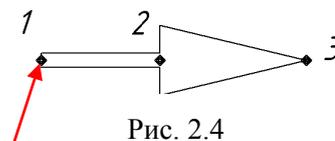
Рис. 2.2. Командная строка

Сообщение системы в командной строке: Начальная точка:
Ваш ответ: Указать с помощью мыши положение точки 1 на горизонтальном отрезке (указано стрелкой на рис. 2.3).
Сообщение системы: Следующая точка или [Дуга/Полуширина/длина/Отменить/Ширина]:
Ваш ответ: Ввести букву **Ш** (для задания ширины полилинии) и нажать клавишу **Enter**.
Сообщение системы: Начальная ширина <По умолчанию 0.0000>:
Ваш ответ: Ввести значение ширины полилинии (цифру **2**) и нажать **Enter**.
Сообщение системы: Конечная ширина <По умолчанию 2.0000>:
Ваш ответ: Ввести еще раз значение ширины полилинии (цифру **2**) и нажать **Enter**.
Сообщение системы: Следующая точка или [Дуга/Полуширина/длина/Отменить/Ширина]:
Ваш ответ: Мышью указать конечную точку 2 на отрезке. Для завершения работы с полилинией нажать клавишу **Enter**.

1 Полилиния

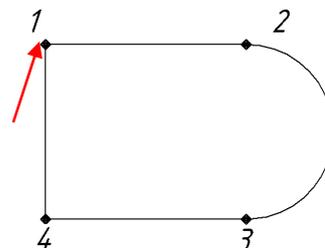


Примитив **Полилиния** позволяет чертить сложные объекты, например **стрелку**, очертания которой представлены на чертеже задании (рис. 2.4).
 Для построения стрелки нужно:
Шаг 1. Вызвать команду **Полилиния** любым из перечисленных выше способом.
Шаг 2. Указать мышью точку 1 на стрелке (рис. 2.4).
Шаг 3. Ввести букву **Ш** и задать начальную ширину полилинии, равную **2** мм, затем конечную ширину, также равную **2** мм, нажимая после каждого ввода клавишу **Enter**.
Шаг 4. Провести мышью линию в точку 2 на стрелке.
Шаг 5. Ввести букву **Ш** и задать начальную ширину полилинии, равную **10** мм, нажимая после каждого ввода клавишу **Enter**.
Шаг 6. Задать конечную ширину полилинии, равную **0** мм, нажать клавишу **Enter**.
Шаг 7. Указать мышью точку 3 на стрелке.



*Прервать работу с полилинией можно нажатием на клавишу **Esc***

В следующем примере с помощью примитива **Полилиния** начертить замкнутый контур, показанный на рис. 2.5.
Шаг 1. Вызвать команду **Полилиния**, указать точку 1, ввести начальную и конечную ширину полилинии 1 мм. Последовательность ввода ширины полилинии приведена выше на примере построения отрезка.
Шаг 2. Указать мышью положение точки 2.
Шаг 3. Между точками 2 и 3 начертить дугу, не выходя из команды **Полилиния**. Для этого в ответ на **сообщение системы:** Следующая точка или [Дуга/Полуширина/длина/Отменить/Ширина]: нужно выбрать опцию **Дуга**, т. е. ввести букву **Д**, нажать клавишу **Enter** и мышью подвести изогнутую линию в точку 3.



Шаг 4. Начертить прямой участок полилинии между точками 3 и 4, для чего в ответ на **сообщение системы:** Конечная точка дуги или [Угол/Центр/Замкнуть/Направление/Полушина/Линейный/Радиус/Вторая/Отменить/Ширина]: нужно выбрать опцию **Линейный** (ввести букву **Л** и нажать клавишу **Enter**).

Шаг 5. Затем указывается точка 4, после чего выбирается опция **Замкнуть** (ввести букву **З**), и система сама достраивает замкнутый контур.

Для вычерчивания следующего плоского контура также применяется примитив **Полилиния**.

Шаг 1. Вызвать команду **Полилиния**, указать мышью точку 1 (рис. 2.6), ввести ширину полилинии **1 мм** (для этого ввести букву **Ш**, затем начальную ширину **1 мм**, затем конечную ширину **1 мм**) и прочертить отрезок в точку 2.

Шаг 2. Начертить дугу. Для этого в ответ на **сообщение системы:** Следующая точка или [Дуга/Полуширина/длина/Отменить/Ширина]: нужно выбрать опцию **Дуга**, т. е. ввести букву **Д** и нажать клавишу **Enter**.

Шаг 3. В данном примере направление дуги не совпадает с приведенным на чертеже. Здесь необходимо в ответ на **сообщение системы:** Конечная точка дуги или [Угол/Центр/Замкнуть/Направление/Полуширина/Линейный/Радиус/Вторая/Отменить/Ширина]: ввести букву **Н (Направление)** и нажать клавишу **Enter**.

Шаг 4. В ответ на **сообщение системы:** Направление касательной для начальной точки дуги: мышью указать направление касательной (провести из точки 2 отрезок вертикально, как показано на рис. 2.7, и нажать левую клавишу мыши), после чего продолжить вычерчивание дуги, т. е. указать конечную точку дуги – точку 3.

Шаг 5. Не выходя из команды **Полилиния** перейти от вычерчивания дуги к вычерчиванию прямых отрезков. Для этого необходимо в ответ на **сообщение системы:** Конечная точка дуги или [Угол/Центр/Замкнуть/Направление/Полушина/Линейный/Радиус/Вторая/Отменить/Ширина]: выбрать букву **Л (Линейный)**, нажать клавишу **Enter** и продолжить построение прямоугольной части контура в точках 3–4–5–6–1.

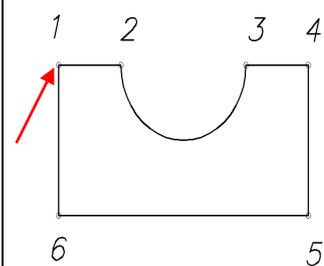


Рис. 2.6

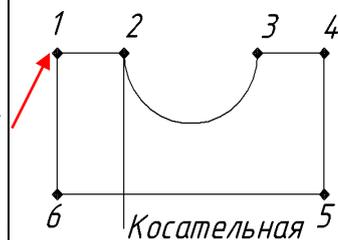


Рис. 2.7

Для вычерчивания **окружности** (следующий пример на чертеже-задании) также используется команда **Полилиния**.

Шаг 1. Вызвать команду **Полилиния** и выбрать мышью начальную точку 1 на окружности (показано стрелкой на рис. 2.8).

Далее нужно следить за сообщениями системы в командной строке.

Шаг 2. Выбрать режим вычерчивания дуги (ввести букву **Д** и нажать клавишу **Enter**).

Шаг 3. Из списка опций в командной строке выбрать опцию **Центр**, введя букву **Ц**. Нажать клавишу **Enter**.

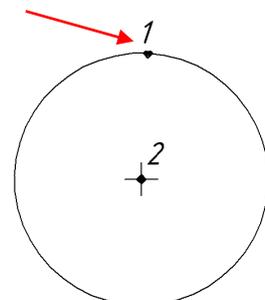


Рис. 2.8

<p>Шаг 4. В качестве центра указать точку 2, начертить произвольный участок дуги (незамкнутую окружность) и нажать левую кнопку мыши.</p> <p>Шаг 5. Выбрать опцию Замкнуть, введя букву З. Нажать клавишу Enter.</p> <p>На экране появится замкнутая окружность.</p>	
---	--

Упражнение 2. Сплайн 

Примитив **Сплайн** позволяет строить плавную кривую линию по заданным точкам. Команду **Сплайн** можно вызвать либо в верхнем (падающем) меню, выбрав команду **Рисование** → **Сплайн**, либо нажав кнопку  на инструментальной панели **Рисование**.

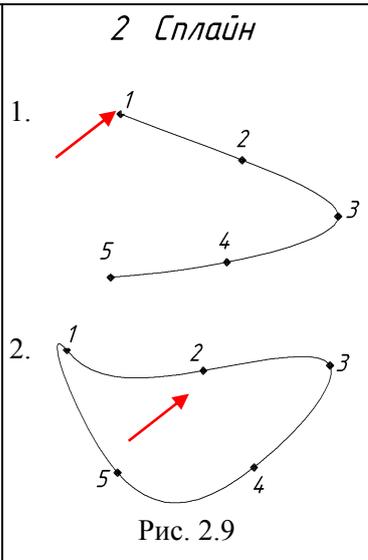
Дальнейшие действия выполняются в диалоговом режиме. Сообщения системы выводятся в нижней части экрана в строке, которая начинается со слова **Команда**.

Шаг 1. Построение разомкнутой кривой после вызова команды **Сплайн**.

Сообщение системы в командной строке: Первая точка или [Объект]:

Ваш ответ: Указать первую точку сплайна (рис. 2.9), затем далее последовательно все остальные. После окончания ввода точек **три раза** нажать клавишу **Enter**.

Шаг 2. Для построения замкнутого сплайна (вторая фигура на рис. 2.9) нужно последовательно указать все точки на кривой и после определения последней точки ввести букву **З** и **два раза** нажать клавишу **Enter**.



Упражнение 3. Эллипс 

Команду **Эллипс** можно вызвать либо в верхнем (падающем) меню, выбрав команду **Рисование** → **Эллипс**, либо нажав кнопку  на инструментальной панели **Рисование**.

Дальнейшие действия выполняются в диалоговом режиме. Сообщения системы выводятся в нижней части экрана в командной строке, которая начинается со слова **Команда**.

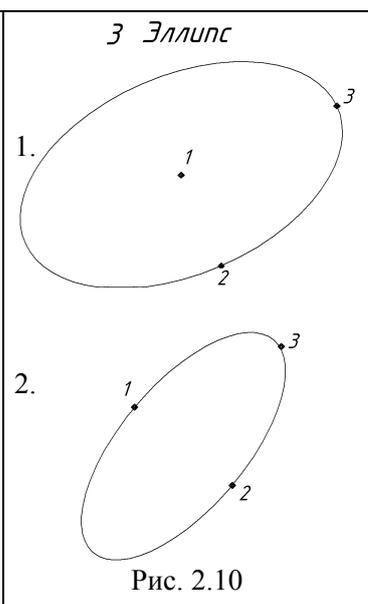
В системе AutoCAD существует несколько способов вычерчивания эллипса.

Эллипсы, приведенные на чертеже-задании, можно построить любым из 3-х способов, которые вызываются из верхнего меню:

1. **Рисование** → **Эллипс** → **По центру**. В этом случае указывается сначала точка 1 – центр эллипса (рис. 2.10), затем конечные точки на осях эллипса (точки 2 и 3).

2. **Рисование** → **Эллипс** → **Ось, конец**. В этом случае указываются точки 1 и 2 на малой оси эллипса, а точка 3 задается на большой оси.

3. **Рисование** → **Эллипс** → **Дуга**. В этом режиме построения выполняются аналогично п. 2.



Упражнение 4. Прямоугольник

Команду **Прямоугольник** можно вызвать либо в верхнем (падающем) меню, выбрав команду **Рисование** → **Прямоугольник**, либо нажав кнопку  на инструментальной панели **Рисование**.

Дальнейшие действия выполняются в диалоговом режиме. Сообщения системы выводятся в нижней части экрана в командной строке, которая начинается со слова **Команда**.

1. Построение прямоугольника.
 Вызвать команду **Рисование** → **Прямоугольник**.
Сообщение системы в командной строке: Первый угол или [Фаска/Уровень/Сопряжение/Высота/Ширина]:
Ваш ответ Указать точку 1 прямоугольника (рис. 2.11).
Сообщение системы: Второй угол или [Площадь/Размеры/поворот]:
Ваш ответ: Указать точку 2 прямоугольника.

4 Прямоугольник



Рис. 2.11

2. Построение прямоугольника со скошенными углами (фасками).
 Вызвать команду **Прямоугольник**.
Сообщение системы в командной строке: Первый угол или [Фаска/Уровень/Сопряжение/Высота/Ширина]:
Ваш ответ: Выбрать опцию **Фаска**, введя букву **Ф**. Нажать **Enter**.
Сообщение системы: Длина первой фаски прямоугольников <0.00>:
Ваш ответ: Ввести цифру **5** и нажать **Enter**.
Сообщение системы: Длина второй фаски прямоугольников <5.00>:
Ваш ответ: Нажать **Enter** (т. е. сохранить тот же размер **5** мм). Затем указать курсором на чертеже точки 1 и 2 прямоугольника (рис. 2.12).

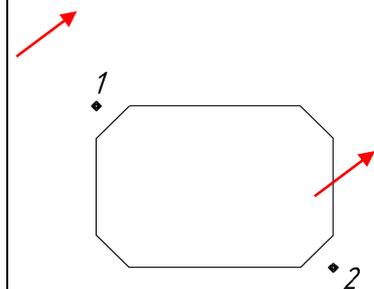


Рис. 2.12

3. Построение прямоугольника со скругленными углами (сопряжение).
 Вызвать команду **Прямоугольник**.
Сообщение системы в командной строке: Первый угол или [Фаска/Уровень/Сопряжение/Высота/Ширина]:
Ваш ответ: Выбрать опцию **Сопряжение**, введя букву **С**. Нажать **Enter**.
Сообщение системы: Радиус сопряжения прямоугольников <0.00>:
Ваш ответ: Ввести цифру **5** и нажать **Enter**. Затем мышью указать точки 1 и 2 прямоугольника (рис. 2.13).

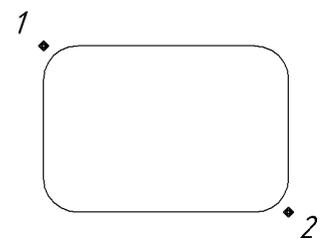


Рис. 2.13

Упражнение 5. Многоугольник

Команду **Многоугольник** можно вызвать либо в верхнем (падающем) меню, выбрав команду **Рисование** → **Многоугольник**, либо нажав кнопку  на инструментальной панели **Рисование**.

Дальнейшие действия выполняются в диалоговом режиме. Сообщения системы выводятся в нижней части экрана в командной строке, которая начинается со слова **Команда**.

1. Построение вписанного шестиугольника.

Вызвать команду **Рисование** → **Многоугольник**.

Сообщение системы в командной строке:
_polygon Число сторон <4>:

Ваш ответ: Ввести цифру **6** (для построения шестиугольника) и нажать **Enter**.

Сообщение системы: Укажите центр многоугольника или [Сторона]:

Ваш ответ: Мышью указать центр многоугольника (рис. 2.14).

Сообщение системы: Задайте опцию размещения [Вписанный в окружность/Описанный вокруг окружности]<В>:

Ваш ответ: Ввести букву **В** и нажать **Enter**.

Сообщение системы: Радиус окружности:

Ваш ответ: Ввести **17** и нажать **Enter**.

5 Многоугольник
вписанный

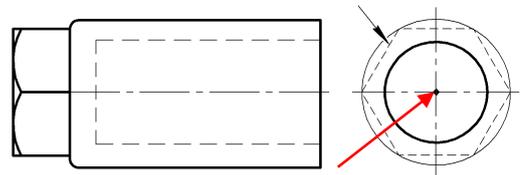


Рис. 2.14

2. Построение описанного шестиугольника.

Вызвать команду **Рисование** → **Многоугольник**.

Сообщение системы в командной строке:
_polygon Число сторон <6>:

Ваш ответ: нажать **Enter**.

Сообщение системы: Укажите центр многоугольника или [Сторона]:

Ваш ответ: Мышью указать центр многоугольника (рис. 2.15).

Сообщение системы: Задайте опцию размещения [Вписанный в окружность/Описанный вокруг окружности]<В>:

Ваш ответ: Ввести букву **О** и нажать **Enter**.

Сообщение системы: Радиус окружности:

Ваш ответ: Указать мышью точку на окружности так, чтобы вершины описанного шестиугольника расположились на вертикальной оси (рис. 2.15).

описанный

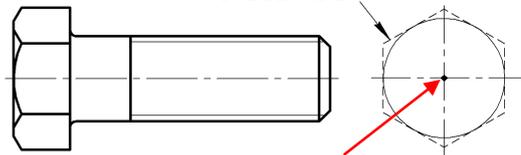


Рис. 2.15

Упражнение 6. Штриховка

Команду **Штриховка** можно вызвать либо в верхнем (падающем) меню, выбрав команду **Рисование** → **Штриховка**, либо нажав кнопку  на инструментальной панели **Рисование**.

Дальнейшие действия выполняются в диалоговом режиме. Сообщения системы выводятся в нижней части экрана в командной строке, которая начинается со слова **Команда**.

Система заполняет отмеченную область штриховочным узором, который рассматривается как единый объект. Заполнение области производится из стандартного набора шаблонов, пользователь может добавить свои шаблоны штриховки.

Перед вызовом команды штрихования нужно поменять слой, сделав текущим слой **Тонкий**. Список слоев, используемых в чертеже, находится на инструментальной панели **Слой** (рис. 2.16). Чтобы выбрать из списка какой-либо слой и сделать его текущим, необходимо нажать на панели на кнопку , в раскрывшемся списке подвести курсор к названию слоя и нажать левую кнопку мыши. Если слоя с таким именем нет, то его можно **создать** с помощью **Диспетчера свойств слоев** (находится в верхнем меню: **Формат** → **Слой**), затем объявить созданный слой **Текущим**.

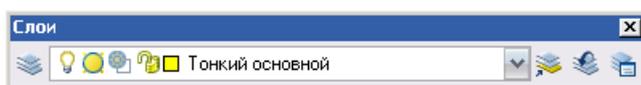


Рис. 2.16. Панель **Слой**

После ввода команды **Рисование** → **Штриховка** появляется диалоговое окно **Штриховка и градиент**. При первом вызове команды окно нужно настроить, как показано на рис. 2.17.

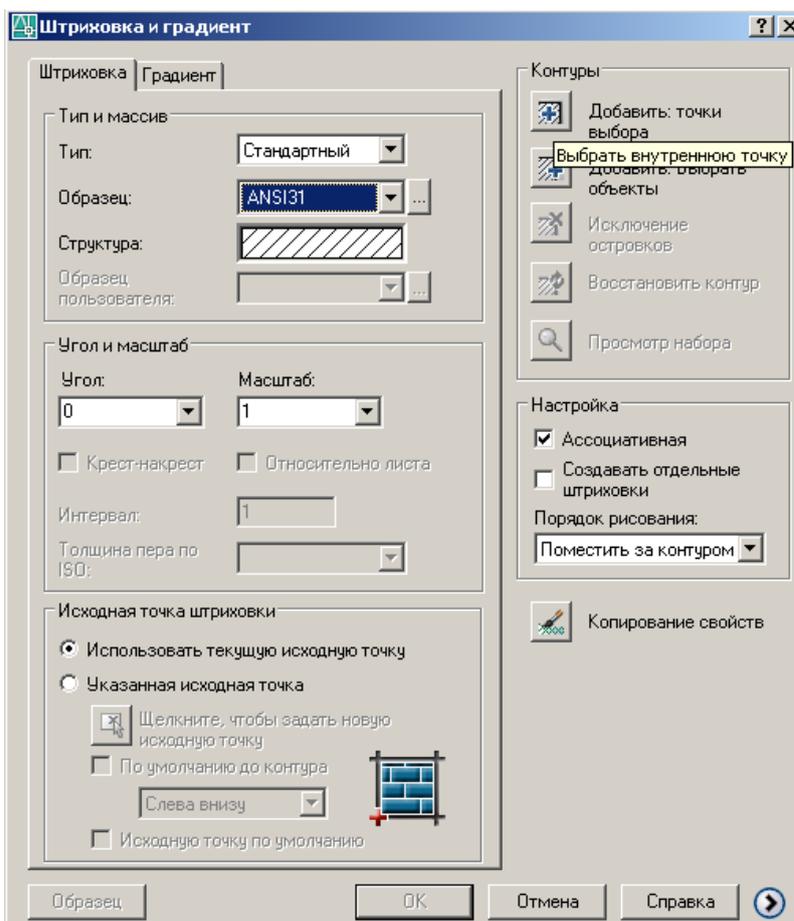


Рис. 2.17. Диалоговое окно **Штриховка и градиент**

Для выбора вида штриховки, используемой в черчении, нужно подвести курсор к полю **Образец**, раскрыть его, выбрать шаблон штриховки **ANSI31**. Затем перевести курсор к полю **Контуры**, нажать кнопку **Добавить: Точки выбора**. После этого происходит возврат к чертежу, на котором нужно указать точку внутри области штрихования (рис. 2.18), и нажать на клавиатуре клавишу **Enter**. Можно указать сразу несколько областей для штрихования, главное, чтобы они представляли собой замкнутые контуры. После нажатия на клавиатуре клавиши **Enter** на экране вновь появится диалоговое окно **Штриховка и градиент**. Если границы контура определены (контур замкнут), можно нажать кнопку **ОК** в нижней части диалогового окна. Выбранный контур или контуры будут заштрихованы.

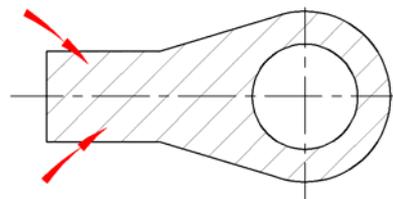


Рис. 2.18

В следующем примере представлен продольный разрез детали – поверхности вращения (рис. 2.19). Необходимо заштриховать верхнюю и нижнюю части детали. Штрихование выполняется с помощью команды **Рисование → Штриховка**. Здесь указываются по одной точке в верхнем и нижнем контурах для штрихования, затем нажимается клавиша **Enter** на клавиатуре. Для завершения операции мышью нажимается кнопка **ОК** в диалоговом окне **Штриховка и градиент**.

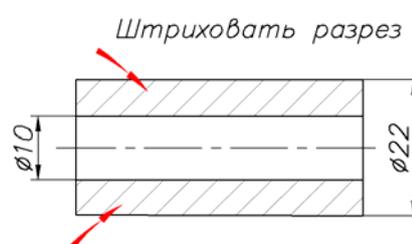


Рис. 2.19

В следующем примере представлена деталь – поверхность вращения (рис. 2.20). С левой стороны нужно заштриховать местный разрез, учитывая, что деталь содержит наружную и внутреннюю резьбу. Команды штрихования те же, что и в предыдущих примерах, нужно только правильно выбрать контуры для штрихования.

С правой стороны наружная поверхность детали имеет сетчатое рифление. Согласно ГОСТ 21474–75, данный вид рифления условно изображается тонкими линиями, наклоненными под углом $\pm 30^\circ$ относительно горизонтальной оси. Для нанесения линий рифления необходимо также использовать команду **Рисование → Штриховка**. Затем в диалоговом окне (рис. 2.17) выбрать шаблон штриховки **ANSI31** (тот же, что и в предыдущем примере). Далее в этом же окне перейти на поле **Угол** и выбрать значение 105° . Затем перевести курсор к полю **Контуры**, нажать кнопку **Добавить: Точки выбора**. После этого происходит возврат к чертежу, на котором нужно указать точку внутри области штрихования (рифление на рис. 2.20) и нажать на клавиатуре клавишу **Enter**. На экране вновь появится диалоговое окно **Штриховка и градиент**, здесь нужно просто нажать кнопку **ОК**. Выбранный контур будет заштрихован под углом -30° . Для нанесения линий рифления под углом $+30^\circ$ нужно повторить перечисленные выше операции, выбрав в диалоговом окне **Штриховка и градиент** в поле **Угол** значение 165° .

