

УДК 621.882
ББК 30.11
М74

Рецензент:
А.Ю. Тараховский – доцент, канд. техн. наук

Составитель: О.В. Мухина

М74 **2D моделирование в системе AutoCAD:** учебно-методическое пособие к выполнению заданий по компьютерной графике / Севастопольский государственный университет, Политехнический институт, кафедра «Цифровое проектирование» ; сост. О.В. Мухина. – Севастополь: СевГУ, 2022. – 63 с.: ил. – Текст : электронный.

Учебно-методическое пособие (УМП) составлено в соответствии с рабочей программой дисциплины «Основы цифрового проектирования» на основании государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования. Предназначено для выполнения заданий по компьютерной графике студентами дневной и заочной форм обучения технических специальностей.

УМП содержит сведения об основных режимах рисования, способах выбора объектов и командах редактирования; излагается определение размерных стилей, методика простановки и модифицирования размеров; изложен порядок выполнения чертежей валов, цилиндрических зубчатых колес и зубчатой передачи. Каждый технический этап сопровождается иллюстрациями, созданными в AutoCAD. В УМП содержатся упражнения для практических занятий и варианты индивидуальных заданий для самостоятельной работы студентов.

УМП апробировано на практических занятиях по дисциплине «Основы цифрового проектирования» у студентов направлений подготовки: 15.03.04 - Автоматизация технологических процессов и производств, 12.03.04 - Биотехнические системы и технологии, 12.03.01 - Приборостроение, 15.03.06 - Мехатроника и робототехника в течение 2021/2022 учебного года.

УМП рассчитано на начинающих пользователей графической системы AutoCAD и предназначено для ознакомления с основными методами работы в данной системе и получения навыков 2D моделирования. Будет полезно в качестве практического руководства желающим освоить AutoCAD самостоятельно и преподавателям для учебного процесса.

УДК 621.882
ББК 30.11

Рассмотрено и рекомендовано на заседании кафедры «Цифровое проектирование» в качестве учебно-методического пособия для студентов дневной и заочной форм обучения технических специальностей, протокол № 6 от 17 марта 2022 г.

© Мухина О.В., сост., 2022
© ФГАОУВО «Севастопольский
государственный университет», 2022

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	3
Задание №1. Средства обеспечения точности.....	4
Задание №2. Редактирование.....	14
Задание №3. Нанесение размеров	22
Задание №4. Чертёж вала	34
Задание №5. Чертёж цилиндрического зубчатого колеса.....	40
Задание №6. Чертёж цилиндрической зубчатой передачи	51
Заключение	62
Библиографический список	63

ВВЕДЕНИЕ

Одна из основных профессиональных компетенций, которая формируется при изучении дисциплин «Основы цифрового проектирования», «Инженерная и компьютерная графика», «Компьютерная графика» – способность разрабатывать конструкторскую и техническую документации производства с выполнением необходимых расчетов в соответствии с ГОСТами ЕСКД в области профессиональной деятельности, в том числе с применением современных компьютерных технологий. Данное учебно-методическое пособие (УМП) предназначено для студентов, которые изучают графическую систему AutoCAD и для начинающих пользователей.

В УМП кратко освещены основные теоретические вопросы и приведены варианты индивидуальных заданий для самостоятельной работы студентов в графической системе AutoCAD, изложена последовательность выполнения работ. Каждый технический этап сопровождается иллюстрациями.

ЗАДАНИЕ №1. СРЕДСТВА ОБЕСПЕЧЕНИЯ ТОЧНОСТИ

1. Цель работы

Цель работы: ознакомить студентов с основными средствами обеспечения точности построения чертежей в AutoCAD: объектная привязка, автопривязка, режим отслеживания опорных полярных углов, отслеживание, и научить использовать данные режимы при выполнении чертежно – графической документации в указанной графической системе.

2. Основные положения

AutoCAD имеет ряд средств, позволяющих выполнить чертеж точно и эффективно: шаговая привязка, ортогональный режим, привязка к прямоугольной координатной сетке, объектная привязка, полярная привязка. Эти режимы состоят из ряда команд и системных переменных, которые можно принять со значениями по умолчанию или установить их в ответ на подсказку **Команда:**.

Переключение (включение/отключение) данных режимов можно осуществить с клавиатуры (привязка к прямоугольной координатной сетке клавиша F7, ортогональный режим – F8, шаговая привязка – F9), в строке состояния (рис. 1), либо в соответствующих вкладках **Диалогового окна (ДО) «Режимы рисования»** (рис. 2).



- 1 – Пространство модели или листа; 2 – Отображение сетки чертежа; 3 – Режим привязки; 4 – Ортогональное ограничение перемещений курсора; 5 – Отображение опорных линий привязки; 6 – Привязка курсора к опорным точкам в 2D; 7 – Отображение/скрытие веса линий; 8 – Адаптация.

Рис. 1 – Строка состояния

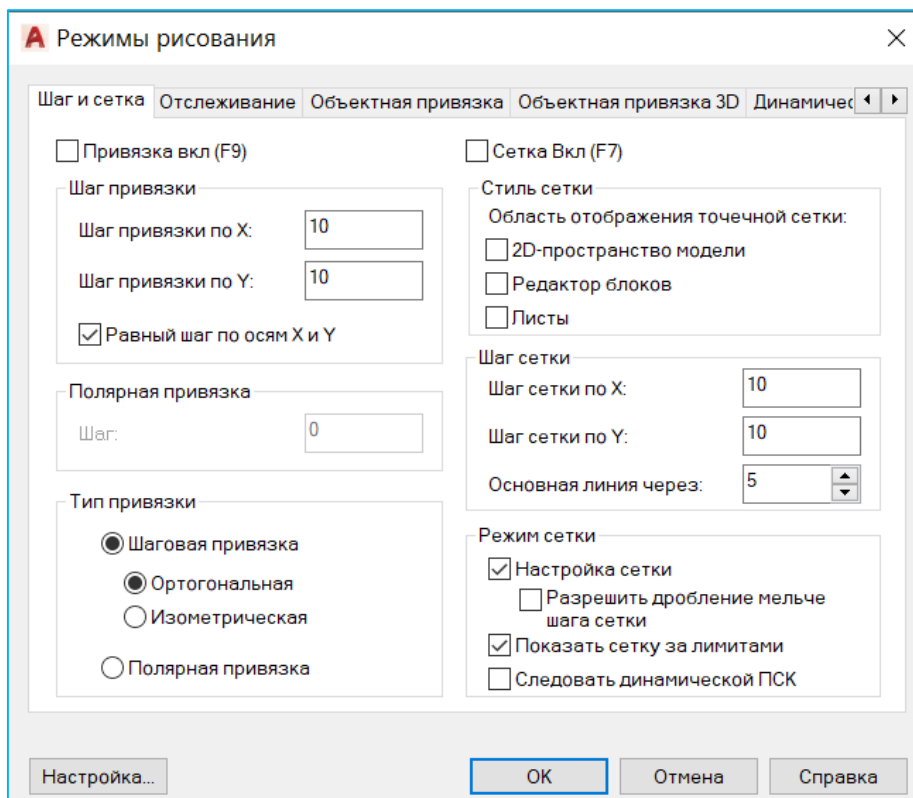


Рис. 2 – Диалоговое окно "Режимы рисования", вкладка "Шаг и сетка"

3. Способы задания точки и расстояний

При обращении к командам рисования AutoCAD, как правило, запрашивает указание точки. Например, при вызове команды **Круг** необходимо задать центр круга, команда **Отрезок** требует указания конечных точек отрезка и т.д.

Задать положение точки можно следующими способами:

- 1) Указать точку на экране прицелом мыши, нажав левую клавишу;
- 2) Непосредственным вводом координат точки в командной строке;
- 3) В окне динамического ввода;
- 4) Выбрать точку с использованием режимов объектной привязки;
- 5) Указать точку на экране прицелом, используя режимы рисования: **Сетка, Шаг, ОРТО**.

Задать расстояние между точками, длину отрезка, радиус или диаметр окружности можно следующими способами:

- 1) Ввести численное значение в командную строку;
- 2) В динамическом окне;
- 3) Щелчками мыши между двумя характерными точками.

4. Объектная привязка

Применение шаговой привязки, ортогонального режима и привязки к прямоугольной координатной сетке не всегда могут обеспечить точность и скорость вычерчивания тех или иных объектов.