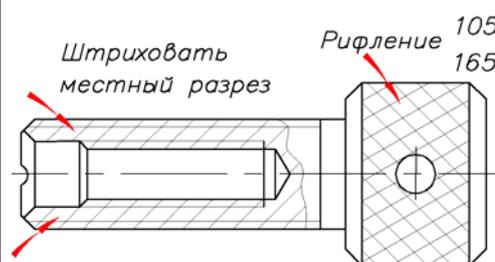


Рис. 2.20

Штрихование следующего контура, приведенного на рис. 2.21, выполняется также с помощью команды **Рисование** → **Штриховка**, необходимо только в диалоговом окне **Штриховка и градиент** в поле **Угол** установить значение 0° (при условии, что выбран шаблон штриховки **ANSI31**). Обратит внимание на то, линии штриховки не пересекают надпись.



Рис. 2.21

В следующем примере нужно заштриховать три квадратных объекта (рис. 2.22). Для выборочного штрихования отдельных контуров на одном объекте используется дополнительная вкладка **Островки** диалогового окна **Штриховка и градиент**.

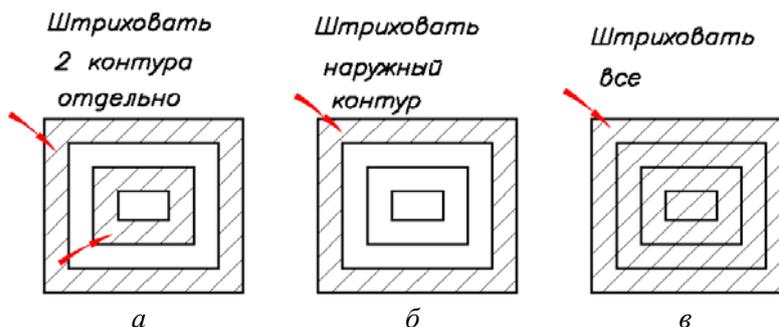


Рис. 2.22

Для штрихования двух контуров на первом объекте (рис. 2.22, а) необходимо выполнить следующие операции:

1. Вызвать команду **Рисование** → **Штриховка**.
2. В диалоговом окне **Штриховка и градиент** (рис. 2.17) нажать стрелку  в нижнем правом углу и раскрыть вкладку **Островки** (рис. 2.23).

3. Выбрать тип отображения островков **Обычное**. В этом случае штрихуется указанная область, затем чередуются незаштрихованные и заштрихованные вложенные области.

4. Перевести курсор к полю **Контур**, нажать кнопку **Добавить: Точки Выбора**. После этого происходит возврат к чертежу, на котором нужно указать точку внутри области штрихования на внешнем контуре (как указывает верхняя стрелка на рис. 2.22, а) и нажать на клавиатуре клавишу **Enter**. На экране вновь появится диалоговое окно **Штриховка и градиент**, здесь нужно просто нажать кнопку **ОК**. Выбранные контуры будут заштрихованы, как показано на рис. 2.22, а.

Для штрихования наружного контура на втором объекте (рис. 2.22, б) нужно выполнить приведенные выше п.п.1–4, только в п. 3. выбрать тип отображения островков **Внешний**. В этом случае штрихуется самая крайняя из вложенных областей.

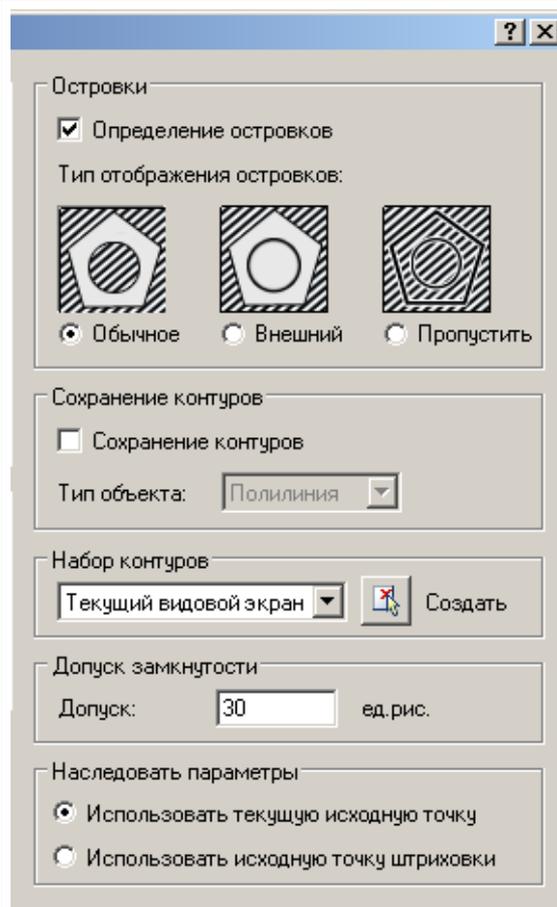


Рис. 2.23. Диалоговое окно с выбранной вкладкой **Островки**

Для сплошного штрихования объекта, показанного на рис. 2.22, в, нужно также выполнить приведенные выше п.п.1–4, только в п. 3. выбрать тип отображения островков **Пропустить**. В этом случае игнорируются контуры внутренних вложенных областей и штрихуется вся площадь, ограниченная контуром внешней области.

Упражнение 7. Заштриховать четыре детали на фрагменте сборочного чертежа

На данном чертеже приведены:

- резьбовое соединение деталей поз. 1 и поз. 4 болтом, гайкой и шайбой;
- резьбовое соединение деталей поз. 2 и поз. 4 винтом;
- резьбовое соединение деталей поз. 3 и поз. 4 шпилькой, гайкой и шайбой.

На месте главного вида выполнен разрез. Согласно требованиям стандартов ЕСКД, стандартные изделия, к которым относятся болты, гайки, шайбы и шпильки, на разрезах изображаются не рассеченными, т. е. не штрихуются. Следовательно, в данном задании необходимо заштриховать только детали, указанные позициями 1, 2, 3 и 4. Штриховка деталей выполняется с помощью команды **Рисование → Штриховка**, тип штриховки – стандартный, образец штриховки **ANSI31** (линии штриховки имеют угол наклона 45°).

При штриховании смежных деталей следует помнить, что штриховка этих деталей должна отличаться либо углом наклона линий, либо шагом штрихования.

Для изменения угла штрихования нужно в диалоговом окне **Штриховка и градиент** выбрать в поле **Угол** 90° . Линии штриховки в этом случае получат угол -45° .

Для изменения шага штрихования нужно в диалоговом окне **Штриховка и градиент** выбрать в поле **Масштаб** любое значение, не равное 1.

В данном упражнении выполнить штриховку четырех деталей, изменяя угол и шаг штриховки. На рис. 2.24 приведен фрагмент выполнения задания.

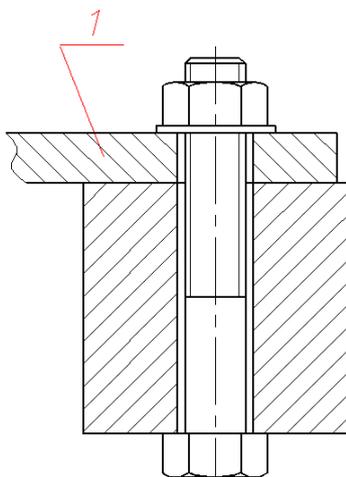


Рис. 2.24

С помощью команд меню **Формат → Слои** сделать текущим слой **Размерный**, заполнить основную надпись и сохранить чертеж под своим именем.

Предъявить чертеж со всеми построениями преподавателю.

Лабораторная работа № 3 ОБЪЕКТНЫЕ ПРИВЯЗКИ

Цель работы: Изучить режимы объектных привязок в системе AutoCAD. Выполнить геометрические построения и решить задачи по начертательной геометрии.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Вывести на экран чертеж-шаблон лабораторной работы № 3.

Выполнить графические построения, используя команды рисования ОТРЕЗОК, ДУГА, КРУГ, ШТРИХОВКА, ТЕКСТ и объектные привязки.

Оформить чертеж, учитывая, что шаблон имеет формат A2. Заполнить основную надпись.

Назначение объектных привязок

В данной работе рассматривается применение специальных средств, используемых в AutoCAD для повышения точности черчения, которые позволяют автоматически находить заданные точки на объектах. При этом не требуется точное подведение курсора к нужной точке, достаточно, чтобы она попала в поле прицела выбранной привязки. К таким точкам относятся начальная и конечная точки отрезка, средняя точка, точка пересечения объектов и т. д.

Объектная привязка работает только в тот момент, когда AutoCAD ожидает ввода координат точки (т. е. сначала выбирается команда рисования или редактирования, а затем указывается объектная привязка). Кроме того, существует возможность установки одного или нескольких видов объектной привязки в качестве текущих.

Панель **Объектная привязка** (рис. 3.1) обычно присутствует на рабочем поле. Она легко перемещается мышью и может располагаться в любой части экрана горизонтально или вертикально (при перемещении к левому или правому краю экрана).

В случае отсутствия панели на экране ее можно вызвать, если подвести курсор к любой другой открытой инструментальной панели, затем нажать ПРАВУЮ кнопку мыши и в раскрывшемся списке панелей выбрать **Объектная привязка**. Описание с назначением каждого символа можно увидеть, если подвести к символу курсор и приостановить мышью на 2–3 секунды. Для окончательного выбора привязки нажать левую клавишу мыши.

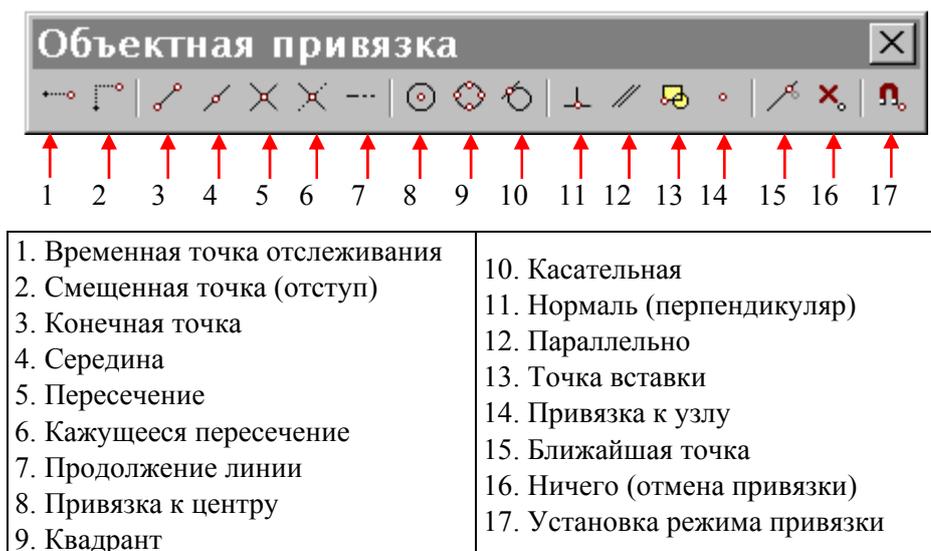


Рис. 3.1. Инструментальная панель **Объектная привязка**

Основные виды объектных привязок приведены в таблице.

Объектные привязки системы AutoCAD

Тип привязки	Пиктограмма	Описание
Привязка к центру		Находит центр круга или дуги
Привязка к конечной точке		Находит конечную точку отрезка или дуги
Привязка к пересечению		Находит пересечение двух отрезков, дуг либо пересечение любой их комбинации
Привязка к середине		Находит среднюю точку отрезка или дуги
Привязка Ближайшая		Находит точку на объекте, ближайшую к указанной точке
Привязка к узлу		Находит местоположение точечного объекта
Без привязки		Указывает системе не использовать какие-либо режимы объектной привязки
Привязка Перпендикуляр		Находит точку пересечения выбранного объекта и перпендикуляра к этому объекту из последней точки
Привязка Квадрант		Находит самую близкую точку к 0, 90, 180 или 270° относительно текущей ПСК на круге или дуге
Привязка Касательная		Предназначена для построения касательной к выбранному кругу или дуге

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1. Загрузить систему AutoCAD.
2. В верхнем меню выбрать мышью строку **Лабораторные работы** → **Лабораторная работа № 3 «Объектные привязки»** и вывести чертеж-задание на экран.
3. Выполнить упражнения 1–12, следуя указаниям, приведенным ниже.
Вызвать объектные привязки можно двумя способами:
 - использовать панель **Объектная привязка** с пиктограммами (рис. 3.1);
 - активизировать всплывающее курсорное меню, нажав одновременно клавишу **Shift** на клавиатуре и правую кнопку мыши.

Внимание! Вызвать объектную привязку можно только в тот момент, когда AutoCAD выполняет команды рисования или редактирования и ожидает ввода точки. При переходе к следующей точке нужно вновь выбрать объектную привязку (если не задан режим постоянной привязки).

Упражнение 1.

Провести отрезки, соединяющие точку 1 и концы дуги (рис. 3.2). Использовать привязки:

- **Привязка к узлу**  (точка 1);
- **Конечная точка**  (точка 2).

Последовательность выполнения упражнения следующая.

Шаг 1. Вызвать команду **Рисование** → **Отрезок**.

Шаг 2. На панели **Объектная привязка** выбрать кнопку **Привязка к узлу**.

Шаг 3. Подвести курсор к точке 1; когда появится метка привязки, щелкнуть мышью; затем на панели **Объектная привязка** выбрать привязку **Конечная точка**; провести отрезок в точку 2 на дуге и нажать левую клавишу мыши.

Шаг 4. Перейти к построению отрезка из точки 1 в точку 3. Для этого нужно вновь вызвать команду **Отрезок**. Для точки 1 выбрать на панели **Объектная привязка** → **Привязка к узлу** и провести отрезок в точку 3, предварительно выбрав на панели **Объектная привязка** кнопку **Конечная точка**.

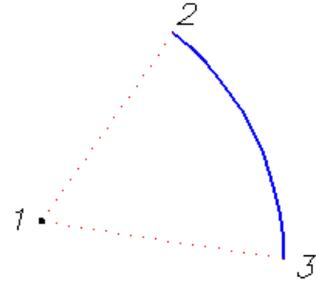


Рис. 3.2

Упражнение 2.

Провести отрезки из точки 1 к квадрантам окружности (рис. 3.3). Использовать привязки:

- **Привязка к узлу**  (точка 1);
- **Квадрант**  (точки 2–5).

Шаг 1. Вызвать команду **Рисование** → **Отрезок**.

Шаг 2. На панели привязок выбрать кнопку **Привязка к узлу**.

Шаг 3. Подвести курсор к точке 1. Когда появится метка привязки, щелкнуть мышью.

Шаг 4. Провести отрезок в верхнюю точку окружности (точка 2), предварительно выбрав привязку **Квадрант**, и после появления метки привязки нажать левую клавишу мыши.

Аналогично построить отрезки из точки 1 в точки 3, 4 и 5.

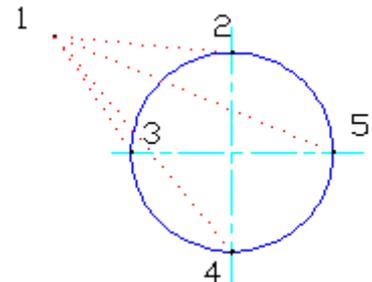


Рис. 3.3

Упражнение 3.

Построить окружность, вписанную в треугольник.

Центр вписанной окружности – это точка пересечения биссектрис. Сначала строим вспомогательную дугу с центром в вершине треугольника, а затем через ее середину проводим биссектрису.

Последовательность выполнения задания следующая.

1. Построить дугу с центром в нижней левой вершине треугольника (рис. 3.4).

Шаг 1. Вызвать команду черчения дуги **Рисование** → **Дуга** (начало-центр-конец).

Шаг 2. Выбрать объектную привязку **Ближайшая** .

Шаг 3. Указать начало дуги: подвести курсор к нижней стороне треугольника примерно посередине и нажать левую клавишу мыши.

Шаг 4. Указать центр дуги – нижнюю левую вершину треугольника привязка – **Пересечение** .

Шаг 5. Указать конец дуги: выбрать объектную привязку **Ближайшая** , затем подвести курсор к левой стороне треугольника примерно посередине и нажать левую клавишу мыши. В треугольнике появится дуга (рис. 3.4).

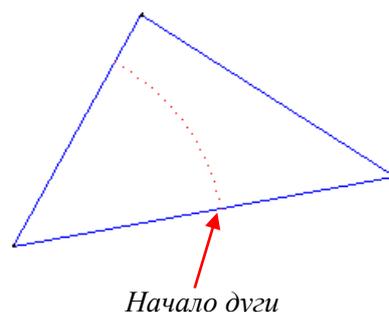


Рис. 3.4

2. Построить отрезок, соединяющий нижнюю вершину треугольника с серединой дуги (рис. 3.5).

Шаг 1. Вызвать команду черчения **отрезка** (меню **Рисование** → **Отрезок**).

Шаг 2. Указать первую точку отрезка – вершину треугольника. Привязка – **Пересечение** .

Шаг 3. Выбрать объектную привязку **Середина**  и подвести курсор к дуге (рис. 3.5). Когда появится метка привязки (треугольник), щелкнуть мышью.

Шаг 4. Продлить построенную биссектрису немного выше дуги, для этого щелкнуть по отрезку, а затем потянуть за верхнюю отметку.

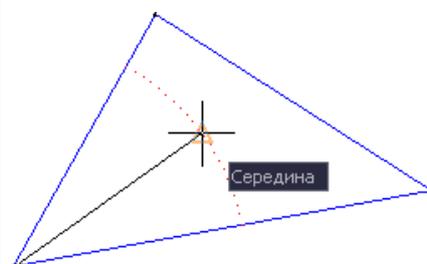


Рис. 3.5

3. Построить вторую биссектрису из другой вершины треугольника (рис. 3.6).

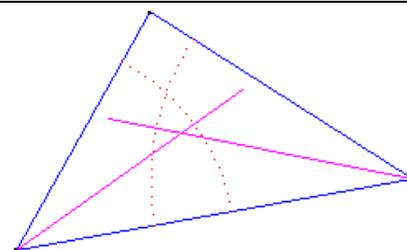


Рис. 3.6

4. Из точки пересечения двух биссектрис построить окружность, используя привязки **Точка пересечения** и **Касательная** (рис. 3.7).

Шаг 1. Вызвать команду черчения **окружности** (меню **Рисование** → **Круг** – **Центр** – **Радиус**).

Шаг 2. Выбрать объектную привязку **Пересечение** , найти точку пересечения двух биссектрис и указать ее как центр окружности.

Шаг 3. Выбрать объектную привязку **Касательная** , указать точку на любой стороне треугольника и нажать левую клавишу мыши. Эта точка определит радиус вписанной окружности.

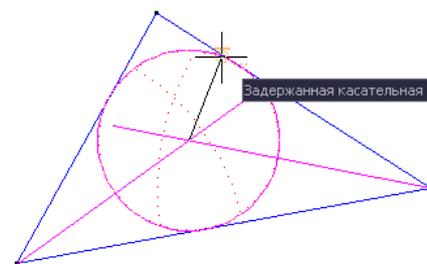


Рис. 3.7

Упражнение 4.

Построить окружность с центром в точке пересечения прямых (точка 1) и касательную к заданной прямой (точка 2) (рис. 3.8).

Для точного нахождения центра окружности использовать привязку **Пересечение** , а для определения радиуса окружности использовать привязку **Касательная** .

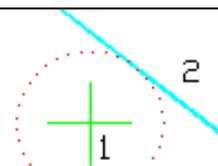


Рис. 3.8

Упражнение 5.

Соединить концы отрезка с концами дуги (рис. 3.9).

Вызвать команду **Рисование** → **Отрезок** и построить два отрезка, соединяющих точки 1–2 и 3–4, используя привязку **Конечная точка** .

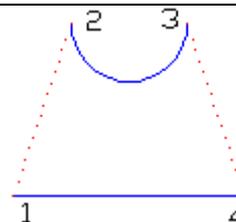


Рис. 3.9

Упражнение 6.

Построить окружность, концентричную дуге (т. е. окружность имеет общий центр с дугой) (рис. 3.10).

Для построения использовать команду **Рисование** → **Круг** – **Центр – Радиус**. Привязка **К центру** .

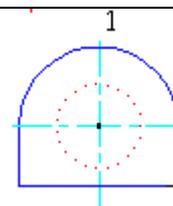


Рис. 3.10

Упражнение 7.

Из точки P , которая является серединой отрезка, построить перпендикуляры к противоположащим сторонам фигуры (рис. 3.11).

Шаг 1. Вызвать команду **Рисование** → **Отрезок**.

Шаг 2. Выбрать привязку **Середина**  и указать первую точку отрезка (точка P).

Шаг 3. Выбрать привязку **Перпендикуляр**  и указать слева на боковой линии фигуры вторую точку отрезка. Данный отрезок будет представлять собой перпендикуляр.

Аналогично построить еще два перпендикуляра (рис. 3.11).

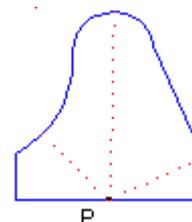


Рис. 3.11

Упражнение 8.

Из конечных точек отрезка 2–3 построить отрезки, касательные к окружности в точках 1 и 4 (рис. 3.12).

В этом упражнении используются привязки **Конечная точка**  и **Касательная** .

Для выполнения задания необходимо вызвать команду **Рисование** → **Отрезок**, выбрать привязку **Конечная точка** , указать точку 2 на отрезке. Затем выбрать привязку **Касательная**  и указать точку 1 на окружности.

Аналогично построить отрезок 3–4.

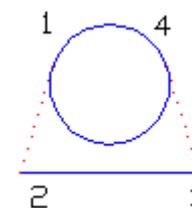


Рис. 3.12

Упражнение 9.

Построить окружность по двум точкам, используя в качестве базовых конечные точки отрезков (рис. 3.13).
Привязки выбрать самостоятельно.

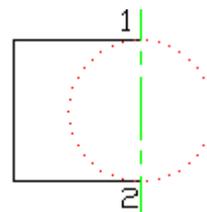


Рис. 3.13

Упражнение 10.

Построить плоскую деталь, контур которой представлен на чертеже точечной линией. Для построения использовать рассмотренные выше объектные привязки.

Шаг 1. Из точек пересечения осевых линий построить малые и большие окружности (рис. 3.14). Большие окружности объединить касательными отрезками (использовать привязку **Касательная** )

Шаг 2. Удалить внутренние части больших окружностей. Для этого вызвать команду **Редактирование** → **Обрезать**, указать курсором все три отрезка и нажать клавишу **Enter** на клавиатуре. Затем мышью указать удаляемые части окружностей. В результате должен получиться контур, представленный на рис. 3.15.

Шаг 3. Заштриховать полученный контур.

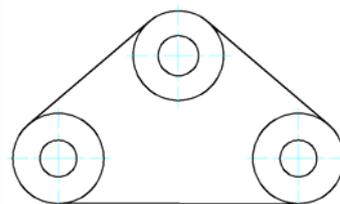


Рис. 3.14

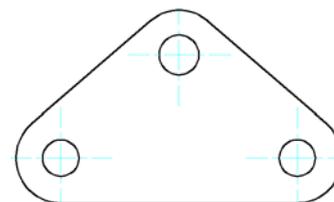


Рис. 3.15

Упражнение 11.

Построить плоскую деталь, контур которой представлен на чертеже точечной линией. Для построения использовать объектные привязки.

Шаг 1. Из двух крайних точек пересечения осевых линий построить две малые и две большие окружности (рис. 3.16). Затем построить большую дугу, объединяющую окружности (использовать привязку ) . Далее построить два отрезка, касательных к окружностям (использовать привязку ) .

Шаг 2. Удалить внутренние части больших окружностей. Для этого вызвать команду **Редактирование** → **Обрезать**, указать курсором дугу и два пересекающихся отрезка и нажать клавишу **Enter** на клавиатуре. Затем мышью указать удаляемые части окружностей. В результате должен получиться контур, представленный на рис. 3.17.

Шаг 3. Заштриховать полученный контур.

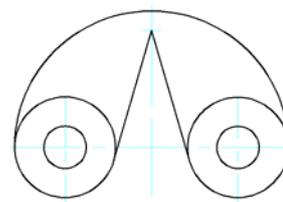


Рис. 3.16

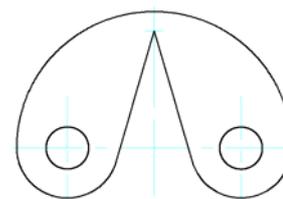


Рис. 3.17

Упражнение 12.

Задача из курса начертательной геометрии. Используя метод секущих сфер, построить линию пересечения двух взаимно пересекающихся цилиндров (на рис. 3.18 показана трехмерная модель пересекающихся цилиндров). Центром секущих сфер является точка пересечения осей цилиндров.

Использовать привязки **Пересечение** и **Ближайшая**.

Шаг 1. Увеличить чертеж с фронтальными проекциями пересекающихся цилиндров на весь экран, вращая среднее колесико мыши.

Шаг 2. Из точки пересечения осей построить вспомогательную окружность произвольного радиуса, пересекающую образующие обоих цилиндров, как показано на рис. 3.19.

Шаг 3. Провести горизонтальный отрезок из точек пересечения окружности с вертикальным цилиндром (одна точка показана на рис. 3.20 стрелкой).

Шаг 4. Провести два вертикальных отрезка из точек пересечения окружности с горизонтальным цилиндром (рис. 3.20).

Шаг 5. Отметить полученные точки пересечения отрезков небольшими окружностями.

Шаг 6. Построить еще одну вспомогательную окружность, касательную к горизонтальному цилиндру, и найти самую нижнюю точку на линии пересечения цилиндров (рис. 3.20).

Шаг 7. Вызвать команду **Рисование** → **Сплайн** и соединить полученные точки плавной линией. Точки можно соединить и с помощью **Полилинии**.

Шаг 8. На некоторых чертежах-заданиях окружности пересекают основную надпись чертежа. В этом случае необходимо удалить эти части окружностей с помощью команды **Редактировать** → **Разорвать**.

Нанести буквенные и цифровые обозначения точек. Высота шрифта 7 мм. Полученный чертеж должен иметь вид, приведенный на рис. 3.21.

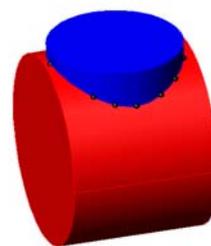


Рис. 3.18

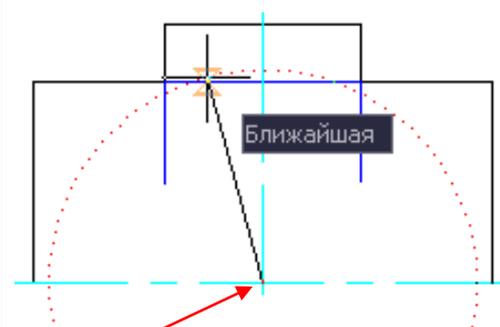


Рис. 3.19

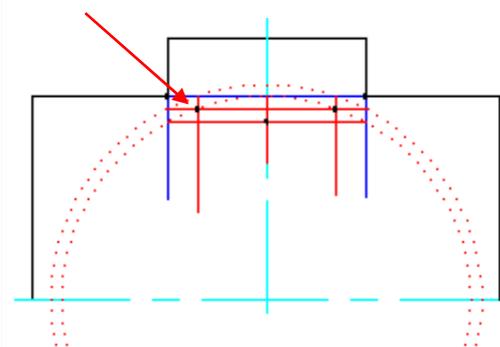


Рис. 3.20

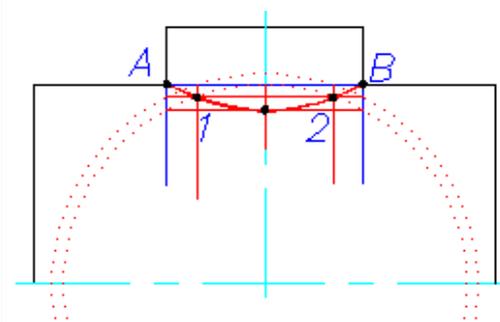


Рис. 3.21

Заполнить основную надпись и представить готовый чертеж преподавателю.

Лабораторная работа № 4

РЕДАКТИРОВАНИЕ ОБЪЕКТОВ ЧЕРТЕЖА

Цель работы: Изучить основные команды редактирования, используемые при построении чертежей в системе AutoCAD.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Вывести на экран чертежи-шаблоны лабораторной работы № 4.

Выполнить графические построения, используя команды редактирования МАССИВ, РАЗОРВАТЬ, ЗЕРКАЛО, УДЛИНИТЬ, ОБРЕЗАТЬ, КОПИРОВАТЬ, ПОДОБИЕ, ПОВЕРНУТЬ, ВЫРОВНЯТЬ, РАСТЯНУТЬ, ФАСКА, СОПРЯЖЕНИЕ, РЕДАКТИРОВАНИЕ ПОЛИЛИНИЙ, ОБЛАСТЕЙ, ТЕЛ.

Оформить чертеж, учитывая, что шаблон выполнен на двух форматах А3. Заполнить основные надписи.

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1. Загрузить систему AutoCAD.

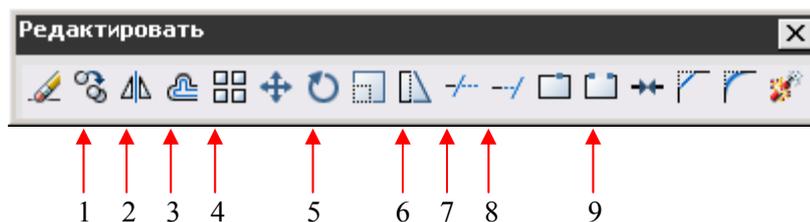
2. В верхнем меню выбрать мышью строку **Лабораторные работы** → **Лабораторная работа № 4 «Редактирование»** и вывести чертеж-задание на экран.

3. Выполнить упражнения 1–15, следуя указаниям, приведенным ниже. Построения выполнять поверх желтых точечных линий на чертеже-шаблоне.

В данной работе рассматривается применение следующих команд для редактирования изображений: КОПИРОВАТЬ, ЗЕРКАЛО, ПОДОБИЕ, МАССИВ, ПОВЕРНУТЬ, ОБРЕЗАТЬ, УДЛИНИТЬ, РАЗОРВАТЬ.

Панель **Редактировать** (рис. 4.1) обычно присутствует на рабочем поле. Она легко перемещается мышью и может располагаться на экране горизонтально или вертикально.

В случае отсутствия панели на экране ее можно вызвать, если подвести курсор к любой другой открытой инструментальной панели, затем нажать ПРАВУЮ кнопку мыши и в раскрывшемся списке панелей выбрать **Редактировать**.



1. Копировать	6. Растянуть
2. Зеркало	7. Обрезать
3. Подобие	8. Удлинить
4. Массив	9. Разорвать
5. Повернуть	

Рис. 4.1. Панель **Редактировать**

Упражнение 1. Команда Массив

Создать прямоугольный массив из прямоугольников, содержащий 2 ряда и 3 столбца.

Включить режим ОРТО (клавиша F8).

Шаг 1. Обвести рамкой левый верхний прямоугольник на чертеже (рис. 4.2) и щелкнуть мышью.

Шаг 2. Выбрать в верхнем меню команду **Редактировать** → **Массив**. На экране появится диалоговое окно **Массив** (рис. 4.3).

Прямоугольный массив

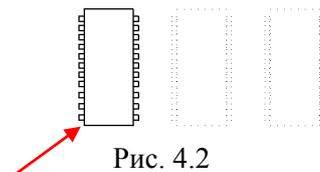


Рис. 4.2

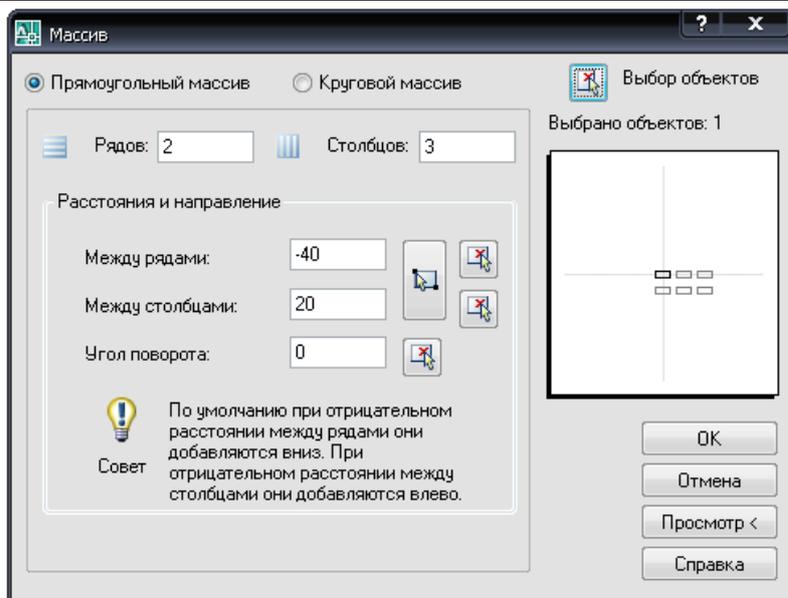


Рис. 4.3

Шаг 3. Выбрать мышью тип массива **Прямоугольный массив**.

Шаг 4. Указать число рядов: **2**.

Шаг 5. Указать число столбцов: **3**.

Шаг 6. Указать расстояние между рядами: **-40** (минус 40).

Шаг 7. Указать расстояние между столбцами: **20**.

Шаг 8. Щелкнуть мышью по клавише **ОК**. Массив построен.

Упражнение 2. Команда Массив

Создать круговой массив, содержащий 9 окружностей.

Выключить режим ОРТО (клавиша F8).

Шаг 1. Обвести рамкой левую малую окружность на чертеже-задании (рис. 4.4) и щелкнуть мышью.

Шаг 2. Выбрать в верхнем меню команду **Редактировать** → **Массив**.

Шаг 3. Выбрать в диалоговом окне (рис. 4.5) тип массива **Круговой массив**.

Шаг 4. Указать центр массива (щелкнуть мышью по кнопке **Центр** – показано стрелкой), затем указать центр на чертеже.

Шаг 5. Указать в диалоговом окне число элементов в массиве: **9**.

Шаг 6. Указать угол заполнения: **360**.

Шаг 7. Щелкнуть мышью по клавише **ОК**. Массив построен.

2 Круговой массив

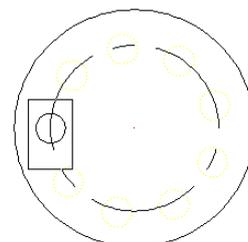


Рис. 4.4

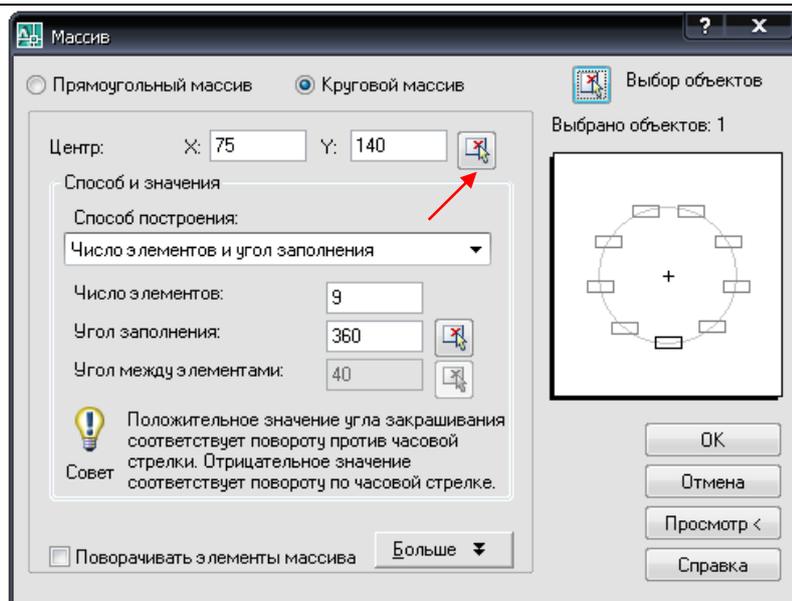


Рис. 4.5

Упражнение 3. Команда Разорвать

Сделать разрыв на окружности от точки 1 до точки 2 (рис. 4.6).

Шаг 1. Выбрать в меню команду **Редактировать** → **Разорвать**.

Следите за сообщениями в командной строке.

Шаг 2. Выбрать объект (точку 1 на окружности) и нажать левую клавишу мыши.

Шаг 3. Выбрать точку 2 на окружности и нажать левую клавишу мыши. Часть окружности между точками 1 и 2 будет удалена.

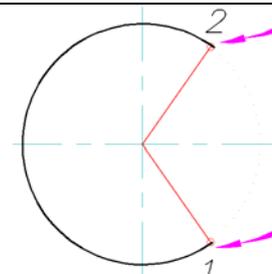


Рис. 4.6

Упражнение 4. Команда Зеркало

Получить зеркальное отображение объектов относительно вертикальной оси.

Следите за сообщениями в командной строке.

Шаг 1. Выбрать в верхнем меню команду **Редактировать** → **Зеркало**. В командной строке появится следующее сообщение: Выберите объекты:

Шаг 2. Выбрать объекты рамкой с помощью мыши (рис. 4.7) и нажать клавишу **Enter**.

Шаг 3. Указать точку 1 на вертикальной оси отражения.

Шаг 4. Указать точку 2 на оси отражения.

Шаг 5. Ответить на вопрос в командной строке: Удалить исходные объекты? [Да/Нет]. По умолчанию система предлагает ответ Нет <Н>. Нужно просто нажать **Enter**.

На экране появится зеркальная копия выбранного объекта (рис. 4.8).



Рис. 4.7

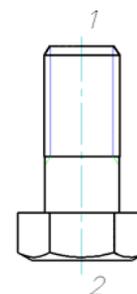


Рис. 4.8

Упражнение 5. Команда Удлинить

Удлинить 3 линии объекта до граничной линии дуги.

Шаг 1. Выбрать в верхнем меню команду **Редактировать** → **Удлинить**.

Следите за сообщениями в командной строке.

Шаг 2. Сообщение в командной строке: Выберите объекты или <выбрать все>:

Нужно выбрать граничные кромки (указать мышью дугу и нажать **Enter** на клавиатуре) (рис. 4.9).

Шаг 3. Сообщение в командной строке: Выберите удлиняемый объект или [Линия/Секрамка]:

Нужно выбрать удлиняемый объект – указать мышью точку на отрезке (на рис. 4.10 показано стрелкой). Отрезок удлинится до касания с дугой.

Шаг 4. Удлинить осевую линию и нижний отрезок (рис. 4.11).

Шаг 5. Аналогично удлинить объект – дугу до граничной прямой линии (рис. 4.11).

*Внимание! Сначала выбирается граничная линия, нажимается **Enter**, а затем выбирается линия, которую нужно удлинить!*

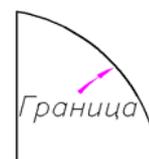


Рис. 4.9



Рис. 4.10

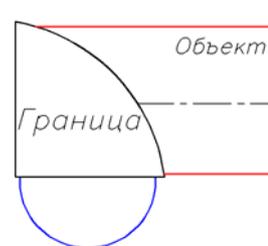


Рис. 4.11

Упражнение 6. Команда Обрезать

Обрезать верхнюю и нижнюю части окружности по контуру прямоугольника.

Шаг 1. Выбрать в верхнем меню команду **Редактировать** → **Обрезать**.

Шаг 2. Сообщение в командной строке: Выберите режущие кромки ... выберите объекты или <выбрать все>:

Нужно выбрать мышью граничную кромку (точка 1 на рис. 4.12) и нажать левую клавишу мыши, затем клавишу **Enter** на клавиатуре.

Шаг 3. Сообщение в командной строке: Выберите обрезаемый объект или [Линия/...]:

Нужно выбрать мышью верхнюю часть окружности и нажать левую клавишу. Эта часть окружности будет обрезана. Затем обрезать линии штриховки.

Шаг 4. Аналогично обрезать нижнюю часть окружности по граничной кромке 2 (рис. 4.12).

*Внимание! Сначала выбирается граничная линия, нажимается **Enter**, а затем выбирается линия, которую нужно обрезать!*

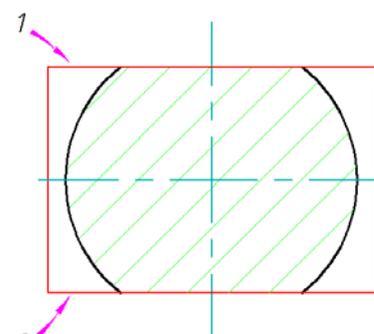


Рис. 4.12

Упражнение 7. Команда Копировать

Скопировать гайку в указанную точку.

Для получения **одной** копии гайки (рис. 4.13) выполнить:

Шаг 1. Выбрать в верхнем меню команду **Редактировать** → **Копировать**.

Далее следите за сообщениями в командной строке.

Шаг 2. В ответ на сообщение системы: Выберите объекты: выбрать мышью гайку с осями (обвести рамкой) и нажать на клавиатуре **Enter**.

Шаг 3. В ответ на сообщение системы: Базовая точка или [Перемещение/режим]: указать базовую точку (это центр исходного изображения гайки).

Шаг 4. В ответ на сообщение системы: Вторая точка или <считать перемещением первую точку>: указать вторую точку перемещения (новый центр) и щелкнуть мышью. Чертеж будет иметь вид, показанный на рис. 4.14.

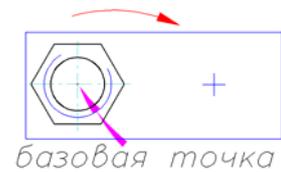


Рис. 4.13

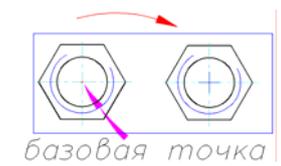


Рис. 4.14

Скопировать болтовое соединение в указанные точки.

Для получения **нескольких** копий болтового соединения (рис. 4.15) выполнить:

Шаг 1. Выбрать в верхнем меню команду **Редактировать** → **Копировать**.

Далее следите за сообщениями в командной строке.

Шаг 2. Выбрать объект с помощью мыши и нажать на клавиатуре **Enter**.

Шаг 3. Указать базовую точку объекта (показана стрелкой на рис. 4.15).

Шаг 4. Указать вторую точку перемещения (новое положение этой точки).

Шаг 5. Указать третью точку перемещения.

Таким образом, на чертеже будут построены еще 2 болтовых соединения (рис. 4.16).

Для выхода из команды нажать **ESC**.

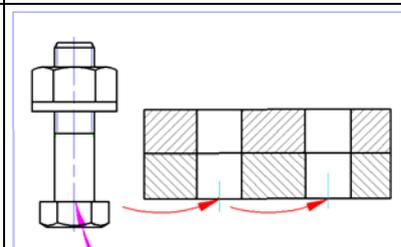


Рис. 4.15

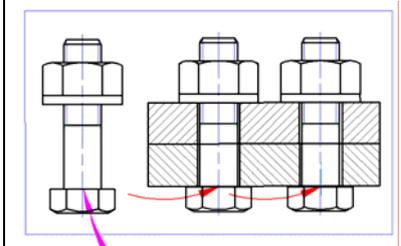


Рис. 4.16

Упражнение 8. Команда Подобие

Получить новые объекты, подобные выбранным (с большими или меньшими размерами).

1. Построить отрезок, подобный исходному и смещенный влево на 10 мм (рис. 4.17).

Шаг 1. Выбрать в верхнем меню команду **Редактировать** → **Подобие**.

Далее следите за сообщениями в командной строке.

Шаг 2. В ответ на сообщение системы: Указать величину (расстояние) смещения отрезка: набрать в командной строке число **10** и нажать **Enter** на клавиатуре.

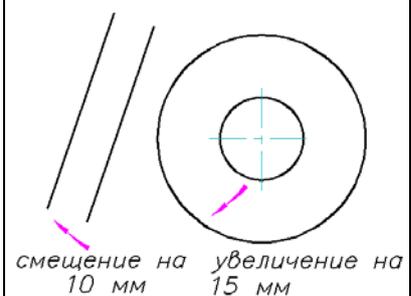
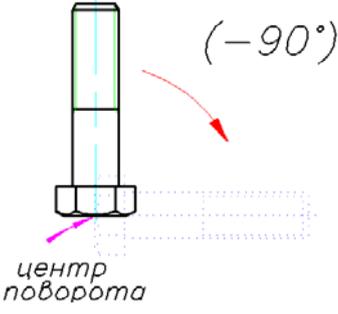
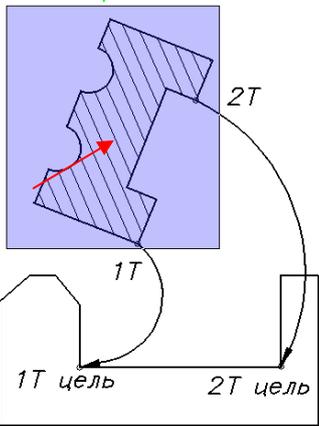
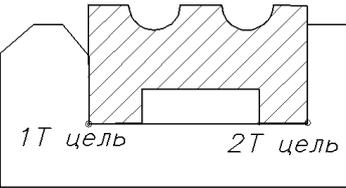


Рис. 4.17

<p>Шаг 3. Выбрать мышью исходный отрезок.</p> <p>Шаг 4. Указать мышью примерное направление смещения объекта. Новый отрезок будет построен на расстоянии 10 мм.</p>	
<p>2. Построить окружность, подобную исходной и увеличенную на 15 мм (рис. 4.17).</p> <p>Построения аналогичны приведенным выше, только в ответ на сообщение системы на шаге 2 нужно в командной строке набрать число 15 и нажать Enter на клавиатуре.</p>	

Упражнение 9. Команда Повернуть 	
<p>Повернуть заданный объект в плоскости XY на 90° относительно вертикальной оси.</p> <p>Шаг 1. Выбрать в верхнем меню команду Редактировать → Повернуть.</p> <p><i>Далее следите за сообщениями в командной строке.</i></p> <p>Шаг 2. Выбрать мышью объект и нажать левую клавишу.</p> <p>Шаг 3. Указать базовую точку (центр поворота) (на рис. 4.18 показан стрелкой).</p> <p>Шаг 4. Указать угол поворота: -90°. После нажатия на клавишу Enter объект повернется на заданный угол.</p> <p><i>Объект можно просто повернуть мышью на заданный угол.</i></p>	 <p style="text-align: center;">Рис. 4.18</p>

Упражнение 10. Команда Выровнять 	
<p>Переместить объект на новое место и совместить с заданными точками.</p> <p>Шаг 1. Выбрать в верхнем меню команду Редактировать → Выровнять.</p> <p><i>Далее следите за сообщениями в командной строке.</i></p> <p>Шаг 2. В ответ на сообщение системы: Выберите объекты: обвести рамкой заштрихованный контур (рис. 4.19), нажать левую клавишу мыши, затем клавишу Enter на клавиатуре.</p> <p>Шаг 3. В ответ на сообщение системы: Первая исходная точка: указать точку <i>1Т</i>;</p> <p>В ответ на сообщение системы: Первая целевая точка: указать точку <i>1Т цель</i> на нижнем контуре;</p> <p>В ответ на сообщение системы: Вторая исходная точка: указать точку <i>2Т</i>;</p> <p>В ответ на сообщение системы: Вторая целевая точка: указать точку <i>2Т цель</i> на нижнем контуре;</p> <p>В ответ на сообщение системы: Третья исходная точка: нажать клавишу Enter на клавиатуре.</p> <p>В ответ на сообщение системы: Масштабировать объекты по точкам выравнивания? [Да/Нет] <Нет>: нажать клавишу Enter на клавиатуре.</p> <p>Заштрихованный контур переместится на новое место (рис. 4.20).</p>	 <p style="text-align: center;">Рис. 4.19</p>  <p style="text-align: center;">Рис. 4.20</p>

Упражнение 11. Команда Растянуть

Переместить нижний выступ детали вправо на 30 мм.