Важнейшим средством обеспечения точности построений в AutoCAD являются режимы объектной привязки, позволяющие использовать характерные точки созданных графических примитивов (например, конечные точки отрезков и дуг, точки пересечения объектов, центры дуг или окружностей и т.д.) для выполнения необходимых графических операций. При этом неважно, лежат эти точки в узлах сетки или нет. Однако, значения координат, введенные в командную строку с клавиатуры (относительные или абсолютные), имеют более высокий приоритет, чем координаты точек, полученные при помощи объектной привязки. Это позволяет при необходимости вводить с клавиатуры значения координат, не выключая при этом режимы объектной привязки.

Выбор режимов объектной привязки можно осуществить:

а) из панели инструментов «Объектная привязка» (плавающей либо разворачивающейся) (рис. 3);

б) из контекстного меню (рис. 4) (при нажатии правой клавиши мыши при нажатой клавише SHIFT);

в) путем набора с клавиатуры названия режима объектной привязки.

Режимы объектной привязки действуют только во время ввода точки. При попытке использования данных режимов в подсказке «Команда»: выводится сообщение об ошибке.

Режимы объектной привязки:

Конечная точка (КОН) - Привязка к ближайшей конечной точке дуги, отрезка или сегмента полилинии;

Середина (СЕР) - Привязка к середине дуги или отрезка;

Центр (ЦЕН) - Привязка к центру дуги или круга;

Геометрический центр – Привязка к геометрической центральной точке полилинии, 2D-полилинии или 2D-сплайна;

Узел (УЗЕ) - Привязка к отдельной точке;

Квадрант (КВА) - Привязка к точкам, лежащим на пересечении указанной дуги или окружности с воображаемыми линиями, параллельными осям текущей пользовательской системы координат (ПСК) и проходящими через центр дуги или окружности;

Пересечение (ПЕР) - Привязка к пересечению отрезков, дуг или кругов;

Продолжение – Создание временной вспомогательной линии, являющейся продолжением объекта, над конечной точкой которого проходит курсор;

Вставка (ТВС) – Привязка к точке вставки блока или текстовой строки;

Нормаль (НОР) - Привязка к принадлежащей объекту точке, лежащей на перпендикуляре, восстановленном из предыдущей указанной точки;

Касательная (КАС) - Привязка к точке на окружности или дуге, образующей при соединении с последней точкой касательную;

Ближайшая (БЛИ) - Привязка к ближайшей к перекрестью точки, принадлежащей указанному объекту;

Кажущееся пересечение - Привязка к точке предполагаемого пересечения двух объектов, которые не имеют явной точки пересечения в пространстве;

Параллельная – Обеспечивает параллельность линейного сегмента (полилинии, луча или прямой) относительно другого линейного объекта;

Параметры объектной привязки - Вызов диалогового окна «Режимы рисования», вкладка «Объектная привязка».

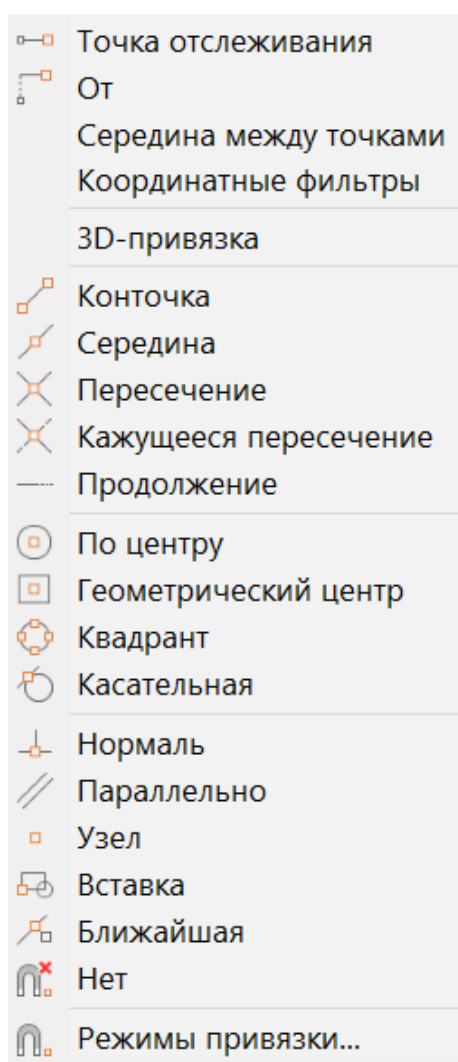


Рис. 3 – Режимы объектной привязки

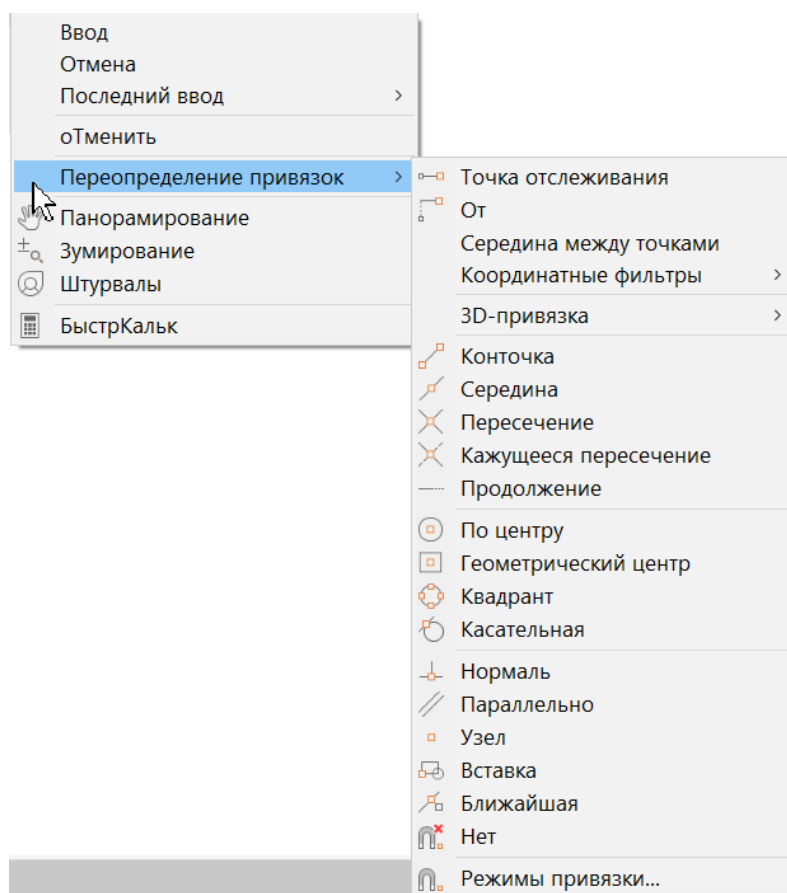


Рис. 4 – Контекстное меню «Объектная привязка»

5. Автопривязка

Функция автопривязки является одной из наиболее удобных модификаций режимов объектной привязки. Автопривязка позволяет предварительно просматривать точки – кандидаты для привязки перед выбором какой – либо точки. В зависимости от имеющегося набора средств автопривязки, AutoCAD отобразит всплывающую подсказку привязки. Для каждого режима объектной привязки определен свой вид маркера.

Режимы автопривязки устанавливаются в ДО «Режимы рисования» – вкладка «Объектная привязка» (рис. 5).

Параметры автопривязки (маркер, магнит, всплывающие подсказки автопривязки, прицел автопривязки, цвет и размер маркера объектной привязки) устанавливаются в ДО «Настройка» – вкладка «Построения» (рис. 6).

Переключение (включение/отключение) режимов автопривязки осуществляется либо с клавиатуры путем нажатия клавиши F3, либо в строке состояния (рис. 2).

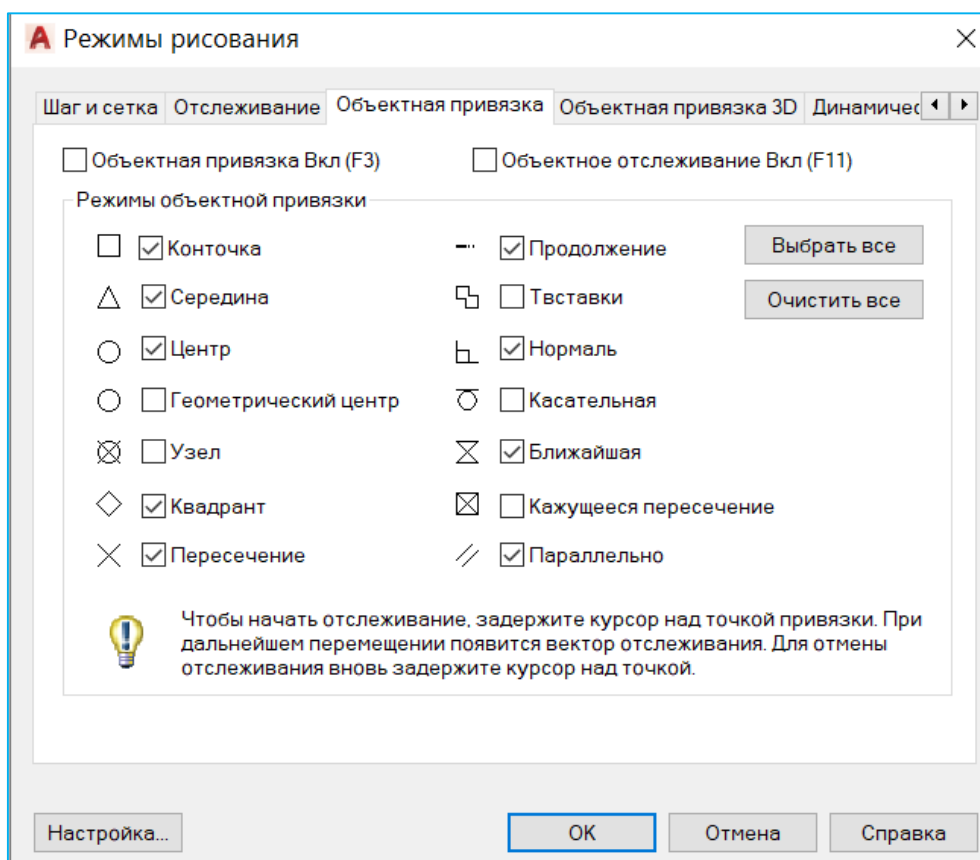


Рис. 5 – ДО «Режимы рисования» – вкладка «Объектная привязка»

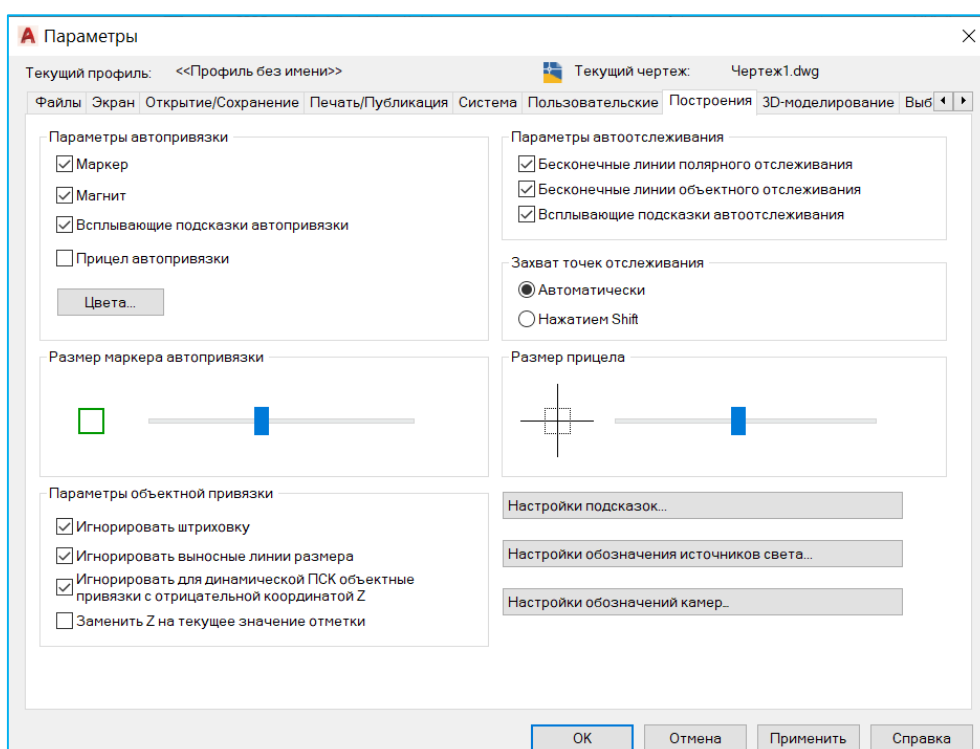


Рис. 6 – ДО «Настройка» – вкладка «Построения»

Упражнение 1

Выполните задания, используя режимы объектной привязки.

Пример 1

Дано: Отрезок и окружность (рис. 7).

Используя режимы **"КОН"** и **"ЦЕН"**, соедините конечные точки отрезка с центром окружности.

Построение:

1. Выберите команду **Отрезок**;
2. На запрос **"от точки"** задайте режим объектной привязки **"КОН"** и прицелом укажите на отрезок ближе к той стороне, из которой будет проведен первый отрезок в центр окружности;
3. На подсказку **"к точке"** задайте режим **"ЦЕН"** и прицелом укажите на окружность;
4. Задайте режим **"КОН"** на следующую подсказку **"к точке"** и укажите прицелом на отрезок ближе ко второй точке;
5. Завершите построение повторным нажатием клавиши **ENTER** (либо правой кнопки "мыши") (рис. 8).

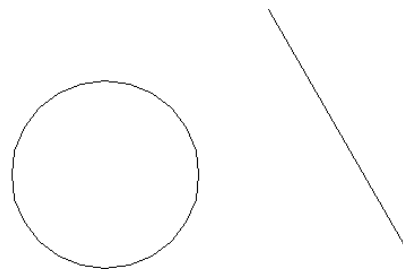


Рис. 7

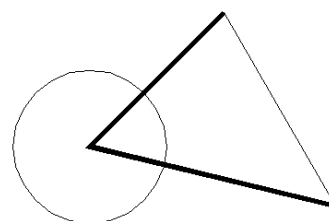


Рис. 8

Задание 1

Дано: Две окружности и отрезок прямой.

Построить: **Треугольник**, вершины которого лежат в центрах окружностей и на середине отрезка (рис. 9).

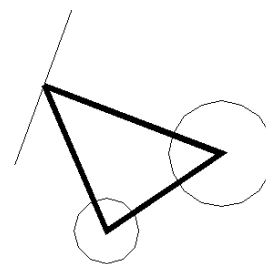


Рис. 9

Задание 2

Дано: Окружность и отрезок.

Построить: **Две касательные к окружности**, выходящие из середины отрезка (рис. 10).

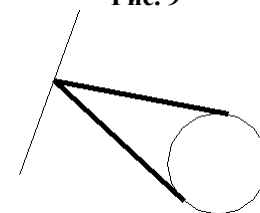


Рис. 10

Задание 3

Дано: Три окружности.

Построить: **Сопряжения** данных окружностей **касательными** (рис. 11).

Последовательность выполнения задания:

- 1) Командой **Круг** постройте три произвольные окружности.
- 2) Активизируйте команду **Отрезок**.
- 3) На запрос о первой точке выберите из контекстного меню режим объектной привязки **Касательная**, нажав на правую кнопку мыши и клавишу Shift на клавиатуре, прицелом укажите на одну из окружностей, появится подсказка: «Задержанная касательная» (рис. 12). Зафиксируйте точку.

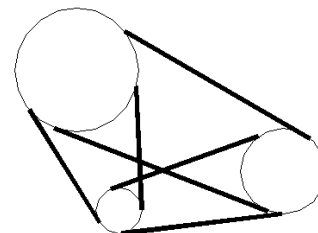


Рис. 11

- 4) На запрос об указании следующей точки повторите выбор режима объектной привязки **Касательная** и прицелом укажите на другую окружность, появится подсказка «Задержанная касательная» (рис. 13). Зафиксируйте точку.
- 5) Повторите действия 1...4 с другими окружностями.



Рис. 12



Рис. 13

Задание 4

Дано: Три отрезка, два из которых пересекаются.

Построить: *Отрезок*, соединяющий точку пересечения двух отрезков с серединой третьего отрезка (рис. 14).

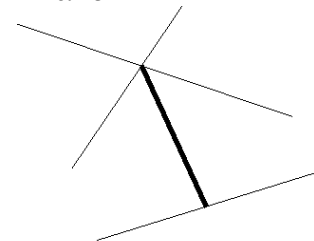


Рис. 14

Задание 5

Дано: Дуга окружности.

Построить: *Треугольник* с вершинами на концах дуги и в ее середине (рис. 15).