Шаг 1. Выбрать в верхнем меню команду **Редактировать → Растянуть**.

Далее следите за сообщениями в командной строке.

Шаг 2. В ответ на сообщение системы: Выберите объекты: обвести рамкой нижний выступ (рис. 4.21), нажать левую клавишу мыши, затем клавишу **Enter** на клавиатуре.

Шаг 3. В ответ на соответствующие запросы системы указать сначала базовую точку (показана стрелкой на рис. 4.21), затем вторую точку для перемещения (показана стрелкой на рис. 4.21).

В результате должен получиться чертеж, показанный на рис. 4.22.

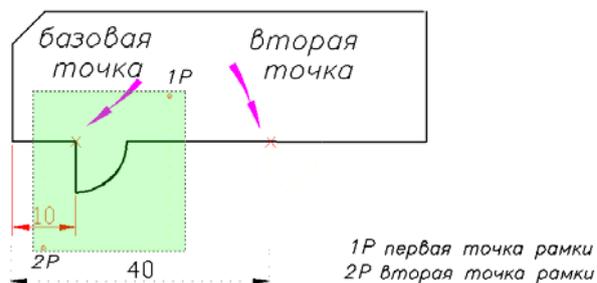


Рис. 4.21

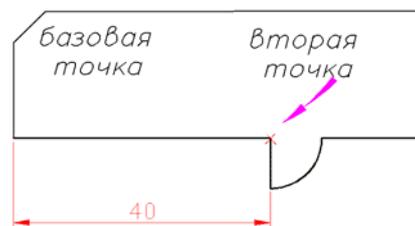


Рис. 4.22

Упражнение 12. Команда Редактирование Полилинии

Отредактировать 2 ломаных полилинии, используя команды **Сгладить** и **Сплайн** (рис. 4.23).

Шаг 1. Выбрать в верхнем меню команду **Редактировать → Объект → Полилиния**.

Шаг 2. В ответ на сообщение системы: Выберите полилинию: указать мышью верхнюю полилинию.

Шаг 3. В ответ на сообщение системы: Задайте опцию [Замкнуть/Добавить/Ширина/Вершина/Сгладить/Сплайн/Убрать сглаживание/Типлин/Отменить]: ввести буквы **СГ** и нажать **Enter**.

Полилиния примет вид, показанный на рис. 4.24.

Шаг 4. Выбрать в верхнем меню команду **Редактировать → Объект → Полилиния**, затем выбрать нижнюю полилинию и указать опцию **СП**, после чего полилиния примет вид, показанный на рис. 4.25.

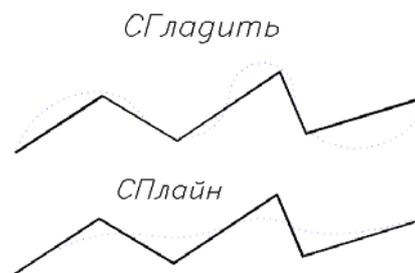


Рис. 4.23



Рис. 4.24



Рис. 4.25

Упражнение 13. Команда Фаска . Команда Сопряжение 

1. Достроить на детали фаски.

Шаг 1. Выбрать в верхнем меню команду **Редактировать** → **Фаска**.

Следите за сообщениями в командной строке.

Шаг 2. В ответ на сообщение системы: Выберите первый отрезок или [Отменить/полиИния/Длина/Угол/Обрезка/Метод/Несколько]: ввести букву **Д** и нажать клавишу **Enter**.

Шаг 3. В ответ на сообщение системы: Первая длина фаски: ввести цифру **2** и нажать **Enter**.

Далее на запрос: Вторая длина фаски: ввести цифру **2** и нажать **Enter**.

Шаг 4. Указать курсором два отрезка, на которых нужно построить фаску (рис. 4.26).

Шаг 5. Повторить команду **Фаска** для остальных подрезаемых углов детали, затем провести недостающие отрезки (рис. 4.27).

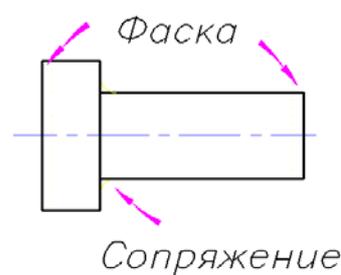


Рис. 4.26

2. Достроить на детали сопряжения.

Шаг 1. Выбрать в верхнем меню команду **Редактировать** → **Сопряжение**.

Далее следите за сообщениями в командной строке.

Шаг 2. В ответ на сообщение системы: Выберите первый объект или [Отменить/полиИния/раДиус/Обрезка/Несколько]: Ввести букву **Д** и нажать клавишу **Enter**.

Шаг 3. В ответ на сообщение системы: Радиус сопряжения: ввести цифру **3** и нажать **Enter**.

Шаг 4. В ответ на сообщение системы: Выберите первый объект: указать мышью первую линию для сопряжения.

Шаг 5. В ответ на сообщение системы: Выберите второй объект: указать мышью вторую линию для сопряжения.

Шаг 6. Повторить команду **Сопряжение** для второго скругляемого угла детали, затем провести недостающий отрезок (рис. 4.27).

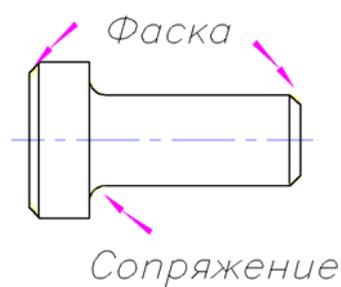


Рис. 4.27

Упражнение 14. Команда Редактирование Областей

С помощью команд **Редактирования Областей: Объединение** и **Вычитание** построить изображение гаечного ключа.

Шаг 1. Выбрать в верхнем меню команду **Редактировать** → **Редактирование тела** → **Объединение**.

Шаг 2. В ответ на сообщение системы: Выберите объекты: указать мышью три области, отмеченные цветными стрелками на рис. 4.28 (для объединения) и нажать **Enter** на клавиатуре. Изображение примет вид, показанный на рис. 4.29.

Шаг 3. Выбрать команду **Редактировать** → **Редактирование тела** → **Вычитание**.

Шаг 4. В ответ на сообщение системы: Выберите объекты: указать мышью корпус ключа и нажать **Enter** на клавиатуре.

Шаг 5. В ответ на сообщение системы: Выберите объекты для вычитания: указать мышью шестигранники и нажать **Enter** на клавиатуре.

Изображение примет вид, показанный на рис. 4.30.

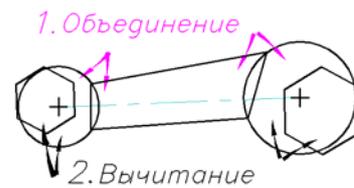


Рис. 4.28

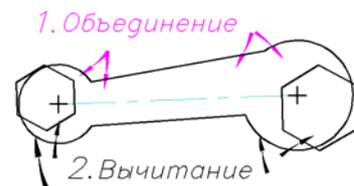


Рис. 4.29

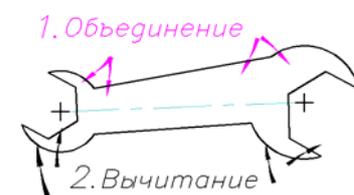


Рис. 4.30

Упражнение 15. Команда Редактирование тел

С помощью команд **Редактирования Тел: Объединение** и **Вычитание** построить линию пересечения цилиндра и конуса при их объединении и вычитании.

1. Объединение.

Шаг 1. Выбрать в верхнем меню команду **Редактировать** → **Редактирование тела** → **Объединение**.

Шаг 2. В ответ на сообщение системы: Выберите объекты: указать мышью любую линию цилиндра, затем конуса и нажать **Enter** на клавиатуре. Изображение примет вид, показанный на рис. 4.31.

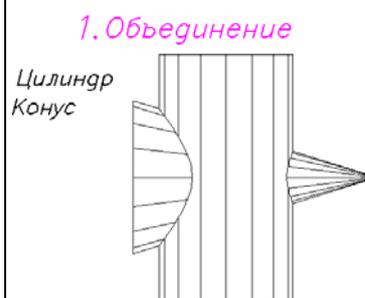


Рис. 4.31

2. Вычитание.

Шаг 1. Выбрать в верхнем меню команду **Редактировать** → **Редактирование тела** → **Вычитание**.

Шаг 2. В ответ на сообщение системы: Выберите объекты: указать мышью любую линию цилиндра и нажать **Enter** на клавиатуре.

Шаг 3. В ответ на сообщение системы: Выберите объекты для вычитания: указать мышью конус и нажать **Enter** на клавиатуре.

Изображение примет вид, показанный на рис. 4.32.

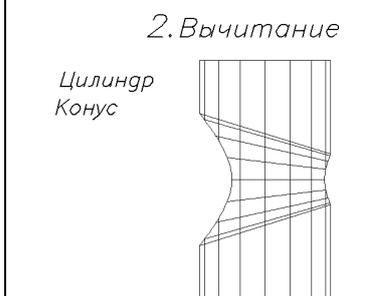


Рис. 4.32

С помощью команд меню **Формат** → **Слои** сделать текущим слой **Размерный**, заполнить основную надпись и сохранить чертёж под своим именем.

Предъявить чертёж со всеми построениями преподавателю.

Лабораторная работа № 5 НАНЕСЕНИЕ РАЗМЕРОВ

Цель работы: Изучить способы нанесения размеров, используемые в системе AutoCAD.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Вывести на экран чертежи-шаблоны лабораторной работы № 5.

Нанести размеры геометрических фигур, представленных на чертежах, используя команды **ЛИНЕЙНЫЙ**, **С ОСНОВНОЙ ЛИНИЕЙ**, **ВЫРОВНЕННЫЙ**, **УГЛОВОЙ**, **РАДИАЛЬНЫЙ**, **ДИАМЕТРАЛЬНЫЙ**, **ПРОДОЛЖЕННЫЙ**, **МАСШТАБИРОВАНИЕ РАЗМЕРА**, **НАНЕСЕНИЕ МЕТКИ ЦЕНТРА**.

Выполнить необходимые построения. Заполнить основные надписи чертежей.

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1. Загрузить систему AutoCAD.

2. В верхнем меню выбрать **Лабораторные работы** → **Лабораторная работа № 5 «Размеры»** и вывести чертеж-задание на экран монитора.

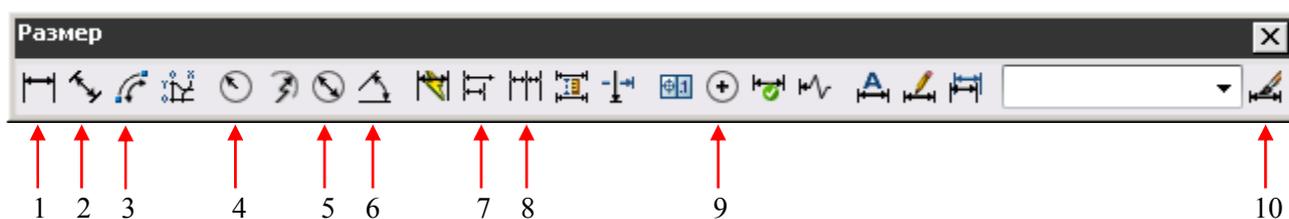
3. Настроить единицы измерения с точностью до одного знака после запятой (меню **Формат** → **Единицы/Точность 0.0**).

4. Выполнить упражнения 1–14, следуя указаниям, приведенным ниже.

В данной работе рассматривается использование следующих типов размеров: **ЛИНЕЙНЫЙ**, **ПАРАЛЛЕЛЬНЫЙ**, **ДЛИНА ДУГИ**, **РАДИУС**, **ДИАМЕТР**, **УГЛОВОЙ**, **БАЗОВЫЙ**, **ПРОДОЛЖИТЬ**, **МАРКЕР ЦЕНТРА**.

Панель **Размер** (рис. 5.1) обычно присутствует на рабочем поле. Она легко перемещается мышью и может располагаться на экране в любом месте.

В случае отсутствия панели на экране ее можно вызвать, если подвести курсор к любой другой открытой инструментальной панели, затем нажать ПРАВУЮ кнопку мыши и в раскрывшемся списке панелей выбрать **Размер**.



1. Линейный	6. Угловой
2. Параллельный	7. Базовый
3. Длина дуги	8. Продолжить
4. Радиус	9. Маркер центра
5. Диаметр	10. Размерные стили

Рис. 5.1. Панель инструментов **Размер**

Настройка размеров. Общие положения

AutoCAD позволяет наносить различные типы размеров, которые могут быть указаны для всех объектов и форм на чертеже. Для нанесения размеров в данной работе используется текущий размерный стиль ISO-25. Изменение настроек размеров в соответствии с ГОСТ 2.307–68 выполняется с помощью диалогового окна **Диспетчер размерных стилей**, который можно вызвать с помощью команды меню **Размеры → Размерные стили**.

Диспетчер размерных стилей позволяет настроить следующие параметры:

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

Команда меню **Размеры → Размерный стиль** раскрывает диалоговое окно **Диспетчер размерных стилей**, представленное на рис. 5.2.

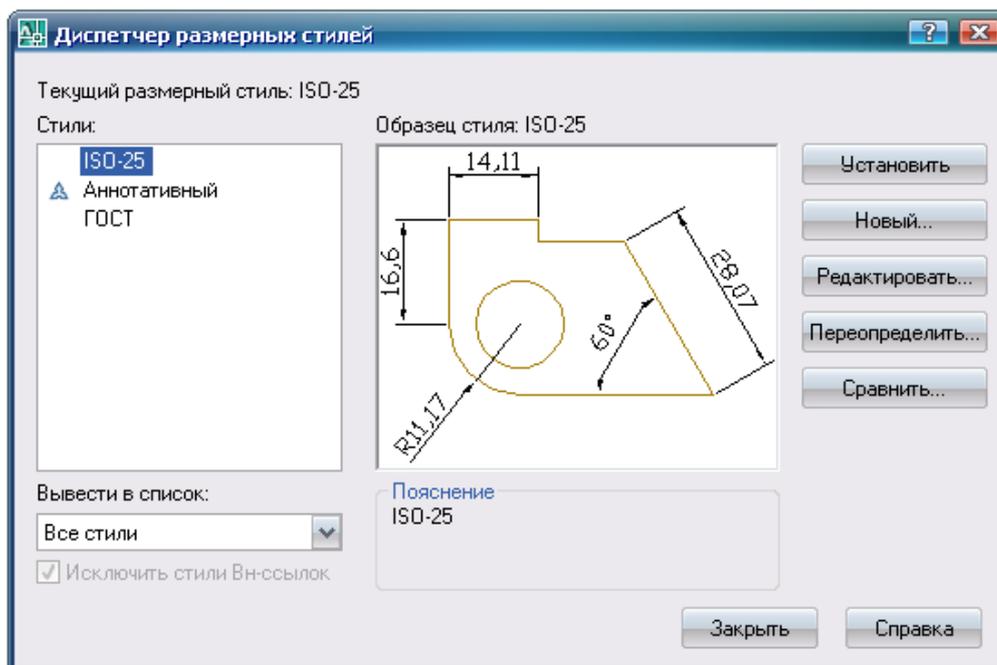


Рис. 5.2. Диалоговое окно **Диспетчер размерных стилей**

Для изменения параметров размеров нажать клавишу **Редактировать**, после чего раскрывается вкладка **Изменение размерного стиля** (рис. 5.3), с помощью которой в данной работе следует установить следующие настройки:

- в окне **Линии** – установить **Шаг в базовых размерах**: 9 мм;
- в окне **Символы и стрелки** – установить **Размер стрелки**: 4 мм;
- в окне **Текст** – установить **Высота текста**: 4 мм;
- в окне **Размещение** – включить кнопку **Текст** (эту настройку изменяют в зависимости от типа наносимого размера);
- в окне **Основные единицы** – установить **Точность**: 0;
- окно **Альтернативные единицы** – без изменений;
- окно **Допуски** – без изменений.

Закрывать все окна и вернуться к чертежу.

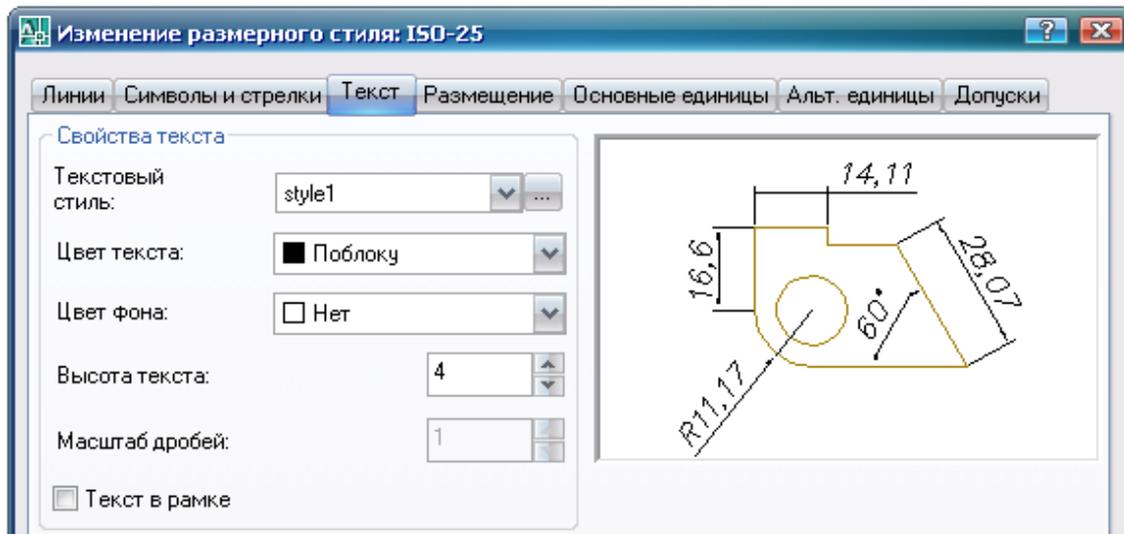


Рис. 5.3. Вкладка **Изменение размерного стиля**

Для нанесения размеров выбрать на инструментальной панели **Слой** слой **Размерный** и сделать его текущим. Наносимые на этом слое размеры имеют красный цвет.

Нанесение размеров

В AutoCAD используется 11 типов размеров. На чертеже можно наносить горизонтальные, вертикальные, повернутые, параллельные, ординатные и угловые размеры, можно строить размеры от одной базы и размерные цепочки, можно наносить радиусы, диаметры и выноски.

Упражнение 1. Нанесение Линейных Размеров

Вызвать команду **Линейный**, для этого на панели **Размер** нажать кнопку  либо выбрать в верхнем меню **Размеры** → **Линейный**.

Сообщение системы в командной строке (после выбора команды): Начало первой выносной линии или <выбрать объект>:

Ваш ответ: Указать мышью начало первой выносной линии.

Сообщение системы в командной строке: Начало второй выносной линии:

Ваш ответ: Указать начало второй выносной линии. Далее нужно указать местоположение размерной линии (рис. 5.4).

В данном упражнении нанести 4 линейных размера. Следует помнить, что расстояние от объекта до размерной линии должно составлять 10 мм. Чтобы легче было ориентироваться в пространстве листа, нужно включить сетку – нажать клавишу F7. Шаг сетки 10 мм.

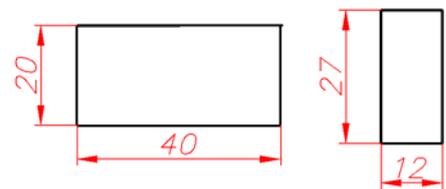


Рис. 5.4

Упражнение 2. Нанесение Параллельного Размера

Чтобы размеры были точными, при их нанесении следует использовать объектную привязку (нажать клавишу F3).

Вызов команды **Параллельный**: на панели **Размер** нажать кнопку .

Сообщение системы в командной строке (после выбора команды): Начало первой выносной линии или <выбрать объект>:

Ваш ответ: Указать мышью начало первой выносной линии.

Сообщение системы: Начало второй выносной линии:

Ваш ответ: Указать мышью начало второй выносной линии. Далее мышью указать местоположение размерной линии (рис. 5.5).

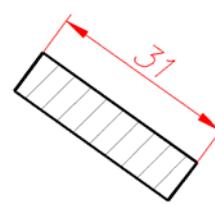


Рис. 5.5

Упражнение 3. Нанесение Радиусов

Вызов команды **Радиус**: на панели **Размер** нажать кнопку .

Сообщение системы в командной строке (после выбора команды): Выберите дугу или круг:

Ваш ответ: Указать любую точку на дуге.

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

Ваш ответ: Указать мышью место для размерной линии.

В данном упражнении нанести 5 размеров радиусов (рис. 5.6). Для размеров R13 и R14 нужно изменить настройку: **Размерные стили** → **Текст: Горизонтально**. Для других размеров эту настройку установить: **Размерные стили** → **Текст: Вдоль размерной линии**.

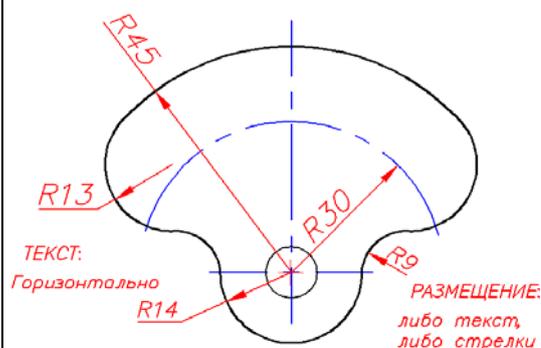


Рис. 5.6

Упражнение 4. Нанесение Диаметра

Вызов команды **Диаметр**: на панели **Размер** нажать кнопку .

Сообщение системы в командной строке (после выбора команды): Выберите дугу или круг.

Ваш ответ: Указать любую точку на окружности.

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

Ваш ответ: Указать мышью место для размерной линии.

Чтобы нанести размер, как показано на рис. 5.7, нужно установить настройки в окне **Изменение размерного стиля**: на вкладке **Размещение** выбрать **Текст** и на вкладке **Текст** выбрать **Согласно ИСО**. Для других размеров вернуть прежние настройки.



Рис. 5.7

Упражнение 5. Нанесение Угловых Размеров

Вызов команды **Угловой**: на панели **Размер** нажать кнопку .

Сообщение системы в командной строке (после выбора команды): Выберите дугу, круг, отрезок или <указать вершину>:

В зависимости от того, что вы собираетесь образмеривать, сообщения в командной строке будут меняться.

Если вы выберете **Дугу**, то AutoCAD измерит центральный угол, охваченный дугой, и выдаст следующее сообщение:

Сообщение системы в командной строке: Укажите положение размерной дуги или [Мтекст/Текст/Угол]:

Ваш ответ: Указать мышью точку рядом с дугой. В этом месте будет нанесен размер (рис. 5.8).