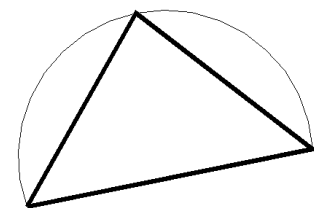


Рис. 15

Задание 6

Дано: Окружность и два отрезка, один из которых пересекает окружность.

Построить: *Отрезки*, соединяющие среднюю точку и конечные точки отрезка, лежащего вне окружности, с точками пересечения другого отрезка с окружностью (рис. 16).

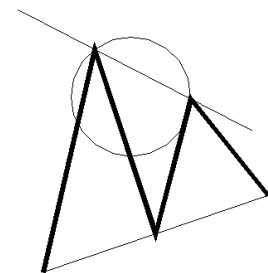


Рис. 16

Задание 7

Дано: Три окружности произвольного диаметра.

А) Построить: Внешнюю окружность по трём точкам, проходящую через квадранты трёх заданных окружностей.

Последовательность выполнения задания:

- 1) Командой **Круг** постройте три произвольные окружности (рис. 17).



- 2) Активизируйте команду **Круг, 3 точки**.

На запросы об указании точек, прицелом указывайте на квадранты окружностей, выбирая режим объектной привязки **Квадрант** из контекстного меню. Каждый раз будет высвечиваться подсказка «Квадрант» (рис. 18...20). Фиксируйте точки. Результат представлен на рис. 21.

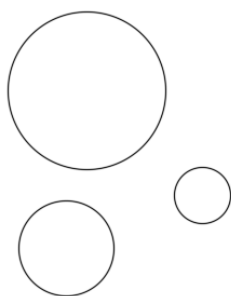


Рис. 17

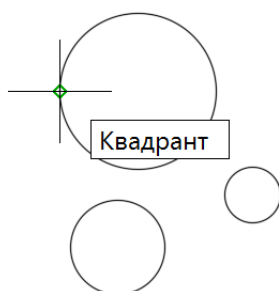


Рис. 18

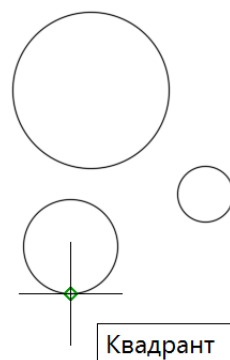


Рис. 19

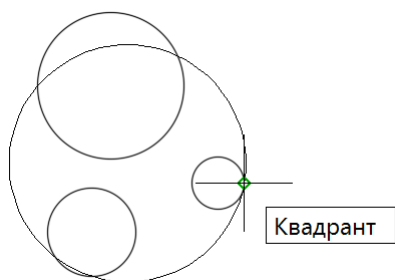


Рис. 20

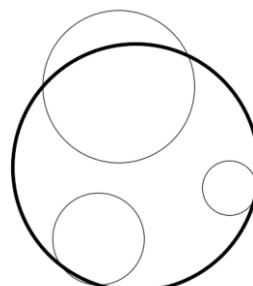
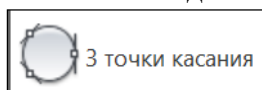


Рис. 21

Б) Построить: Внутреннюю окружность, касательную к трём заданным.

Последовательность выполнения задания:



Активизируйте команду **Круг, 3 точки касания**.

На запросы об указании точек, прицелом укажите на каждую из трёх окружностей. Каждый раз будет высвечиваться подсказка «Задержанная касательная» (рис. 22...24). Фиксируйте точки. Результат представлен на рис. 25.

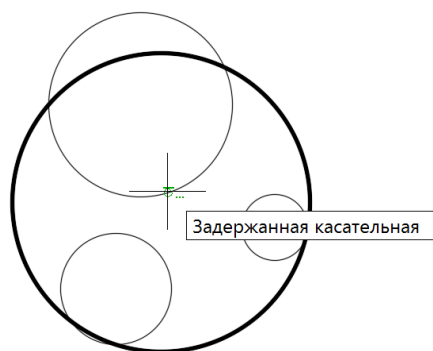


Рис. 22

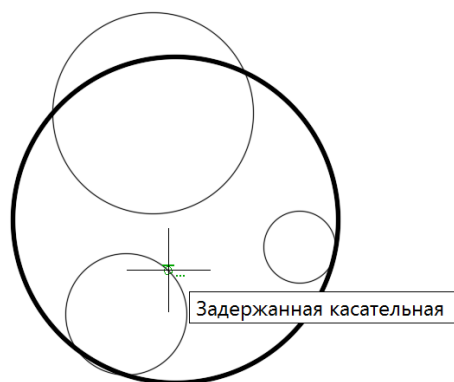


Рис. 23

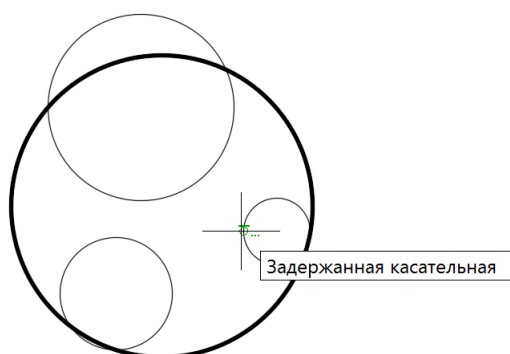


Рис. 24

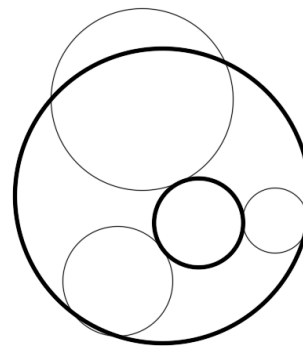


Рис. 25

Задание 8

Дано: Окружность.

Построить:

- 1) **Пятиугольник**, вписанный в данную окружность и касающийся нижнего квадранта;
- 2) **Шестиугольник**, описанный вокруг данной окружности и касающийся боковых квадрантов (рис. 26).

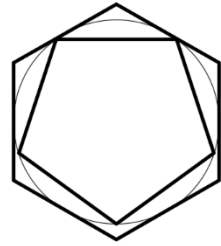


Рис. 26

Задание 9

Дано: Окружность.

Построить:

- 1) **Шестиугольник**, описанный вокруг данной окружности и касающийся боковых квадрантов;
- 2) **Отрезки - перпендикуляры** из центра круга на стороны шестиугольника (рис. 27).

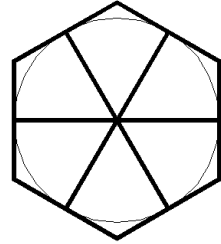


Рис. 27

Задание 10

Дано: Прямоугольник

Построить:

- 1) **Отрезки**, соединяющие противоположные вершины;
- 2) **Отрезки**, соединяющие середины противоположных сторон;
- 3) **Окружность**, описанную вокруг прямоугольника;
- 4) **Окружность**, вписанную в прямоугольник (рис. 28).

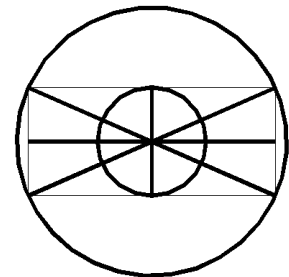


Рис. 28

6. Режим отслеживания опорных полярных углов

Данный режим позволяет в ходе построения чертежа «привязаться» к определенным опорным углам (названным полярными углами). Пользователь может установить любые значения полярных углов в ДО «Режимы рисования» – вкладка «Отслеживание» (рис. 29).

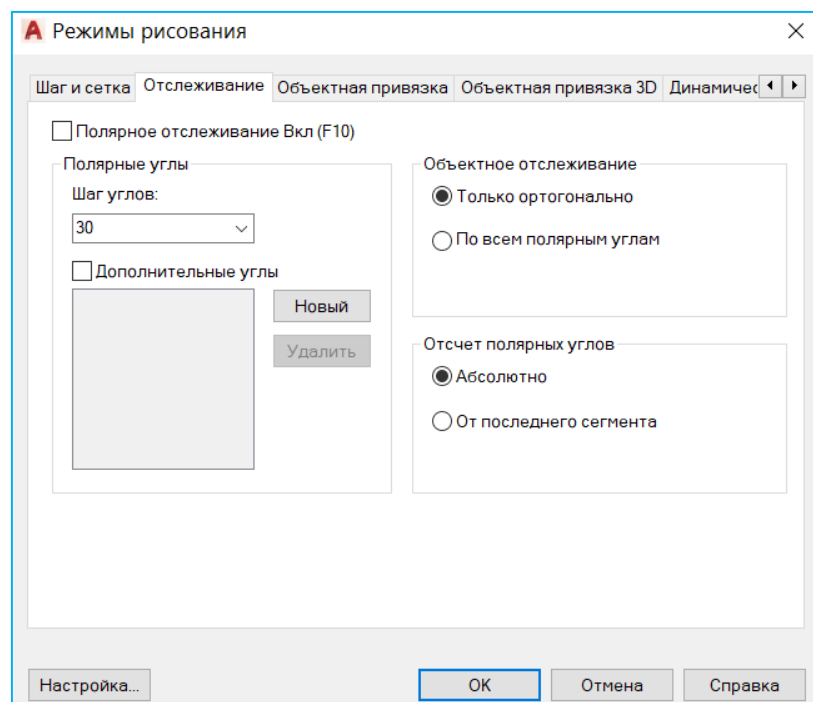


Рис. 29 – ДО «Режимы рисования» – вкладка «Отслеживание»

Как только в процессе построения графического элемента чертежа отрезок, соединяющий предыдущую точку с текущим положением курсора, оказывается в непосредственной близости от одного из назначенных полярных углов, система «притягивает» курсор к направляющему вектору этого угла и выводит на экран окно указателя, в котором отображаются текущие относительные полярные координаты курсора (рис. 30).

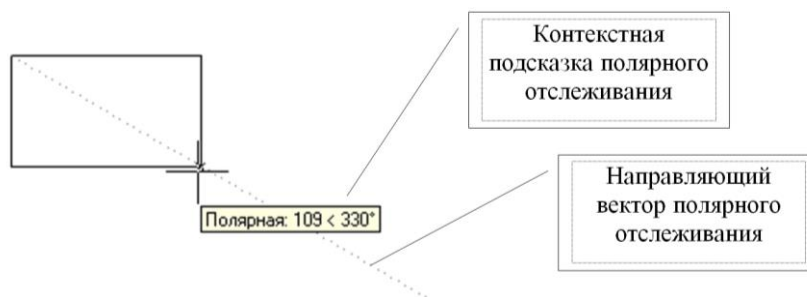


Рис. 30 – Режим отслеживания опорных полярных углов

Режим отслеживания полярных углов можно отключить, нажав соответствующую кнопку в строке состояния (рис. 1).

7. Отслеживание

Отслеживание можно использовать для формирования точек посредством построений, привязанных к паре выбранных точек на существующих элементах чертежа. Используя эти точки в качестве опорных, с помощью полярного отслеживания и непосредственного ввода расстояния можно формировать новые узловые точки графических элементов.

Для того чтобы можно было воспользоваться функцией отслеживания, необходимо активизировать хотя бы одну из множества опций объектной привязки.

Упражнение 2

Задание 1

Дано: два прямоугольника.

Построить: используя отслеживание, соединить центры прямоугольников (рис. 31).

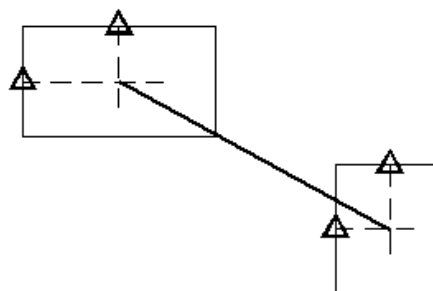


Рис. 31

Последовательность выполнения задания:

1. Установите формат и точность представления единиц измерения (десятичные единицы с точностью 0) (ПМ «Формат» – ДО «Единицы рисунка»);
2. Установите шаг отслеживания опорных полярных углов 10 и отсчет полярных углов от последнего сегмента (ДО «Режимы рисования» – вкладка «Отслеживание»);
3. Командой **Прямоугольник** нарисуйте первый прямоугольник по заданным полярным координатам, используя режимы отслеживания полярных углов (рис. 32);

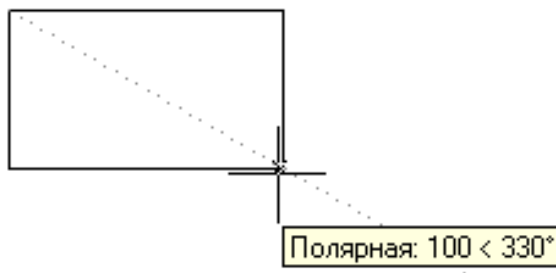


Рис. 32

4. Командой **Прямоугольник** нарисуйте второй прямоугольник по заданным полярным координатам (рис. 33);



Рис. 33

5. Активизируйте команду **Отрезок**;

6. Удерживая нажатой клавишу **SHIFT**, щелкните правой кнопкой мыши в графической области для вызова контекстного меню;

7. Выберите ключ «**Точка отслеживания**»;

8. Укажите середину отрезка как показано на рис. 34;



Рис. 34

9. Задайте направление отслеживания, переместив курсор вниз;

10. Укажите вторую точку (середину соседней стороны прямоугольника, как показано на рис. 35);

11. Нажмите клавишу **ENTER** (либо правую клавишу мыши) для завершения отслеживания.

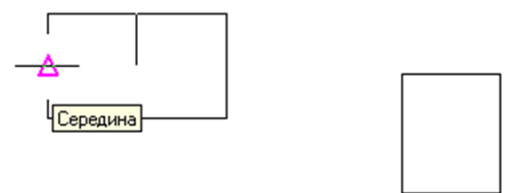


Рис. 35

После этого начальная точка отрезка устанавливается в точке воображаемого пересечения вертикальной и горизонтальной линий отслеживания, проведенных через заданные точки (рис. 36).

12. Не выходя из команды **Отрезок**, по аналогии (см. пункты 6...11), найдите центр второго прямоугольника и постройте линию, как указано на рис. 31.

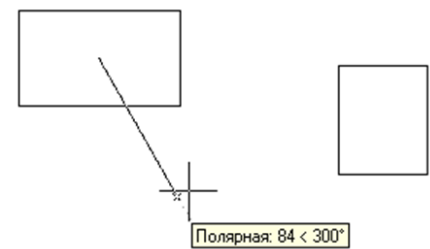


Рис. 36

Задание 2

Дано: две окружности и прямоугольник.

Построить с использованием отслеживания: отрезок из точки А – середины прямоугольника к точке Б – пересечения мнимых линий, выходящих из центров окружностей (рис. 37).

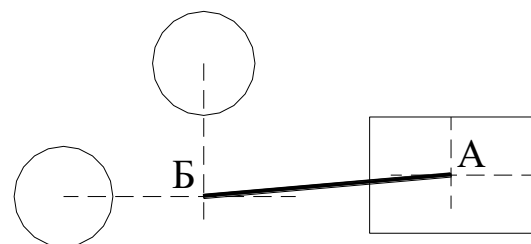


Рис. 37

Задание 3

Дано: пятиугольник и шестиугольник.

Построить с использованием отслеживания: отрезок из точки А к точке Б, где точки А и Б – точки пересечения мнимых линий, выходящих из верхних вершин многоугольников и из середины боковой стороны (рис. 38).

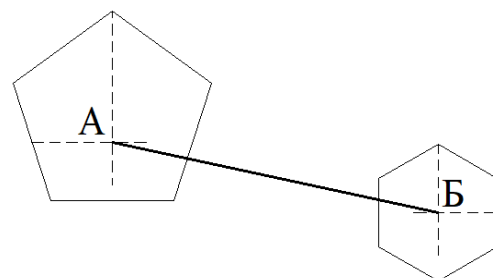


Рис. 38

ЗАДАНИЕ №2. РЕДАКТИРОВАНИЕ

1. Цель работы

Цель работы - научить студентов работать с командами редактирования при выполнении чертежей в графической системе AutoCAD.

2. Основные положения

Невозможно выполнить чертеж, не применяя какие-либо команды редактирования. Многие процедуры редактирования являются частью самого процесса построения чертежа. Поэтому вопросы, связанные с редактированием изображения, являются важным аспектом в изучении графической системы AutoCAD.

AutoCAD позволяет легко редактировать чертежи, предоставляя для этого широкий спектр средств и методов. Возможна редакция как всего объекта целиком, так и его отдельных элементов. Работа с командами редактирования осуществляется следующими способами: 1) активизация команды редактирования с последующим выбором объектов в ответ на запрос: «**Выберите объекты:...**»; 2) предварительный набор объектов с последующей активизацией команды редактирования; 3) редактирование с помощью ручек редактирования.