Если для образмеривания будут выбраны **Отрезки**, то AutoCAD предложит указать сначала первый отрезок, затем второй для измерения угла между ними и в завершении нужно будет указать местоположение размерной линии (рис. 5.9).

В более сложных случаях для правильного нанесения угловых размеров необходимо изменять настройки **Размерных стилей**. Некоторые варианты настройки диалогового окна **Размерные стили**: **Размещение** приводятся на поле чертежа рядом с размером (рис. 5.10).

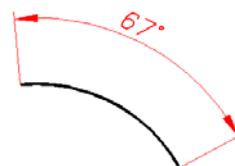


Рис. 5.8

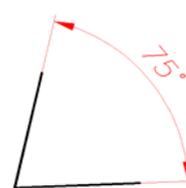


Рис. 5.9

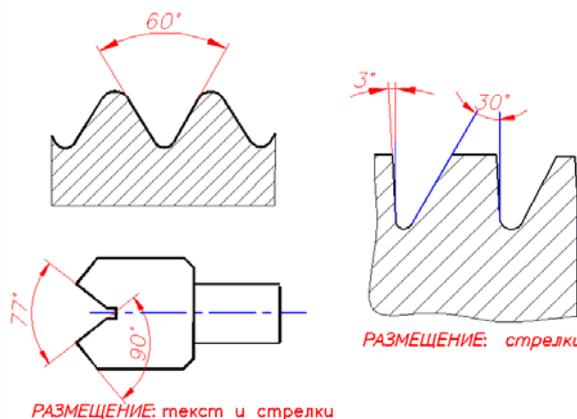


Рис. 5.10

Упражнение 6. Нанесение продолженных размеров (размерная цепочка)

Внимание! Прежде чем перейти к нанесению **размерной цепи**, нужно предварительно нанести **линейный размер 10 мм** (рис. 5.11).

Далее вызвать команду **Продолжить**: для этого на панели **Размер** нажать кнопку .

Сообщение системы в командной строке: Выберите исходный размер:

Ваш ответ: Подвести мышь к размерной линии 10 мм и щелкнуть левой клавишей.

Сообщение системы в командной строке: Начало второй выносной линии или [Отменить/Выбрать] <Выбрать>:

Ваш ответ: Указать мышью начало **второй** выносной линии **второго** размера в цепочке, затем **третьего** размера и т. д. Чтобы прервать выполнение данной команды, нужно нажать клавишу **Enter** два раза подряд.



Рис. 5.11

Упражнение 7. Нанесение Размеров от Одной Базы – Базовый Размер

Внимание! Прежде чем использовать команду **Базовый размер**, необходимо на данной детали нанести **линейный** размер 14 мм (рис. 5.12).

Далее вызвать команду **Базовый**: для этого на панели **Размер** нажать кнопку .

Сообщение системы в командной строке (после выбора команды): Начало второй выносной линии или [Отменить/Выбрать] <Выбрать>:

Ваш ответ: Указать мышью начало **второй** выносной линии **второго** размера (50 мм) от общей базы.

Чтобы прервать выполнение данной команды, нужно нажать на клавиатуре клавишу **Esc** или клавишу **Enter** два раза подряд.

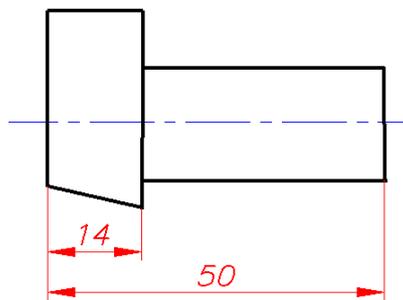


Рис. 5.12

Упражнение 8. Знак диаметра, знак градуса

Знаки диаметра и угловой градус автоматически присоединяются к размерным числам, если на чертеже изображены окружность и пересекающиеся отрезки.

Рассмотрим процедуру добавления этих знаков при нанесении линейных размеров, например указать диаметр вала $\varnothing 30$ мм и дать размер фаски $3 \times 45^\circ$ (рис. 5.13).

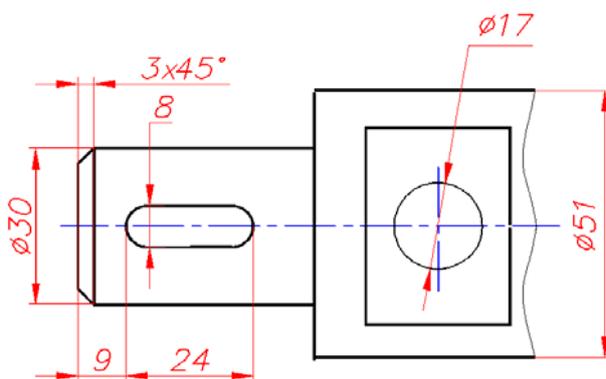


Рис. 5.13

1. Добавить знак диаметра к размеру 30 мм (рис. 5.13).

Вызвать команду **Линейный** .

Далее указать мышью начало первой выносной линии, затем второй выносной линии (*следить за сообщениями в командной строке!*).

После этого последует **сообщение системы**: Положение размерной линии или [Мтекст/Текст/Угол/Горизонтальный/Вертикальный/Повернутый]:

Ваш ответ: Ввести букву **t** и нажать **Enter** на клавиатуре.

Сообщение системы: Размерный текст <30>:

Ваш ответ: Переключить клавиатуру на английскую раскладку, набрать **%%C30** и нажать **Enter** на клавиатуре. К цифре 30 добавится знак \varnothing .

Далее мышью указывается местоположение размерной линии. Раскладку клавиатуры нужно вернуть на русскую.

2. Добавить знак градуса к размеру $3 \times 45^\circ$ (рис. 5.13).

Вызвать команду **Линейный** .

Далее указать мышью начало первой выносной линии, затем второй выносной линии.

После этого последует **сообщение системы**: Положение размерной линии или [Мтекст/Текст/Угол/...]:

Ваш ответ: Ввести русскую букву **т** и нажать **Enter** на клавиатуре.

Сообщение системы: Размерный текст <3>:

Ваш ответ: Переключить клавиатуру на английскую раскладку, набрать **3x 45%D** и нажать **Enter** на клавиатуре. Размер получит значение $3 \times 45^\circ$.

Далее мышью указывается местоположение размерной линии. Раскладку клавиатуры нужно вернуть на русскую.

Остальные размеры в этом упражнении нанести в соответствии с рис. 5.13.

Упражнение 9. Команда Метка Центра . Команда Длина дуги

1. Команда Метка Центра.

Для нанесения метки центра круга или дуги необходимо выполнить следующее:

– на панели **Размер** нажать кнопку **Метка Центра** .

– указать мышью линию окружности. После этого система нанесет метку центра (рис. 5.14).

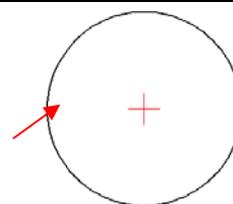


Рис. 5.14

2. Команда Длина дуги.

На панели **Размер** нажать кнопку **Длина дуги** .

Сообщение системы: Выберите дугу или дуговой сегмент полилинии:

Ваш ответ: Указать мышью любую точку на дуге.

Сообщение системы: Положение размера длины дуги или [Мтекст/Текст/Угол/Частичный/Выноска]:

Ваш ответ: Указать мышью расположение размерной линии дуги (рис. 5.15).

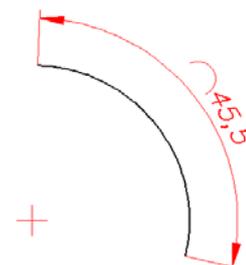


Рис. 5.15

Упражнение 10. Масштабирование размера

Если деталь построена на чертеже в масштабе, отличающемся от натурального, то размеры, которые проставит система, не будут соответствовать действительным.

Для нанесения действительных размеров необходимо воспользоваться командой меню **Размеры** → **Масштаб изображений**.

В данной работе для левого квадрата выбрать в меню **Размеры** масштаб **1:2** и нанести размеры, как показано на рис. 5.16.

Затем для правого квадрата выбрать масштаб **2:1**, нанести размеры, сравнить и проанализировать полученные значения.

После выполнения упражнения установить масштаб **1:1**.



Рис. 5.16

Упражнение 11. Наклонить размер

Данная команда используется для нанесения размера с наклонными выносными линиями.

Рассмотрим процедуру нанесения размера $\varnothing 17$ с наклонными выносными линиями (рис. 5.17).

Шаг 1. Нанести **Линейный размер $\varnothing 17$** , как было описано выше.

Шаг 2. Вызвать команду **Размеры → Наклонить**.

Сообщение системы: Выберите объекты:

Ваш ответ: Указать мышью любую точку на размере $\varnothing 17$, нажать левую клавишу мыши, затем нажать клавишу **Enter** на клавиатуре.

Сообщение системы: Угол наклона:

Ваш ответ: Набрать число **25** и нажать клавишу **Enter** на клавиатуре. Выносные линии получат наклон 25° .

Нанести угловой размер 100° и размер $\varnothing 11$, как показано на рис. 5.17.

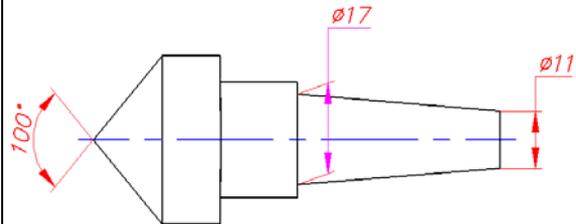


Рис. 5.17

Упражнение 12. Нанесение размеров с одной стрелкой

Данная команда используется для нанесения размеров, когда вид совмещен с разрезом и на изображении присутствует только половина детали (половина вида – половина разреза).

Рассмотрим процедуру нанесения размера $\varnothing 18$ с одной выносной линией и одной стрелкой (рис. 5.18).

Шаг 1. В верхнем меню нажать кнопку **Размерные стили** и открыть диалоговое окно **Диспетчер размерных стилей**.

Шаг 2. В этом окне нажать кнопку **Редактировать**, в открывшемся окне **Переопределение текущего стиля** нажать кнопку **Линии**, затем в поле **Размерные линии** выбрать: **Подавить 2-ю РЛ**, а в поле **Выносные линии** выбрать: **Подавить 2-ю ВЛ** (рис. 5.19).

Шаг 3. В этом же окне (**Переопределение текущего стиля**) нажать кнопку **Символы и стрелки** и в раскрывшемся окне в поле **Стрелки → Вторая** выбрать кнопку **Нет**.

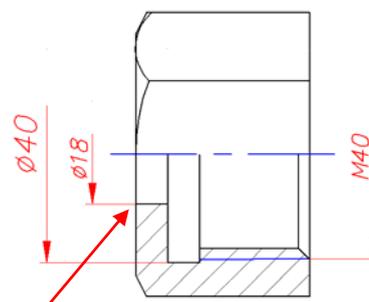


Рис. 5.18

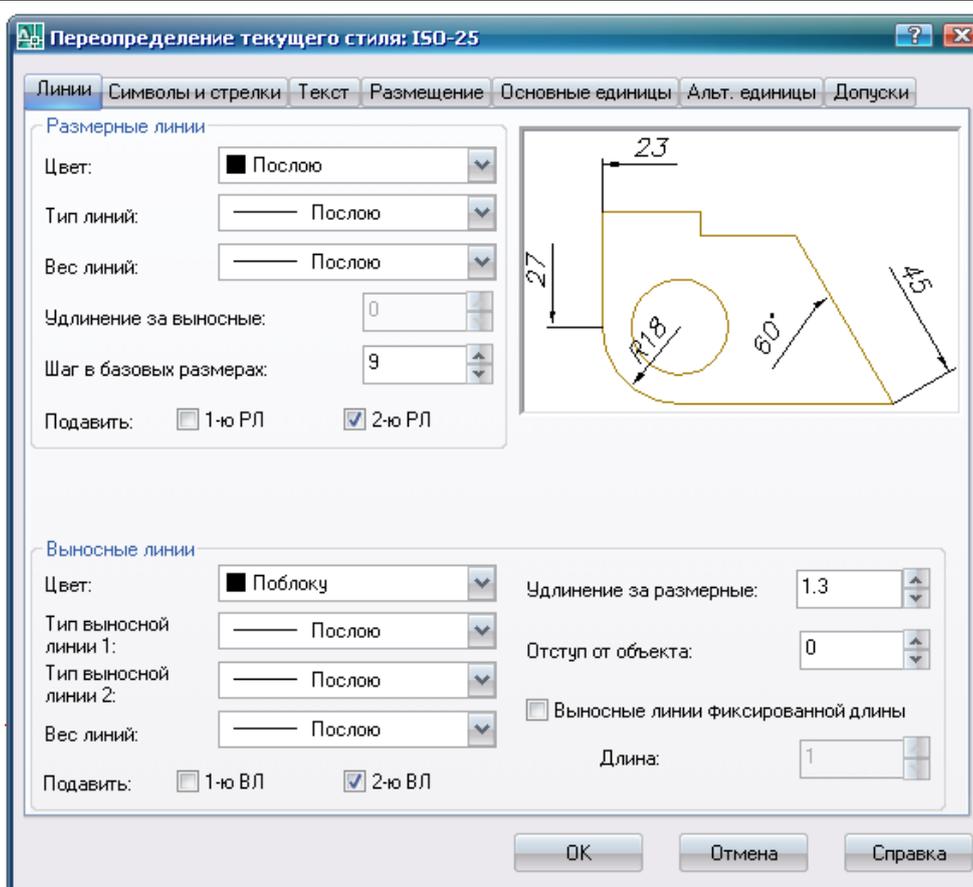


Рис. 5.19. Окно **Переопределение текущего стиля**

Шаг 4. Закрыть все вкладки и окна. Выбрать команду **Размеры → Линейный**.

Сообщение системы: Начало первой выносной линии:

Ваш ответ: Указать мышью точку начала первой выносной линии (рис. 5.18).

Сообщение системы: Начало второй выносной линии:

Ваш ответ: Хотя на чертеже второй выносной линии не будет, но точку начала второй выносной линии нужно указать. Она будет находиться немного выше осевой линии.

Сообщение системы: Положение размерной линии или [Мтекст/Текст/Угол/Горизонтальный/Вертикальный/Повернутый]:

Ваш ответ: Ввести букву **T** и нажать **Enter**, затем в строке **Размерный текст <18>**: набрать **%%C18** и нажать **Enter** (C – английское). После этого остается только указать местоположение размерной линии с одной стрелкой.

В завершении данного упражнения аналогичным образом нанести размеры **Ø40** и **M40**, после чего все настройки необходимо вернуть к прежним значениям.

Для закрепления полученных навыков по нанесению размеров выполнить самостоятельно **Упражнения 13** и **14**. Рядом с чертежами даны рисунки с образцами выполнения заданий. Наносимые размеры могут отличаться от приведенных на образцах. Все размеры округлять до целых чисел. При нанесении размеров следует руководствоваться требованиями ГОСТ 2.307–68. Для настройки наилучшего положения линейных размеров, размеров диаметров, радиусов, угловых следует использовать диалоговое окно **Размерные стили → Редактировать → Размещение, Текст, Основные единицы**.

После завершения всех построений заполнить основные надписи, сохранить чертежи под своим именем и предъявить преподавателю.

Лабораторная работа № 6

ВЫПОЛНЕНИЕ ЗАДАНИЯ

ПО ПРОЕКЦИОННОМУ ЧЕРЧЕНИЮ

СРЕДСТВАМИ СИСТЕМЫ AUTOCAD

Цель работы: Изучить графические средства и приемы, используемые для построения чертежа детали в системе AutoCAD.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

На формате А3 выполнить три проекции детали в соответствии с заданным вариантом. Построить необходимые разрезы и нанести размеры детали.

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1. Загрузить систему AutoCAD.
2. В верхнем меню выбрать **Лабораторные Работы** → **Лабораторная работа № 6 «Проекционное черчение»** и вывести на экран чертеж – формат А3 с исходными данными по указанному преподавателем варианту.
3. Приступить к выполнению работы: построить два заданных вида детали, затем построить третью проекцию, пользуясь командами меню **Рисование: Отрезок, Круг** и командами меню **Редактировать: Копировать, Повернуть, Перенести, Разорвать, Удлинить, Обрезать, Стереть** и др. Выполнить местные разрезы. Дополнительная таблица с вариантами размеров детали приведена в конце данного описания.

Подготовка к созданию чертежа

1. Проверить наличие слоев для различных компонентов чертежа и настройку типа, толщины (веса) и цвета линии для каждого слоя (команда меню **Формат** → **Слой**).
2. Произвести настройку системы для нанесения размеров в соответствии с ГОСТ (команда меню **Формат** → **Размерные стили** или **Размеры** → **Размерные стили**).
3. Создать или выбрать из списка текстовый стиль для выполнения надписей на чертеже в соответствии с ГОСТ (команда меню **Формат** → **Стиль текста**).

Выбор типов линий и создание многослойного чертежа

Независимо от сложности чертежа, он обязательно содержит линии различных типов и толщины, а чертежи, выполненные на ЭВМ, имеют еще и различный цвет. Чтобы не было путаницы с линиями при выводе на плоттере, в системе AutoCAD черчение объектов выполняется на нескольких слоях (как на прозрачных слоях кальки). Каждому слою соответствует свой тип линии. Переключение слоев выполняется с помощью команд меню **Формат** → **Слой**. Слои можно создавать, переименовывать, удалять, временно гасить. Управлять слоями можно также с помощью инструментальной панели **Слои** (рис. 6.1).

Слой 0 включается сразу после загрузки системы. Он является системным, и использовать его для черчения не рекомендуется. Тип линии на этом слое – **Сплошная (continue)**.

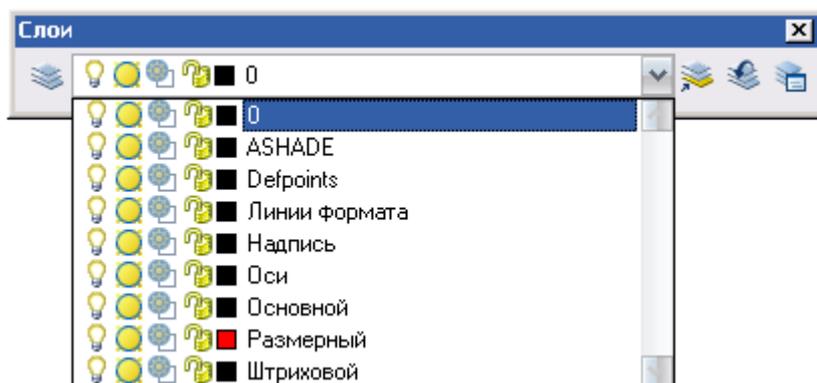


Рис. 6.1. Инструментальная панель Слои

Создание новых слоев и настройка их свойств выполняются в диалоговом окне **Диспетчер свойств слоя** (рис. 6.2), который вызывается из меню **Формат → Слой**.

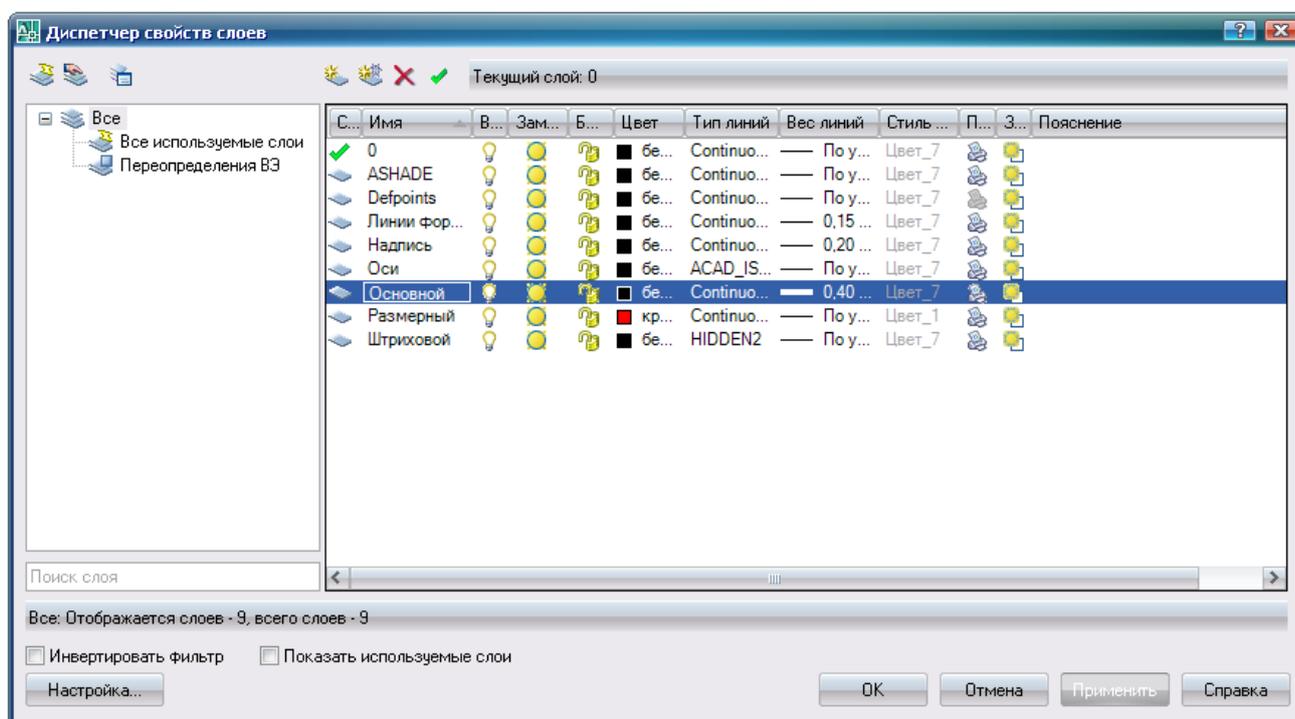


Рис. 6.2. Диалоговое окно Диспетчер свойств слоя

В данной работе используются слои и типы линий, приведенные в табл. 6.1.

Таблица 6.1

Слой и типы линий, используемые на чертеже

Слой	Тип линии	
Оси	Штрихпунктирная	— · — · —
Основной	Сплошная (continue)	—————
Размерный	Сплошная	—————
Надпись	Сплошная	—————
Штриховой	Штриховая	- - - - -

Построение главного вида детали

AutoCAD предоставляет множество различных способов вычерчивания графических объектов. В данной работе приводится в качестве примера один из вариантов создания чертежа в среде AutoCAD. Каждый студент имеет право выбрать свой собственный способ построения чертежа, отличающийся от приведенного ниже. Однако работа должна быть выполнена за 1,5 часа.

Построения начинать из точки с координатами 70, 160. В эту точку переместить знак ПСК (пользовательская система координат).

Команды перемещения знака ПСК – верхнее меню **Сервис** → **Новая ПСК** → **Начало**.

В появившейся командной строке (Новое начало координат <0,0,0>:) ввести **70, 160** и нажать **Enter** (или указать эту новую точку курсором) (рис. 6.3).