После активизации команды редактирования AutoCAD запрашивает выбор объектов. По умолчанию активны три способа выбора: прицелом, рамкой и секущей рамкой. Если прицелом указать редактируемый объект и щёлкнуть левой клавишей мыши, реализуется способ **непосредственного указания объекта**. Рамка выбора объектов задаётся двумя диагонально расположенными точками. **Рамка**, растянутая слева направо, позволяет выбрать объекты, полностью находящиеся внутри прямоугольной зоны. Граница рамки – тонкая сплошная линия. Фон – голубого цвета. **Секущая рамка**, растянутая справа налево, позволяет выбрать объекты, полностью находящиеся внутри прямоугольной зоны или частично пересекающие рамку. Граница секущей рамки – штриховая линия. Фон – зелёного цвета. Завершается выбор объектов путём нажатия клавиши «Enter» либо через контекстное меню Ввод (нажатие правой клавишей мыши).

Команды редактирования можно скомпоновать в функциональные группы. **Команды изменения положения объектов:** Перенести, Повернуть. **Команды копирования объектов:** Копировать, Сместить, Зеркало, Массив. **Команды изменения формы объекта:** Растянуть, Удлинить, Масштаб. **Команды удаления:** Стереть, Обрезать, Разорвать. **Команды редактирования сложных объектов:** Редактирование полилиний, Редактирование мультитиний. **Команды преобразования объектов:** Фаска, Сопряжение, Расчленить.

Редактирование объектов с помощью «ручек».

Если навести прицел на объект и щёлкнуть левой клавишей мыши, на объекте появятся квадратики – ручки редактирования (рис. 39). Для активизации какой-либо ручки необходимо щёлкнуть по самой ручке. Цвет активной ручки изменится. Редактирование объекта станет возможным с помощью выбранной ручки. Остальные – в изменении объекта не принимают участие. Для активизации нескольких ручек при их выборе необходимо удерживать нажатой клавишу «Shift».

Настройка ручек редактирования осуществляется в ДО **Параметры – Выбор** (рис. 40).

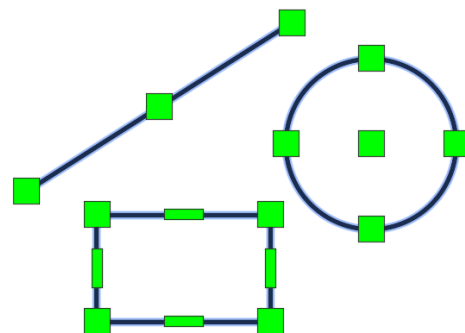


Рис. 39

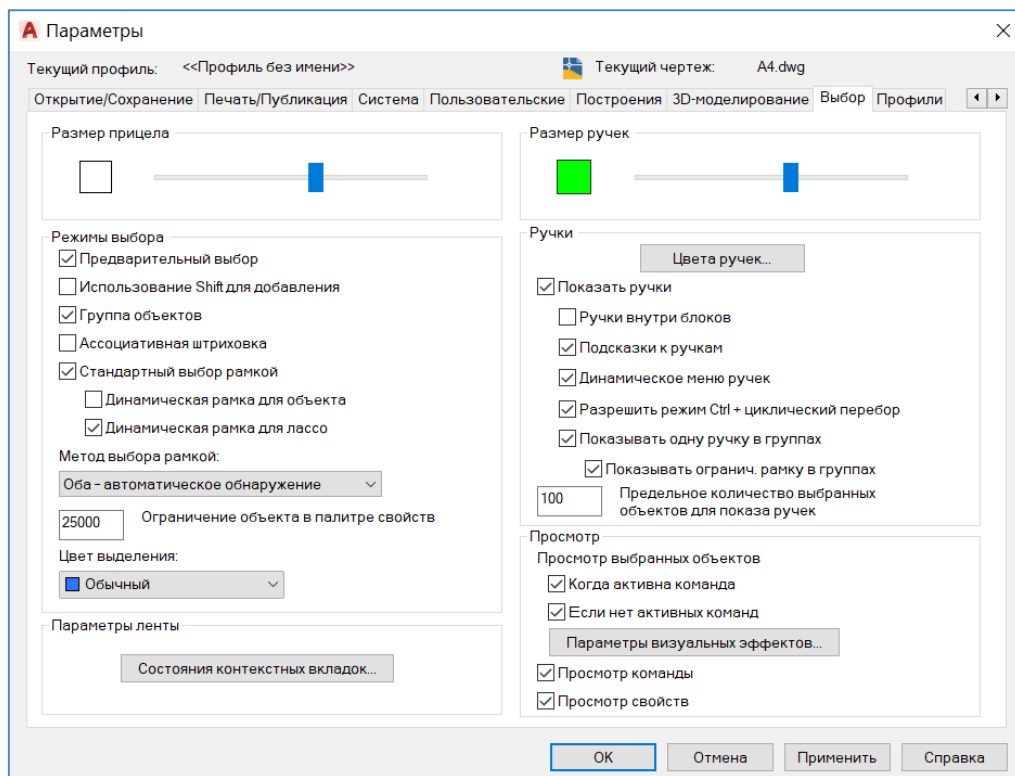


Рис. 40

Задание 1

Выполнить чертёж контура, представленного на рис. 41.

Настройки операционной среды:

- Единицы: десятичные, точность 0;
- Лимиты 210x297;

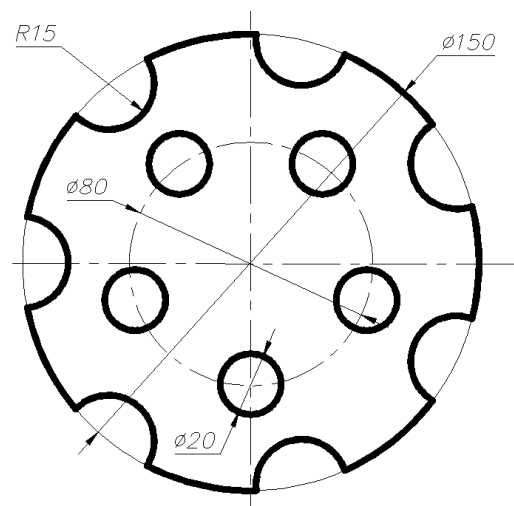


Рис. 41 - Контур

- Слои:

Название	Тип линии	Вес линии	Назначение
Оси	Осевая2	0.35	Для проведения осевых линий
Черновой	Continuous	0.35	Для проведения вспомогательных линий
Контур	Continuous	0.7	Для линий основного контура
Размеры	Continuous	0.35	Для простановки размеров

Цвета слоям присвоить по желанию.



После настройки операционной среды рекомендуется сохранить файл в виде шаблона (с расширением *****.dwt**), чтобы каждый раз при создании нового чертежа не выполнять данную операцию.

Последовательность выполнения задания:

- 1) Командами **Отрезок** и **Круг** провести осевые линии в слое **ОСИ** (рис. 42).
- 2) В слое **ЧЕРНОВОЙ** командой **Круг** провести окружности заданных диаметров (рис. 43).

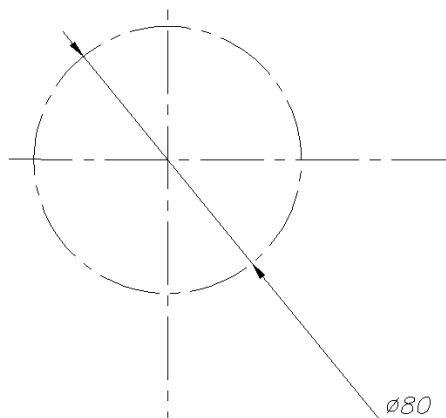


Рис. 42

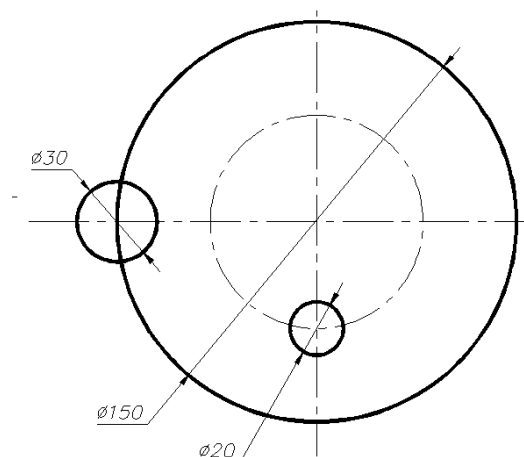


Рис. 43

3) Командой **Массив (Круговой)** выполнить массивы из окружностей. В качестве центра массива выбрать пересечение осевых линий. Для изменения количества копий в командной строке выберите опцию «**Объекты**» и укажите необходимое количество копий.