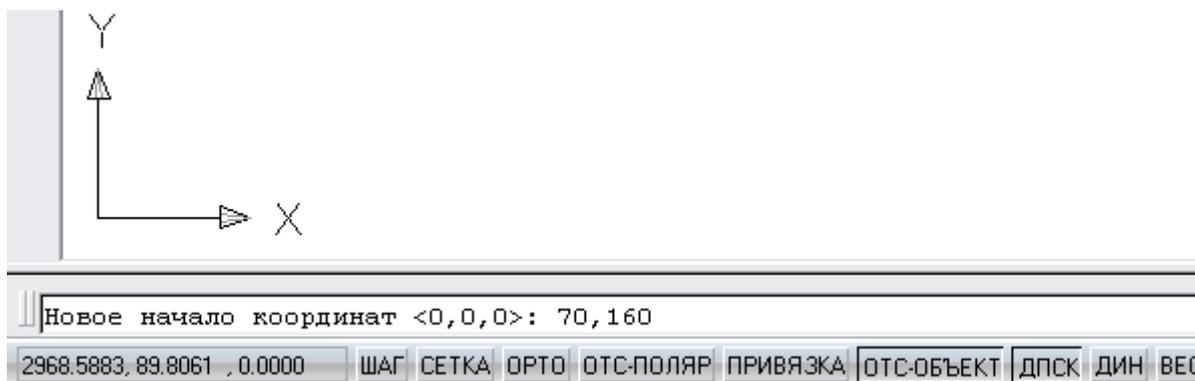


Рис. 6.3. Командная строка

После этого начало координат (точка 0, 0) переместится в выбранную точку и дальнейший отсчет координат будет производиться от этой точки (а не от левой нижней точки формата чертежа). Это позволит воспользоваться приведенными в задании размерами без дополнительных перерасчетов.

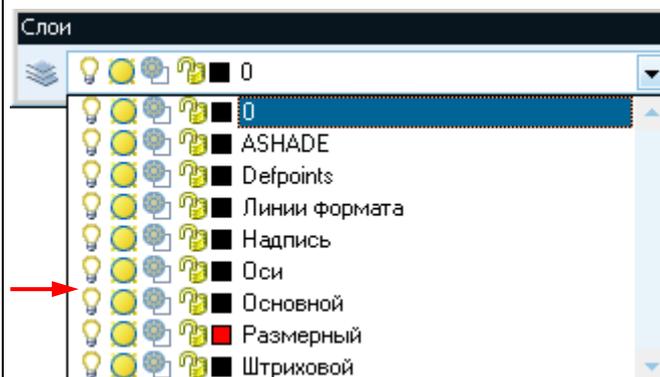
При переходе к построению другого вида детали знак ПСК можно переместить в новую удобную для отсчета координат точку.

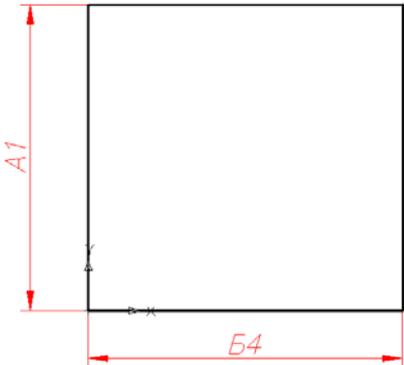
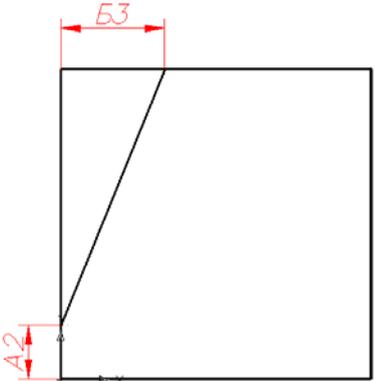
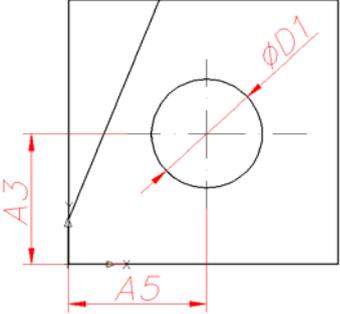
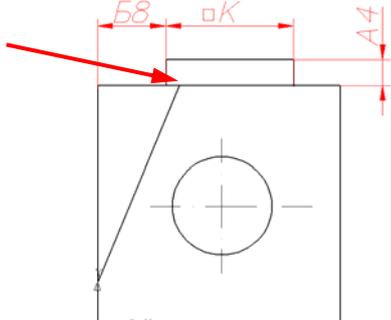
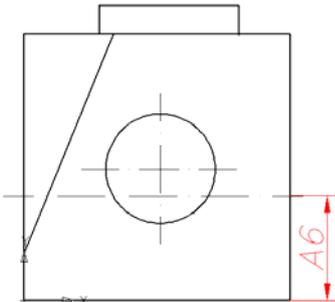
Дальнейшие построения выполняются в следующей последовательности.

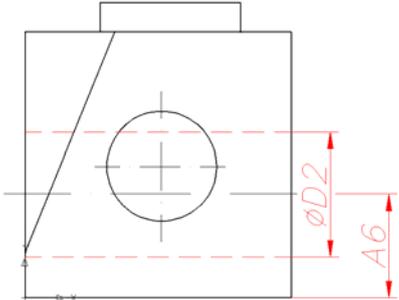
1. Построение главного вида

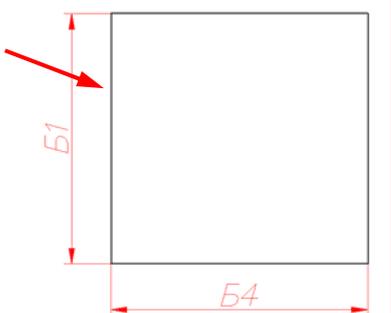
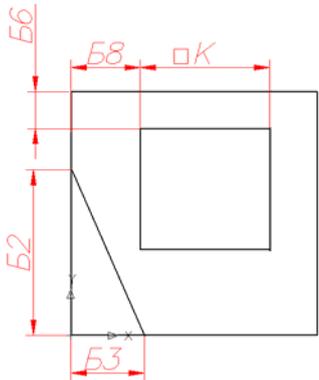
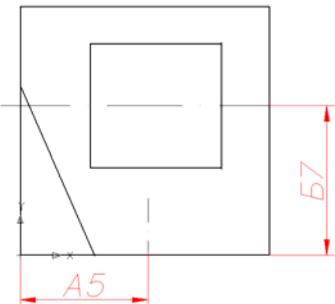
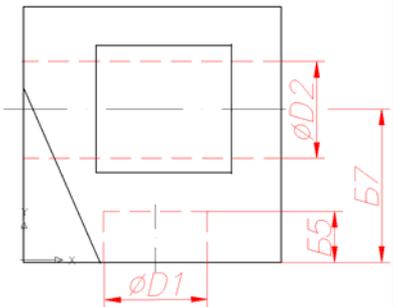
Шаг 1. Перейти на слой **Основной**.

Для этого на панели **Слой** курсором раскрыть список слоев и выбрать слой **Основной** (указана стрелкой).



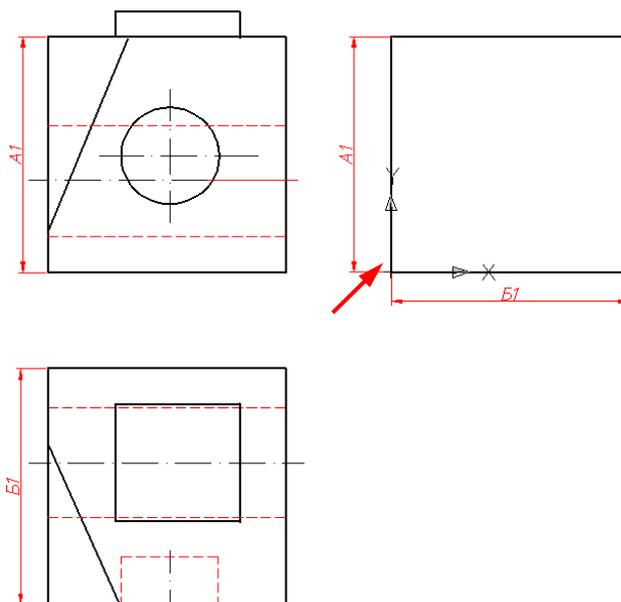
<p>Шаг 2. Вызвать команду Рисование → Прямоугольник и построить квадрат размером $A1 \times B4$ ($A1 = B4$ по условию).</p>	
<p>Шаг 3. Начертить наклонный отрезок (команда Рисование → Отрезок). Координаты концов наклонного отрезка относительно нижнего левого угла квадрата: нижняя точка: 0, $A2$; верхняя: $B3$, 0.</p>	
<p>Шаг 4. Начертить окружность (меню Рисование → Окружность/Центр, Радиус). Координаты центра окружности: $A5$, $A3$. Диаметр: $D1$. Построить осевые линии через центр окружности: команда Размеры → Маркер Центра, указать курсором линию круга. Полученные осевые линии перенести на слой Оси и растянуть за пределы круга.</p>	
<p>Шаг 5. Перейти на слой Основной. Достроить вверху прямоугольник – команда Рисование → Отрезок. Включить клавишу F8 (ортогональное черчение). Координаты прямоугольника: $B8$, K, $A4$.</p>	
<p>Шаг 6. Перейти на слой Оси. С помощью команды Рисование → Отрезок провести горизонтальную ось на высоте $A6$ (координаты первой точки отрезка: -3, $A6$; второй точки: $B4$, $A6$).</p>	

<p>Шаг 7. Перейти на слой Штриховой. С помощью команды Рисование → Отрезок провести две параллельные горизонтальные штриховые линии (скрытый контур – отверстие диаметром $D2$).</p>	
---	--

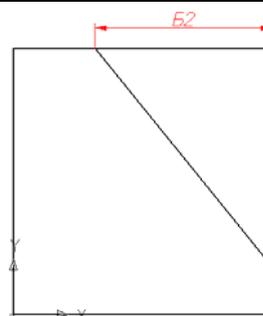
<h2 style="text-align: center;">2. Построение вида сверху</h2>	
<p>Шаг 1. Перейти на слой Основной. Так как размер $B1 = B4 = A1$, то построенный на главном виде квадрат можно скопировать в нижнюю часть чертежа (меню Редактировать → Копировать). Это будет внешний контур вида сверху.</p>	
<p>Шаг 2. Переместить знак ПСК в нижний левый угол построенного квадрата (меню Сервис → Новая ПСК → Начало). Построить наклонную линию – команда Рисование → Отрезок. Первая точка: $0, B2$; вторая точка: $B3, 0$. Построить малый квадрат с размером сторон, равным K. Для удобства отсчета координат можно перенести знак ПСК в верхний левый угол проекции детали.</p>	
<p>Шаг 3. Переместить знак ПСК в нижний левый угол квадрата. Перейти на слой Оси. С помощью команды Рисование → Отрезок начертить горизонтальную ось на высоте $B7$ и вертикальную ось на расстоянии $A5$.</p>	
<p>Шаг 4. Перейти на слой Штриховой. С помощью команды Рисование → Отрезок провести две параллельные горизонтальные штриховые линии (скрытый контур – отверстие диаметром $D2$). Эти линии можно скопировать с главного вида. Штриховыми линиями построить цилиндрическое углубление диаметром $D1$.</p>	

3. Построение вида слева

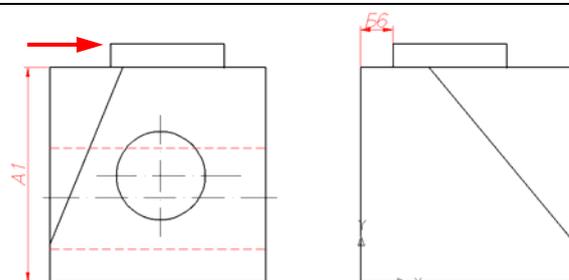
Шаг 1. Перейти на слой **Основной**.
 Так как размер $B1 = A1$, то построенный на главном виде квадрат можно скопировать в правую часть чертежа (меню **Редактировать** → **Копировать**). Это будет внешний контур вида слева.
 Переместить знак ПСК в нижний левый угол построенного квадрата (меню **Сервис** → **Новая ПСК** → **Начало**).



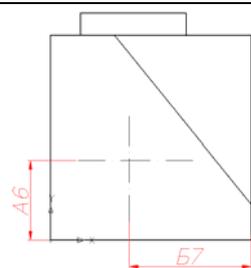
Шаг 2. Используя известные способы проецирования, построить наклонную линию – команда **Рисование** → **Отрезок**. Размер $B2$ нужно пересчитать относительно нижнего **левого** угла квадрата, в котором находится начало ПСК.



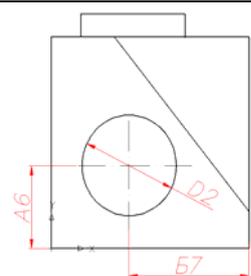
Шаг 3. Скопировать верхний прямоугольник с главного вида на вид слева и установить его на расстоянии $B4$.

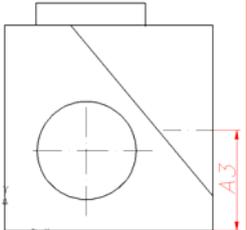
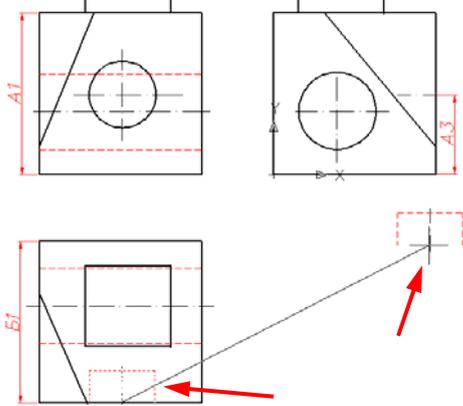
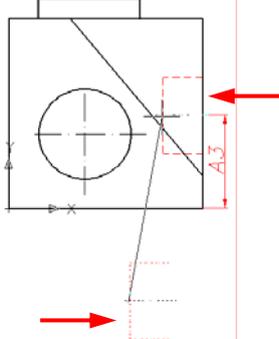


Шаг 4. Перейти на слой **Оси**.
 С помощью команды **Рисование** → **Отрезок** начертить горизонтальную ось на высоте $A6$ и вертикальную ось на расстоянии $B7$ (пересчитать относительно **левого** нижнего угла квадрата).



Шаг 5. Перейти на слой **Основной**.
 На построенных осях начертить окружность диаметром $D2$ (меню **Рисование** → **Окружность/Центр, Радиус**).



<p>Шаг 6. Перейти на слой Оси. С помощью команды Рисование → Отрезок начертить горизонтальную ось на высоте A_3.</p>	
<p>Шаг 7. Перейти на слой Основной. С помощью команды Редактировать → Копировать скопировать штриховой прямоугольник вместе с осевой линией (скрытый контур – углубление диаметром D_1) и разместить его возле вида слева.</p>	
<p>Шаг 8. Повернуть штриховой прямоугольник вместе с осевой линией на 90° (команда Редактировать → Повернуть) и переместить его так, чтобы осевая линия находилась на высоте A_3. (команда Редактировать → Переместить).</p>	

4. Нанесение размеров

Перейти на слой на **Размерный**.

Настроить размеры с помощью команды меню **Размеры** → **Размерный стиль**. Эта команда раскрывает вкладку **Диспетчер размерных стилей**.

Для изменения параметров размеров нажать клавишу **Редактировать**, после чего раскрывается вкладка **Изменение размерного стиля**, с помощью которой в данной работе следует установить следующие настройки:

- в окне **Линии** – установить **Шаг в базовых размерах**: 9 мм;
- в окне **Символы и стрелки** – установить **Размер стрелки**: 4 мм;
- в окне **Текст** – установить **Высота текста**: 4 мм;
- в окне **Размещение** – включить кнопку **Текст** (эту настройку изменяют в зависимости от типа наносимого размера);
- в окне **Основные единицы** – установить **Точность**: 0.

Закреть все окна и вернуться к чертежу.

Размеры наносятся в соответствии с ГОСТ 2.307–68 с помощью команд **Линейный**, **Радиус**, **Диаметр**, **Угловой**.

Нанесение размеров в системе AutoCAD не представляет особых трудностей. Основная задача заключается в выборе рационального места для размеров и соблюдении расстояния между размерами (7–10 мм). Для редактирования размерных чисел используется панель **Свойства**, которая раскрывается, если дважды щелкнуть мышью по необходимому размеру (панель **Свойства** можно вызвать для предварительно выбранного размера правой кнопкой мыши).

Заполнение основной надписи

Перейти на слой **Надпись**. Затем в меню **Рисование** выбрать команду **Текст** → **Однострочковый** и заполнить основную надпись, изменяя высоту шрифта.

В заключение проверить компоновку чертежа и, если необходимо, поправить расположение проекций, используя команду **Редактирование** → **Переместить**.

Выполненную работу предъявить преподавателю.

Варианты заданий

На рис. 6.4 приведен чертеж-задание в общем виде, содержащий две проекции детали и буквенные значения размеров.

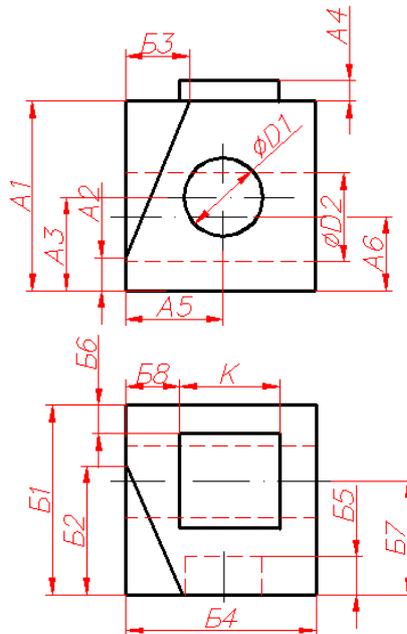


Рис. 6.4. Чертеж-задание

Цифровые значения размеров по вариантам даны в табл. 6.2, а также приведены на чертежах, вызываемых из меню **Лабораторные работы** → **Лабораторная работа № 6**.

Таблица 6.2

Исходные данные для вариантов заданий (размеры в миллиметрах)

№ вар.	A1	A2	A3	A4	A5	A6	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	D1	D2	K
1	100	10	50	10	50	40	100	70	30	100	20	10	50	30	40	48	50
2	90	10	45	9	45	36	90	63	27	90	18	9	46	27	36	42	45
3	80	8	40	8	40	32	80	56	24	80	16	8	42	24	32	38	40
4	70	7	35	7	35	28	70	50	20	70	15	7	38	20	28	34	35
5	75	10	36	8	36	30	75	50	22	75	16	8	40	22	28	34	35
6	85	10	40	8	40	32	85	60	24	85	16	10	42	24	32	38	40
7	96	14	46	10	46	36	96	64	28	96	20	10	46	28	36	42	45
8	105	15	50	12	50	40	105	70	30	105	20	10	50	30	40	48	50
9	95	15	50	12	50	40	95	70	30	95	20	10	50	30	40	48	50
10	85	10	40	8	40	32	85	60	24	85	16	10	42	24	32	38	40
11	75	10	36	8	36	30	75	50	22	75	16	8	40	22	28	34	35
12	80	8	40	8	40	32	80	56	24	80	16	8	42	24	32	38	40
13	70	7	35	7	35	28	70	50	20	70	15	7	38	20	28	34	35
14	100	20	55	10	55	40	100	60	30	100	20	10	50	30	40	48	50
15	96	14	46	10	46	36	96	64	28	96	20	10	46	28	36	42	45

Лабораторная работа № 7

ДЕТАЛИРОВАНИЕ СБОРОЧНОГО ЧЕРТЕЖА СРЕДСТВАМИ СИСТЕМЫ AUTOCAD

Цель работы: Изучить графические средства и приемы, необходимые для выполнения детализирования чертежа сборочной единицы в системе AutoCAD.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

На формате А3 выполнить чертеж детали, входящей в заданный узел – построить необходимые виды, разрезы, нанести все размеры детали, заполнить основную надпись и подготовить чертеж к выводу на печать.

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1. Загрузить систему AutoCAD.
2. Выбрать команду меню **Файл** → **Создать**, в окне **Шаблоны** выбрать ACADISO.DWT и открыть его.
3. Раскрыть в верхнем меню раздел **Лабораторные работы** и выбрать **Лабораторная работа № 7 «Детализирование сборочного чертежа»**.
4. Указать номер своего варианта задания (вар. 1–15) и вывести сборочный чертеж на экран.
5. Выполнить рабочий чертеж детали из сборочного чертежа. Номер детали указывает преподаватель. При построении максимально использовать готовые изображения сборочной единицы, пользуясь командами редактирования.

1. Общие правила выполнения рабочего чертежа

1.1. В соответствии с ГОСТ 2.305–68 «Изображения – виды, разрезы, сечения» выбирается главный вид разрабатываемой детали. Для корпусных деталей этот вид, как правило, совпадает с главным видом сборочной единицы. Затем выбираются остальные виды. Количество видов должно быть минимальным, но достаточным для изготовления и контроля детали.

1.2. Выбор формата А3 или А4 зависит от количества изображений и масштаба чертежей. При этом следует учитывать, что главное изображение деталей, имеющих форму вращения, нужно располагать **горизонтально**. При выборе масштаба учитывается величина и сложность детали, количество видов, размеры детали. Предпочтительным является масштаб 1:1. Выносные элементы вычерчиваются в увеличенном масштабе, который указывается над изображением.

1.3. Важная особенность процедуры детализирования сборочного чертежа: элементы конструкции, которые на чертеже изображены упрощенно или отсутствуют, на чертеже детали должны отражаться полностью (фаски, проточки и т. п.) с учетом функциональной особенности детали.

1.4. Намечаются необходимые разрезы и сечения. Для симметричных фигур целесообразно соединить половину вида с половиной разреза.

1.5. Нанесение размеров. В соответствии с ГОСТ 2.307–68 «Нанесение размеров» на чертеже указываются габаритные размеры, размеры формы и положения всех элементов детали.

1.6. Основная надпись заполняется в соответствии со спецификацией и описанием сборочной единицы (из этих документов выбираются обозначение, наименование и материал детали).

При детализировании сборочной единицы следует учитывать, что перечисленные правила выполнения чертежей деталей являются едиными при работе на компьютере и при подготовке чертежа вручную на чертежной бумаге.

2. Чтение сборочного чертежа

2.1. Заданный по условию чертеж сборочной единицы содержит следующие данные, необходимые для изготовления и контроля:

- **изображение сборочной единицы** (виды, разрезы, сечения и т. д.) (рис. 7.1);
- **текстовую информацию** (описание изделия, спецификация) (рис. 7.2).

2.2. Прежде чем приступить к построению чертежа детали, входящей в узел, необходимо определить форму и положение всех деталей этого узла, их взаимное расположение, виды соединений (резьбовые и др.), характер взаимодействия, возможность сборки и разборки соединений.