4) Выключить слой **ОСИ**.

5) Установить текущим слой **КОНТУР** и командой **Контур**  выполнить контур детали. При создании контура выбрать опцию «**Указание точек**» в ДО «Создание контура» (рис. 44) и указать точку внутри пластины (рис. 45).

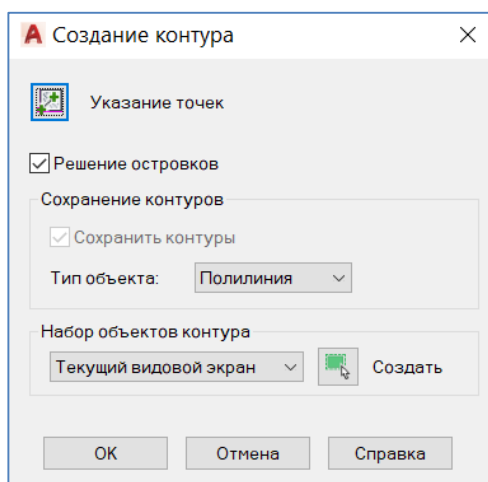


Рис. 44

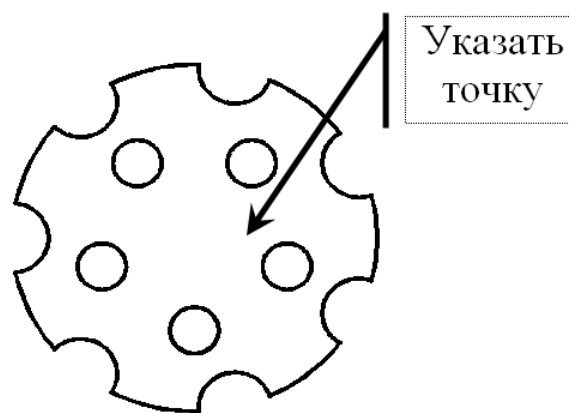


Рис. 45

6) Выключить слой **ЧЕРНОВОЙ** и включить слой **ОСИ**.

7) Сохранить чертеж в собственной папке под именем **Фамилия-Контур.dwg** для его дальнейшего использования по теме: «Нанесение размеров».

Задание 2

Выполнить чертёж шайбы, представленной на рис. 46

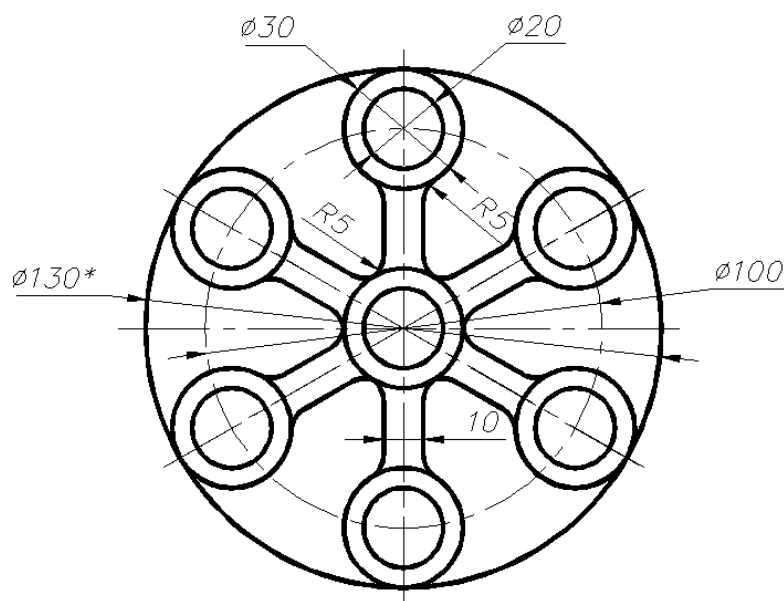


Рис. 46 - Шайба

Последовательность выполнения задания:

- 1) Загрузить шаблон с ранее созданной операционной средой (в котором выполнены настройки единиц, лимитов чертежа и слоёв).
- 2) В слое **ОСИ** командами **Отрезок** и **Круг** провести указанные осевые линии (рис. 47).
- 3) В слое **КОНТУР** командой **Круг** провести окружности заданного диаметра (рис. 48).

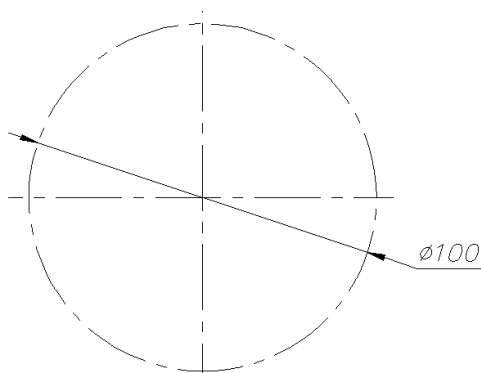


Рис. 47

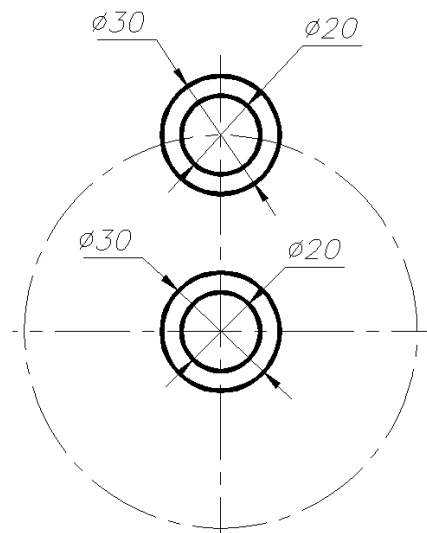


Рис. 48

4) Используя команду **Сместить**  получить параллельные отрезки на заданном расстоянии (рис. 49).

5) В слое **КОНТУР** обвести полученные отрезки, используя объектную привязку **ПЕРесечение**.

6) Командой **Сопряжение**  сгладить острые кромки радиусом 5 мм (рис. 50).

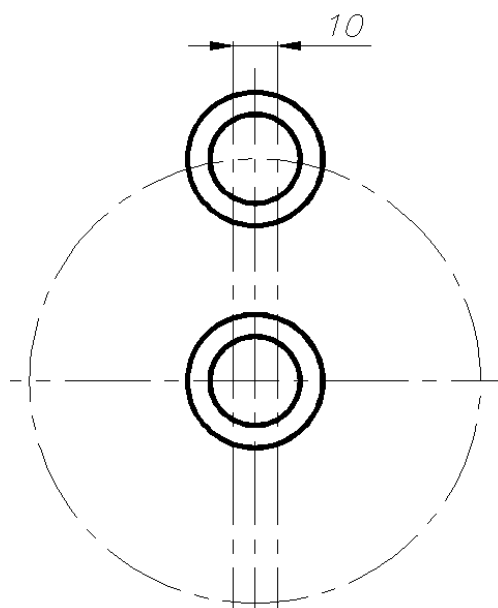


Рис. 49

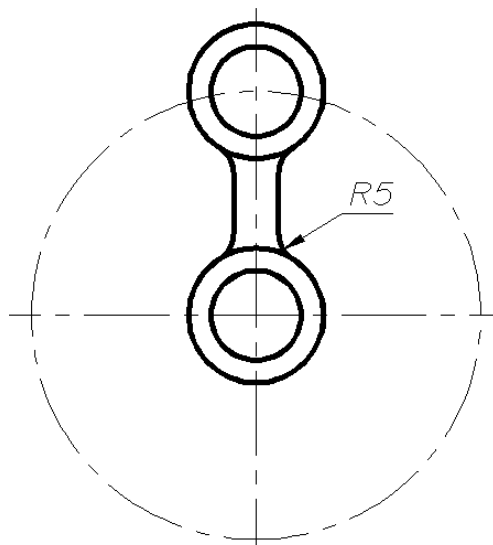


Рис. 50

7) Командой **Массив (Круговой)** выполнить копии ранее выполненных объектов (рис. 51). В качестве центра массива выбрать пересечение осевых линий. Для изменения количества копий в командной строке выберете опцию «Объекты» и укажите необходимое количество копий.