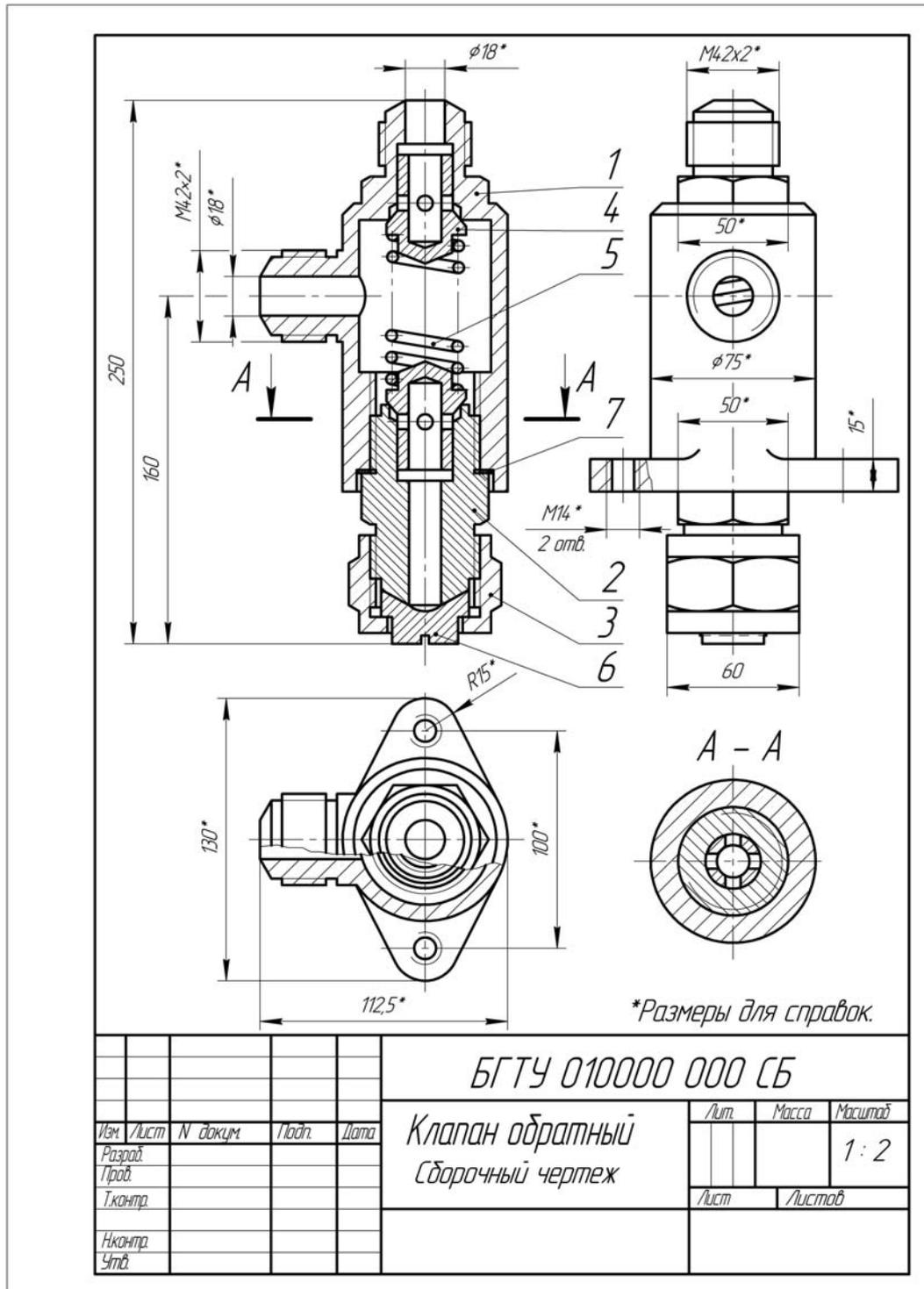


Рис. 7.1. Пример задания по теме «Детализация сборочного чертежа»

Код	Лист	Обозначение	Наименование	Кол.	Прим.					
			Документация							
		БГТУ 010000 000СБ	Сборочный чертеж							
			Детали							
1		БГТУ 010000 001	Корпус	1						
2		БГТУ 010000 002	Штуцер	1						
3		БГТУ 010000 003	Гайка	1						
4		БГТУ 010000 004	Клапан	2						
5		БГТУ 010000 005	Пружина	1						
6		Заглушка	1		7		БГТУ 010000 007	Прокладка	1	
7		БГТУ 010000 007	Прокладка	1						

Клапан предназначен для предотвращения обратного движения жидкости в случае разрыва питающего трубопровода или падения давления в гидронасосе.

В полости корпуса 1 пружина 5 прижимает клапаны 4 к посадочным гнездам корпуса и штуцера 2. Заглушка 6 и гайка 3 позволяют перекрывать одну нерабочую подводящую магистраль. Герметичность соединения штуцера с корпусом обеспечивается прокладкой 7.

В рабочем положении давление жидкости в системе смещает клапан 4, сжимая пружину 5, образует зазор, через который жидкость поступает в полость корпуса и далее через горизонтальный патрубок к исполнительному механизму. При падении давления в питающей магистрали клапан под действием пружины прижимается к гнезду и предотвращает обратный ток жидкости.

Рис. 7.2. Текстовая информация к сборочному чертежу-заданию

2.3. Прочитать пояснительный текст на чертеже (рис. 7.2), внимательно изучить все виды, разрезы, сечения, представленные на сборочном чертеже, после чего мысленно разбить узел на отдельные детали, входящие в сборку (рис. 7.3). На листе бумаги начертить эскиз детали, чертеж которой будет выполняться на компьютере. Для правильного понимания формы деталей необходимо мысленно объединить все имеющиеся на чертеже изображения, при этом детали следует рассматривать как сочетание простых геометрических тел (цилиндр, призма и т. п.).

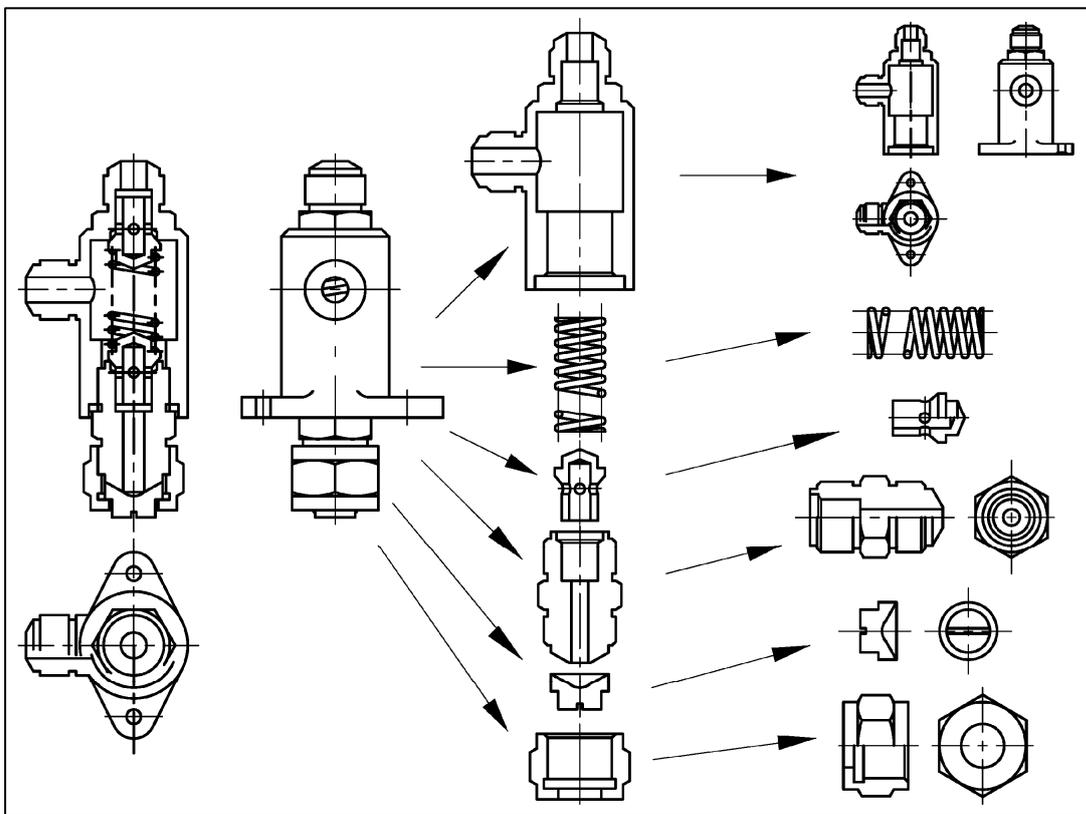


Рис. 7.3. Разделение сборочной единицы на составные части

3. Последовательность выполнения чертежа детали на компьютере

3.1. Создать новый чертеж (меню **Файл** → **Создать**); при этом в окне **Шаблоны** обязательно выбрать шаблон ACADISO.DWT и открыть его.

3.2. На экран дисплея вывести чистый лист формата А3. Для этого можно открыть **Лабораторную работу № 1** или **№ 6** и удалить (обвести рамкой) с помощью клавиши **Delete** ненужные построения.

Дальнейшие операции выполняются на экране в двух окнах. Чтобы перейти в этот режим, нужно выбрать в верхнем меню команду **Окно** → **Слева направо**. После этого экран будет разделен на два окна: в одном – сборочный чертеж-задание, во втором – пустой формат А3. Естественно, все лишние открытые в AutoCAD чертежи должны быть закрыты.

Переход из одного окна в другое осуществляется мышью.

3.3. Перейти в окно со сборочным чертежом-заданием.

Вызвать команду **Копировать** (меню **Правка** → **Копировать**), выделить рамкой на чертеже необходимую деталь (часть сборочного чертежа), щелкнуть левой клавишей мыши, затем нажать клавишу **Enter** на клавиатуре, чтобы сохранить выбранное в буферной памяти.

3.4. Перейти в окно с пустым форматом А3.

Командой **Вставить** (меню **Правка** → **Вставить**) скопировать выбранную деталь и сопутствующие изображения на чистый формат А3 (рис. 7.4).

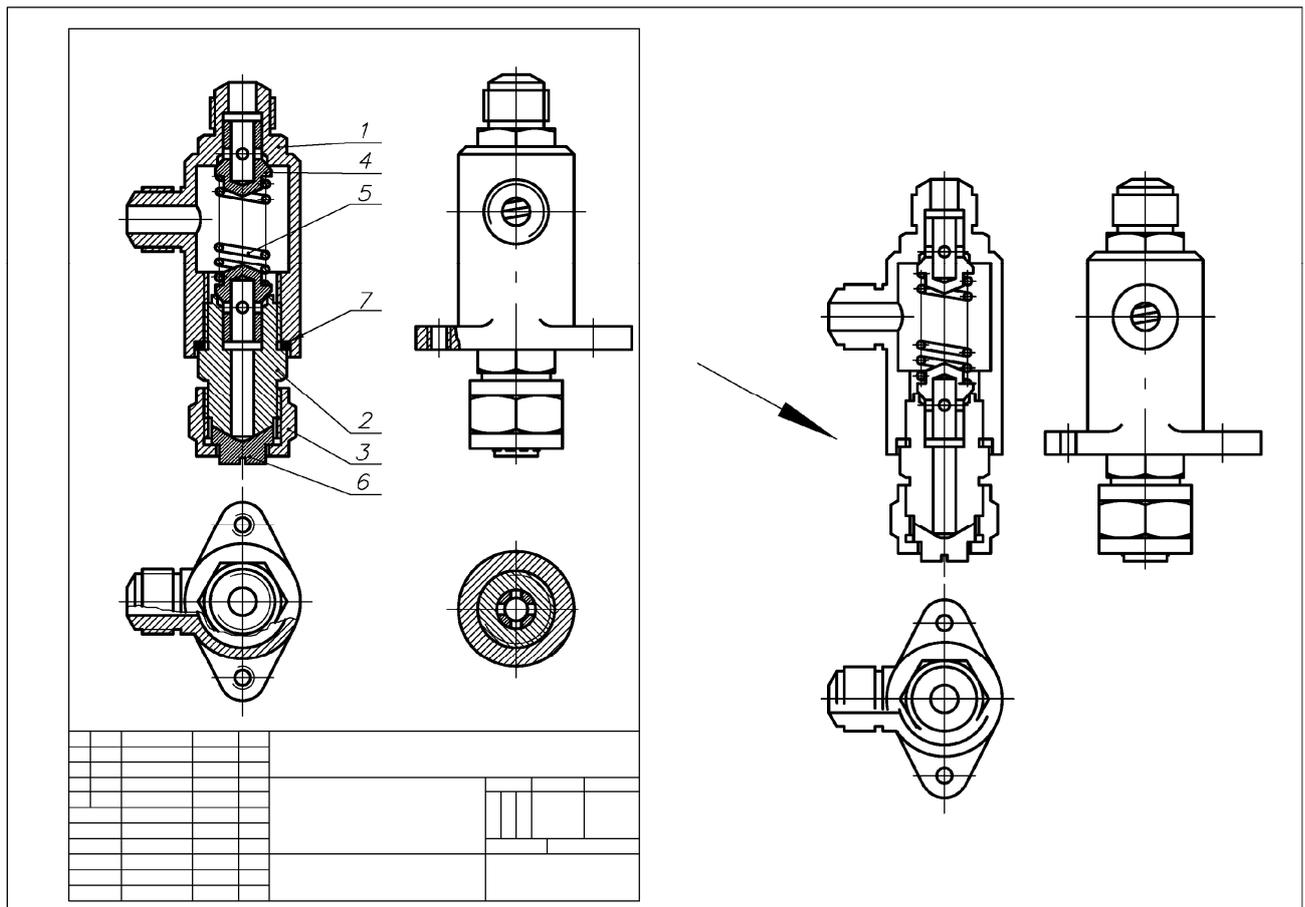


Рис. 7.4. Копирование выбранной детали

Обратить внимание на то, что на чистый формат будут перенесены не только изображения – линии, дуги, окружности и т. п., но и слои, на которых выполнены эти построения.

При редактировании и доработке изображений нужно следить за тем, на каком слое они находятся и не смешивать различные слои для одних типов линий. Например, при корректировке осевых линий, которые находятся на слое Оси (или Осевые), новые оси также следует строить на этом же слое. Контроль слоев осуществляется с помощью инструментальной панели **Слой**.

3.4.1. Последовательным выбором команд **Повернуть**, **Перенести** и др. добиться правильного расположения проекций детали. Все построения должны занимать **не менее 75%** поля чертежа и равномерно размещаться на поле чертежа (рис. 7.5).

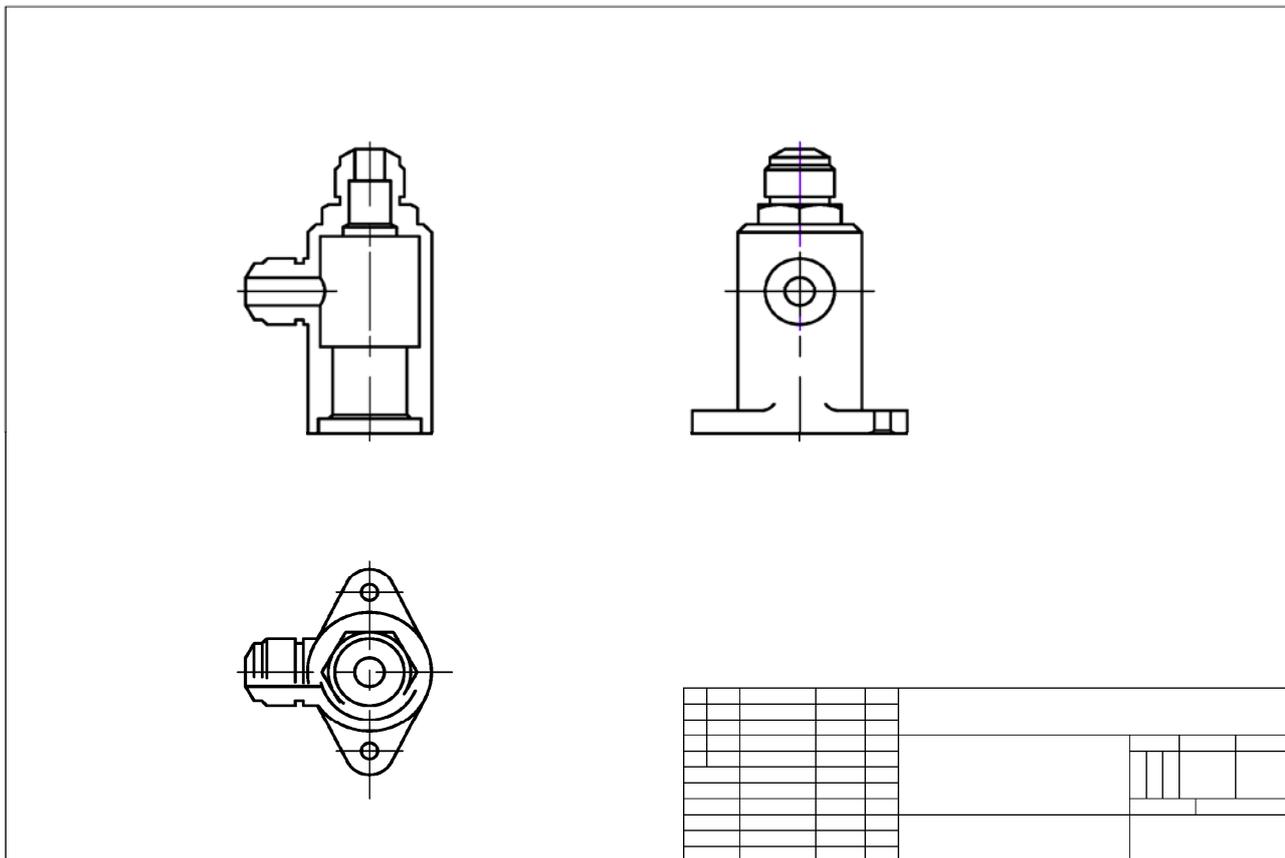


Рис. 7.5. Компонка изображений детали на чертеже

3.4.2. Командой **Редактировать** → **Стереть** удалить ненужные линии, которые были перенесены со сборочного чертежа после копирования. Для удаления штриховки достаточно выбрать одну линию, при этом будет выделены на удаление все линии заштрихованной области.

3.4.3. Посредством геометрических примитивов, расположенных на инструментальной панели **Рисование**, а также команд **Редактирования**: **Зеркало**, **Удлинить**, **Обрезать** и т. д. достроить виды и разрезы детали.

3.4.4. С помощью команды **Рисование** → **Штриховка** выбрать соответствующее контуры для штрихования и дооформить разрезы и сечения на чертеже. Если система отказывается наносить штриховку, значит, контур для штрихования имеет разрывы. В этом случае нужно изображение сильно увеличить, пройти по линии контура, найти разрыв и соединить линии, используя объектную привязку (нажать клавишу F3 на клавиатуре).

3.4.5. Обратит внимание на изображение деталей с резьбой. При разъединении резьбовых деталей (с наружной и внутренней резьбой) изображение резьбы также изменяется. Изображение внутренней резьбы показано на рис. 7.6, а, наружной резьбы – на рис. 7.6, б.



Рис. 7.6. Примеры изображения резьбы

После построения видов и разрезов можно приступать к нанесению размеров.

4. Нанесение размеров

4.1. Нанесение размеров в системе AutoCAD осуществляется с помощью команд инструментальной панели **Размер** → **Линейный**, **Угловой**, **Радиальный** или **Диаметральный**.

4.2. Изменение настроек размеров (если нужно) выполняется с помощью команды верхнего меню **Размеры** → **Размерные Стили**, которая раскрывает диалоговое окно **Диспетчер Размерных Стилей**. Далее в этом окне нажимается кнопка **Редактировать**, с помощью которой раскрывается новая вкладка **Переопределение текущего стиля** со следующими настройками:

- **Линии**;
- **Символы и стрелки**: установить размер стрелки 4 мм;
- **Текст**: установить высоту текста 4 мм;
- **Размещение**: выбрать **Текст**, но в некоторых случаях эту настройку нужно подбирать так, чтобы наносимый размер соответствовал требованиям ГОСТа;
- **Основные единицы**: установить точность 0,0.

4.3. Обратит внимание на масштаб, в котором выполнен чертеж, и установить его с помощью меню **Размеры** → **Масштаб изображений**.

Размеры должны быть действительными, а не промасштабированными!

4.4. Процедура нанесения размеров рассматривалась ранее. Здесь кратко следует отметить следующее:

- после вызова команды **Размер** (например, **Линейный**) последовательно указывается положение первой и второй выносных линий, затем положение размерной линии;
- можно вносить изменения в текстовую часть размера (если необходимо, например, добавить знак диаметра \varnothing). Изменения в тексте выполняются с помощью подкоманды **Текст**, при этом используются вспомогательные символы в английской раскладке клавиатуры: для обозначения знака \varnothing ввести **%%C**; знака $^{\circ}$ – **%%D**; знака \pm – **%%P**.

5. Нанесение технических требований (текста)

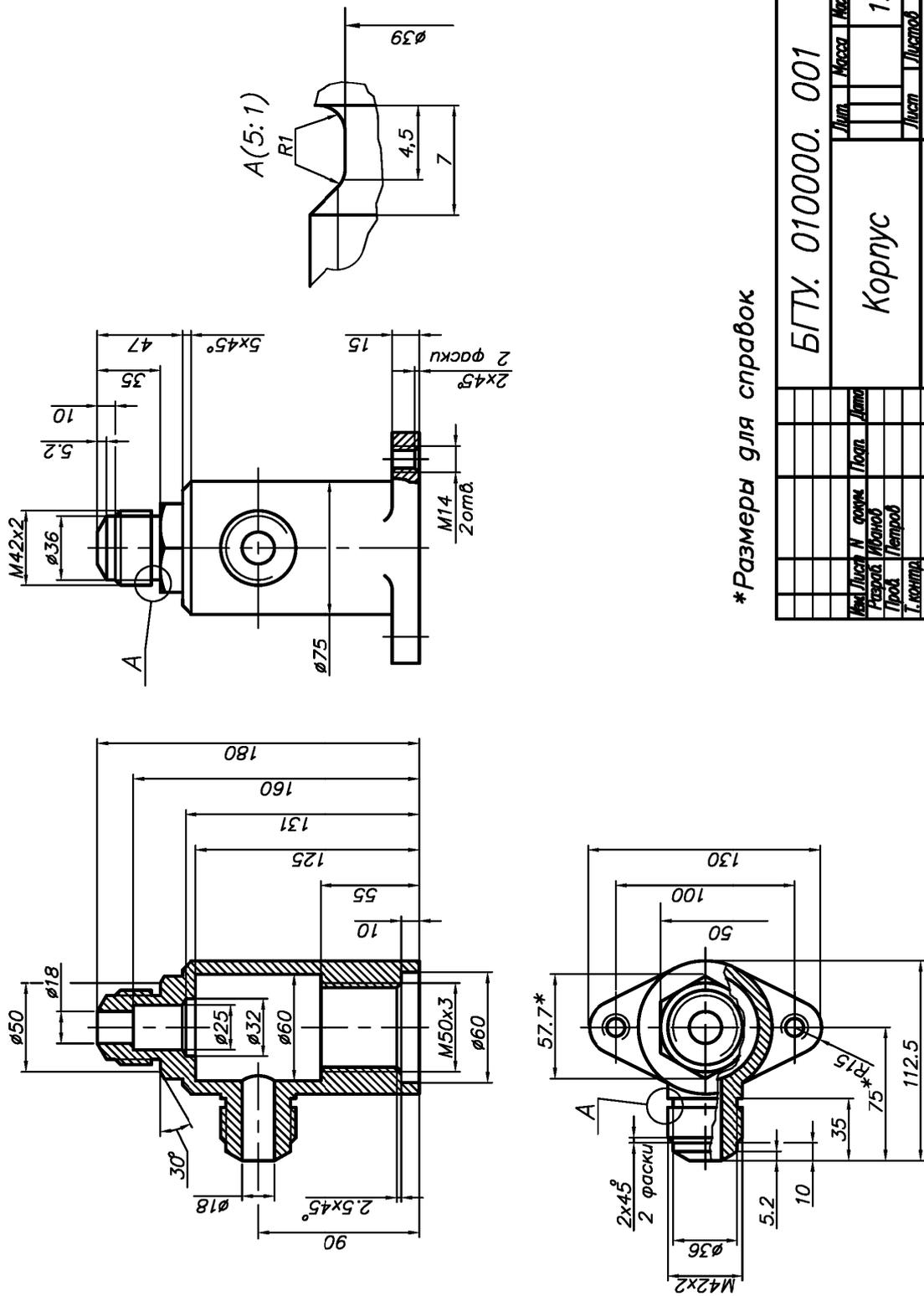
Для нанесения технических требований на поле чертежа и заполнения основной надписи шаблона используется команда **Текст**. Обозначение, наименование и материал детали приведены в сборочном чертеже.

6. Завершение работы над чертежом

Включить функцию **Отображать линии в соответствии с весами** (находится в меню **Формат** → **Веса линий/ВКЛ**), и проверить правильность толщин линий на чертеже. При необходимости отредактировать линии (команда **Свойства**).

Пример выполнения чертежа детали приведен на рис. 7.7.

Выполненный чертеж с заполненной основной надписью представить преподавателю.



*Размеры для справок

БГТУ. 010000. 001		Лист	Масса	Качество
Корпус		Лист	1:2	Листов
		СЧ15 ГОСТ1412-79		
Исполн.	Н. Селев	Лист	Дата	
Провер.	И.Бонюк	Проб.	Петров	
Т. контро.		Н. контро.		
Умб.	Петров			

Рис. 7.7. Пример выполнения задания

**Приложение
КЛАПАН ПРЕДОХРАНИТЕЛЬНЫЙ,
СБОРОЧНЫЙ ЧЕРТЕЖ И ЧЕРТЕЖИ ДЕТАЛЕЙ**

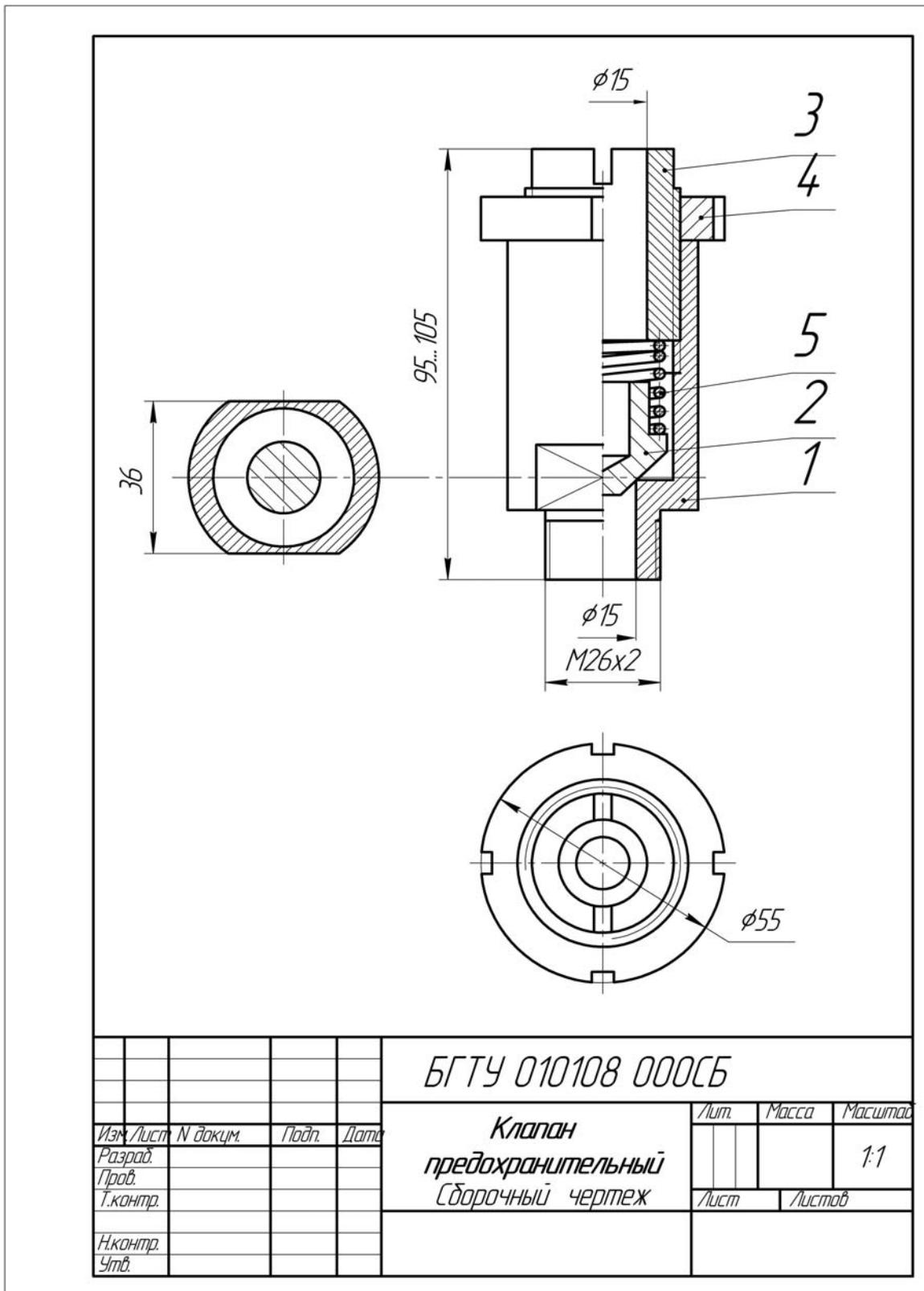


Рис. П1

Шрифт	Толщ.	1/03.	Обозначение	Наименование	Кол.	Прим.
				Документация		
			БГТУ 010108 000 СБ	Сборочный чертеж		
				Детали		
	1		БГТУ 010108 001	Корпус	1	
	2		БГТУ 010108 002	Клапан	1	
	3		БГТУ 010108 003	Втулка	1	
	4		БГТУ 010108 004	Гайка	1	
	5		БГТУ 010108 005	Пружина	1	

Клапан предохранительный служит для выдоха газа или пароводяной рабочей среды в случае превышения допустимого давления в аппарате.

Клапан состоит из корпуса 1 в который ввинчена втулка 3. Отверстие корпуса перекрывается клапаном 2 с усилием создаваемым пружиной 5.

Сила нажатия пружины регулируется втулкой 3 с последующей фиксацией гайкой 4.

В рабочем положении давление газа действует на нижнюю часть клапана. При достижении давления, на которое отрегулирована пружина, клапан поднимается и газ поступает в полость корпуса и далее в атмосферу.

Задание

Материал деталей поз. 1..4 – Сталь 20 ГОСТ 1050-88,
дет. поз. 5 – Сталь 65Г ГОСТ 1050-88.

Рис. П2

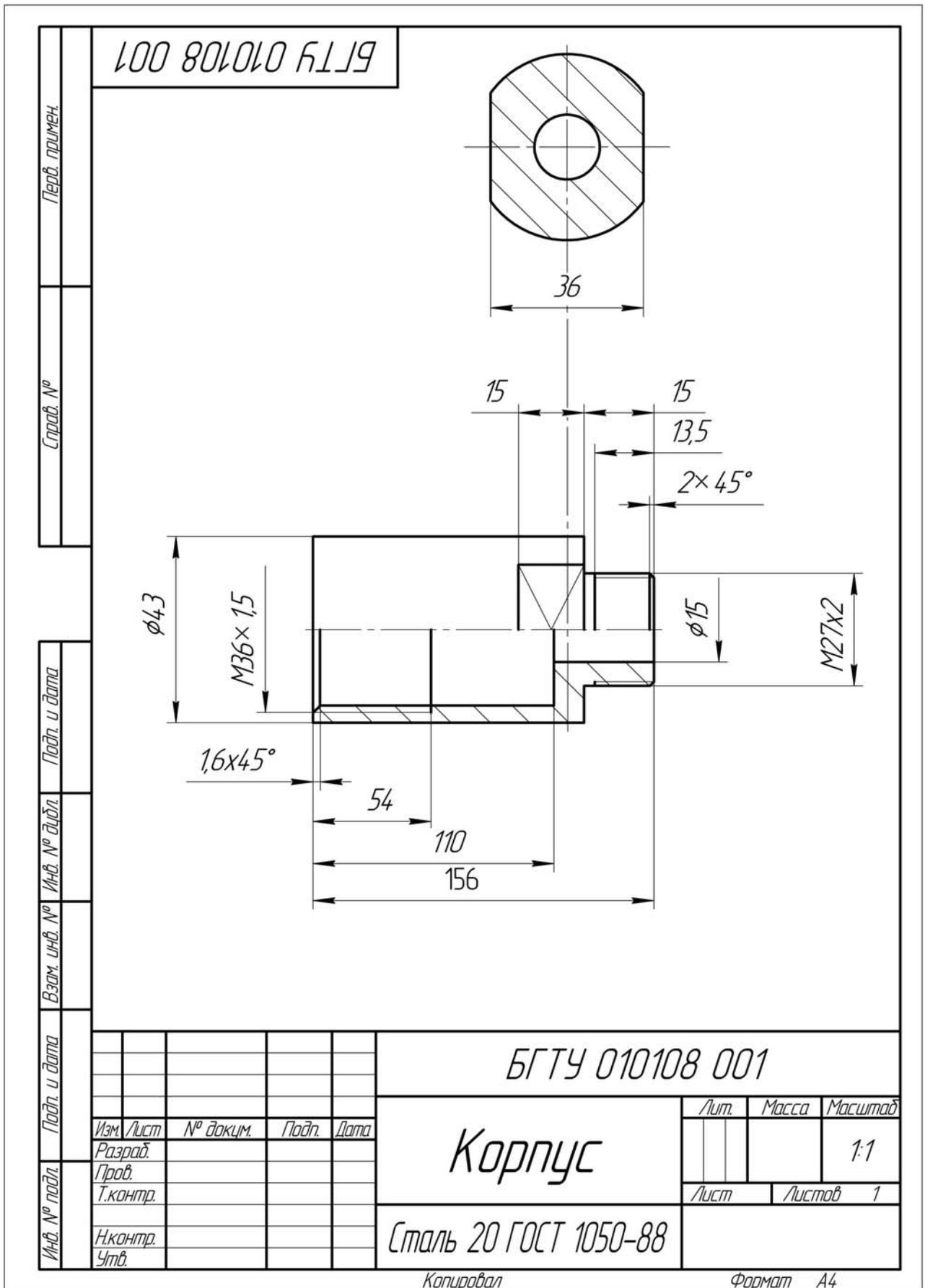
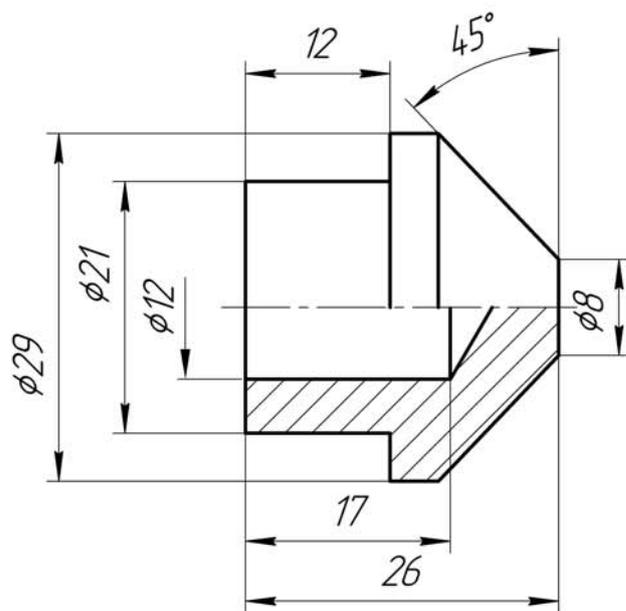


Рис. ПЗ



					БГТУ 010108 002		
					Лит.	Масса	Масштаб
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Клапан		2:1
Разраб.					Лист	Листов	
Проб.					Сталь 20 ГОСТ 1050-88		
Т.контр.							
Н.контр.							
Утв.							

Рис. П4

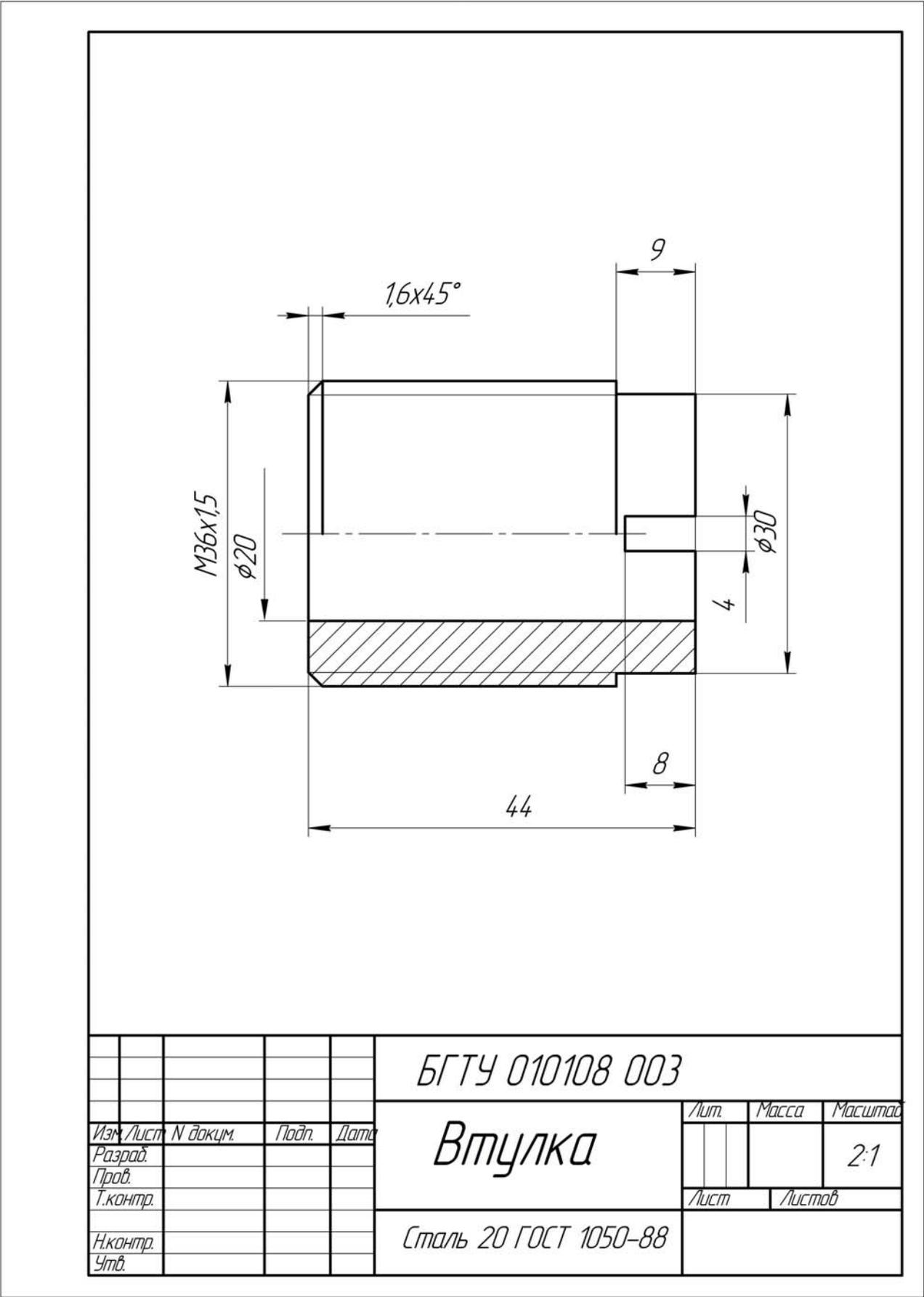
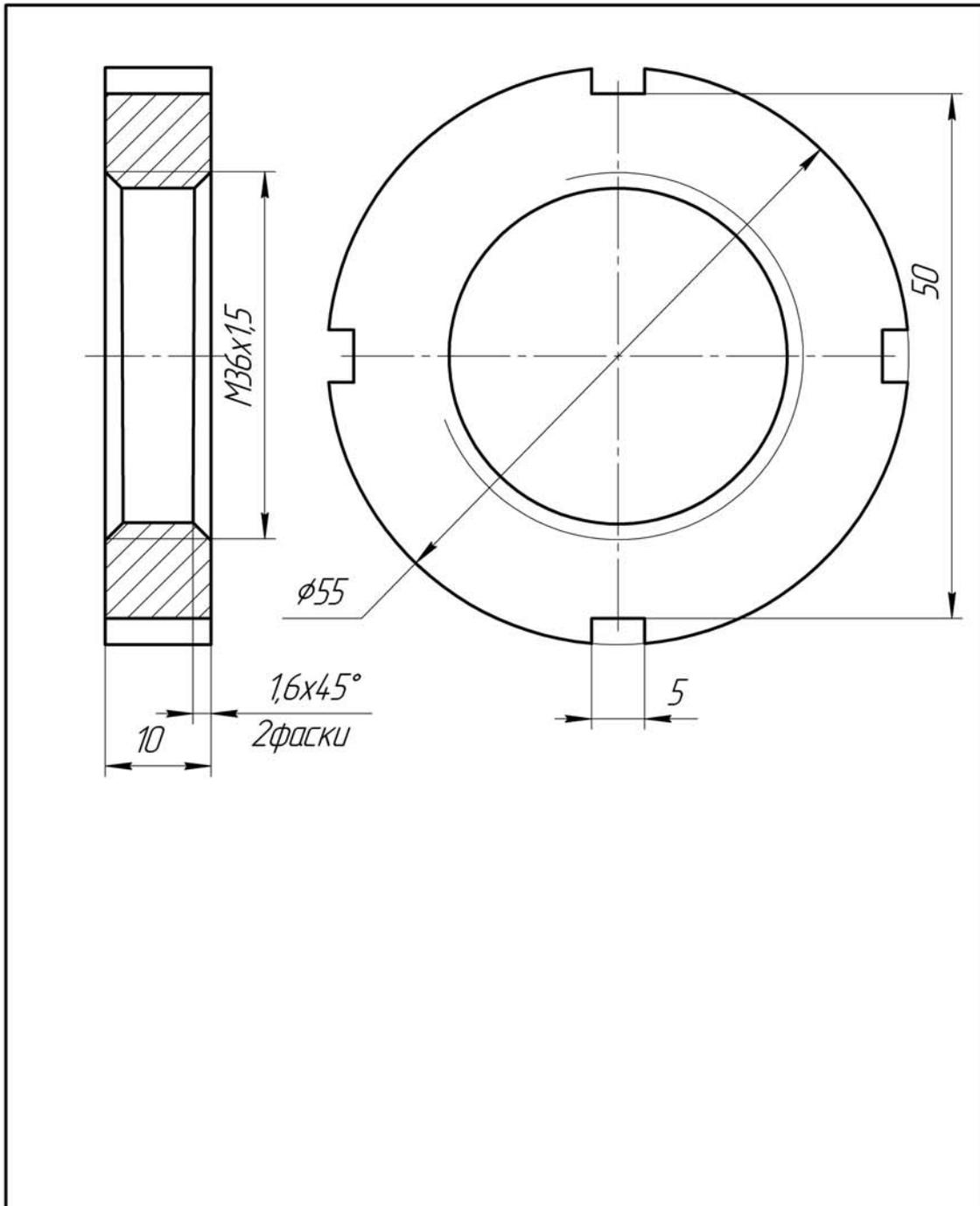
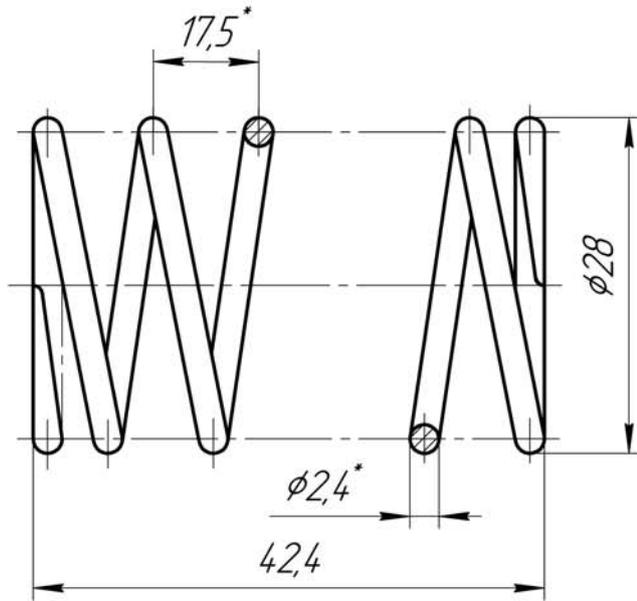


Рис. П5



				<i>БГТУ 010108 004</i>		
				<i>Гайка</i>		
				<i>Сталь 20 ГОСТ 1050-88</i>		
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>N докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>	<i>Лит.</i>	<i>Масса</i>
<i>Разраб.</i>						<i>Масштаб</i>
<i>Проб.</i>						2:1
<i>Т.контр.</i>					<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Н.контр.</i>						
<i>Утв.</i>						

Рис. П6



1. Направление навивки пружины - правое.
2. Число рабочих витков $n=4,5$.
3. Число витков полное $n=6$.
4. *Размеры для справок.

					БГТУ 010108 005		
					Пружина		
					Проволока 2-2,4 ГОСТ 9389-75		
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Лит.	Масса	Масштаб
Разраб.							2:1
Проб.					Лист	Листов	
Т.контр.							
Н.контр.							
Утв.							

Рис. П7

ОГЛАВЛЕНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ	3
Лабораторная работа № 1. ГРАФИЧЕСКИЕ ПРИМИТИВЫ-1	4
Лабораторная работа № 2. ГРАФИЧЕСКИЕ ПРИМИТИВЫ-2	14
Лабораторная работа № 3. ОБЪЕКТНЫЕ ПРИВЯЗКИ	24
Лабораторная работа № 4. РЕДАКТИРОВАНИЕ ОБЪЕКТОВ ЧЕРТЕЖА.....	31
Лабораторная работа № 5. НАНЕСЕНИЕ РАЗМЕРОВ	40
Лабораторная работа № 6. ВЫПОЛНЕНИЕ ЗАДАНИЯ ПО ПРОЕКЦИОННОМУ ЧЕРЧЕНИЮ СРЕДСТВАМИ СИСТЕМЫ AUTOCAD.....	49
Лабораторная работа № 7. ДЕТАЛИРОВАНИЕ СБОРОЧНОГО ЧЕРТЕЖА СРЕДСТВАМИ СИСТЕМЫ AUTOCAD	57
Приложение. КЛАПАН ПРЕДОХРАНИТЕЛЬНЫЙ, СБОРОЧНЫЙ ЧЕРТЕЖ И ЧЕРТЕЖИ ДЕТАЛЕЙ.....	64

НАЧЕРТАТЕЛЬНАЯ ГЕОМЕТРИЯ, ИНЖЕНЕРНАЯ И МАШИННАЯ ГРАФИКА

Методические указания

Составители:

Калтыгин Александр Львович
Бобровский Сергей Эдуардович
Гиль Виталий Иванович и др.

Редактор *П. В. Васильцова*
Компьютерная верстка *П. В. Васильцова*
Корректор *П. В. Васильцова*

Подписано в печать 30.04.2013. Формат 60×84¹/₈.
Бумага офсетная. Гарнитура Таймс. Печать офсетная.
Усл. печ. л. 8,4. Уч.-изд. л. 7,7.
Тираж 60 экз. Заказ .

Издатель и полиграфическое исполнение:
УО «Белорусский государственный технологический университет».
ЛИ № 02330/0549423 от 08.04.2009.
ЛП № 02330/0150477 от 16.01.2009.
Ул. Свердлова, 13а, 220006, г. Минск.