8) Командой **Круг** нарисовать окаймляющую окружность (рис. 51).

9) С помощью ручек редактирования укоротить осевые линии до нужной длины.

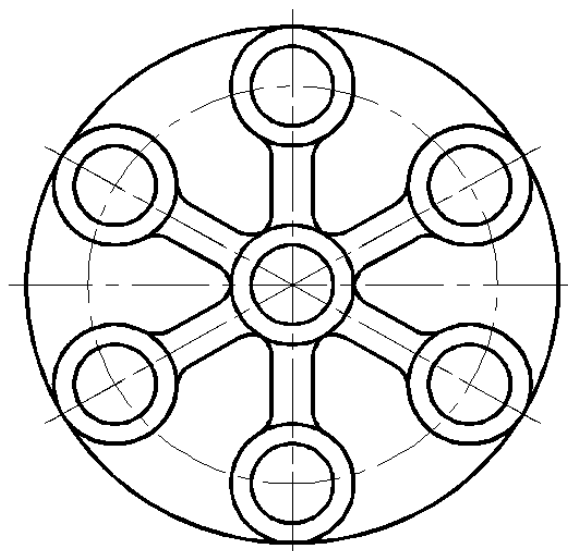
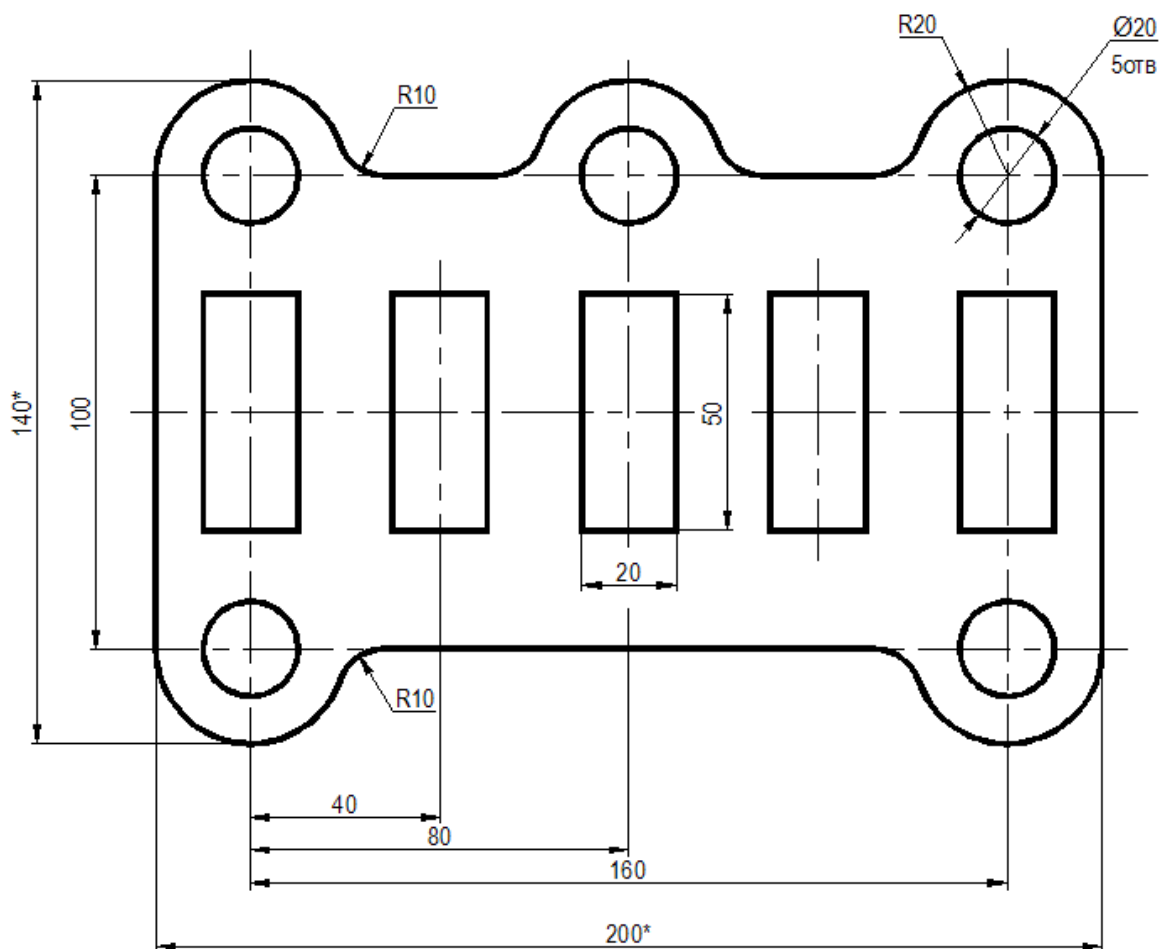


Рис. 51

10) Сохранить чертеж в собственной папке под именем **Фамилия-Шайба.dwg** для его дальнейшего использования по теме: «Нанесение размеров».

Задание 3

Выполнить чертёж пластины, представленной на рис. 52.



* Размеры для справок

Рис. 52 - Пластина

Последовательность выполнения задания:

- 1) Загрузить шаблон с ранее созданной операционной средой (в котором выполнены настройки единиц, лимитов чертежа и слоёв). Установить лимиты чертежа 420x297;
- 2) В слое **ОСИ** командой **Отрезок** провести вертикальную и горизонтальную осевые линии (рис. 53).
- 3) Командой **Сместить** получить копию горизонтального отрезка на расстоянии 50 мм (рис. 53).
- 4) В слое **КОНТУР** командой **Круг** провести окружности заданного диаметра (рис. 53).
- 5) Командой **Обрезать** удалить нижнюю часть окружности Ø40 (рис. 53).

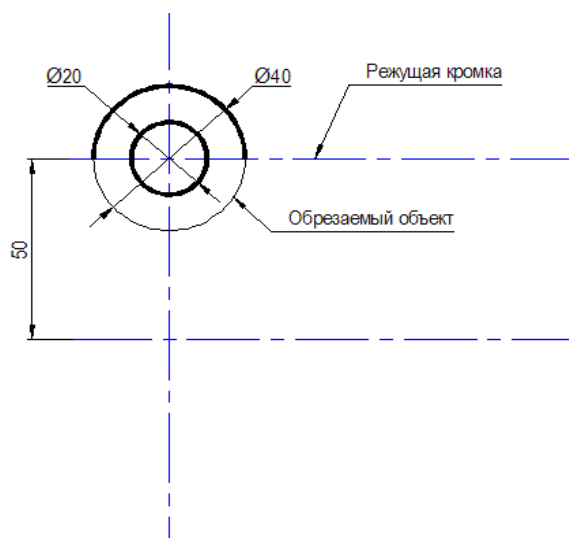


Рис. 53

6) На свободном поле чертежа в слое **КОНТУР** нарисовать прямоугольник по заданным размерам, а затем, используя команду **Перенести** и режим отслеживания при объектной привязке перенести прямоугольник симметрично точки пересечения осей (рис. 54).

6) Командой **Массив (Прямоугольный)** получить пять копий прямоугольника и вертикальной оси. Расстояние между столбцами – 40 мм. (рис. 55).

7) Командой **Зеркало** получить копии дуги, окружности и горизонтальной оси (рис. 55).

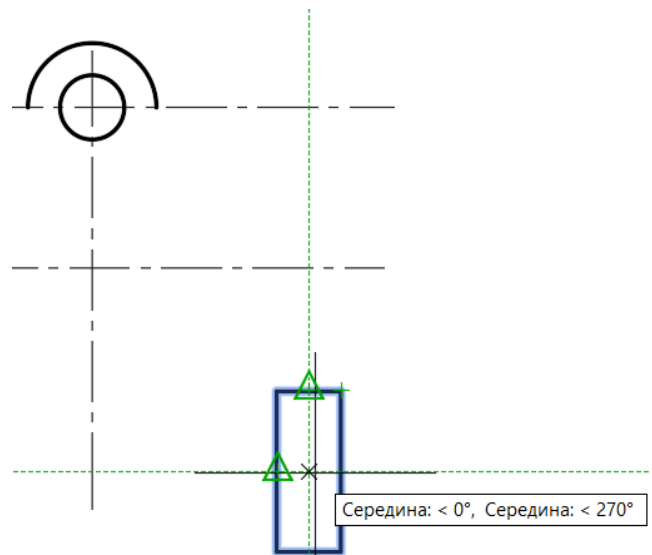


Рис. 54

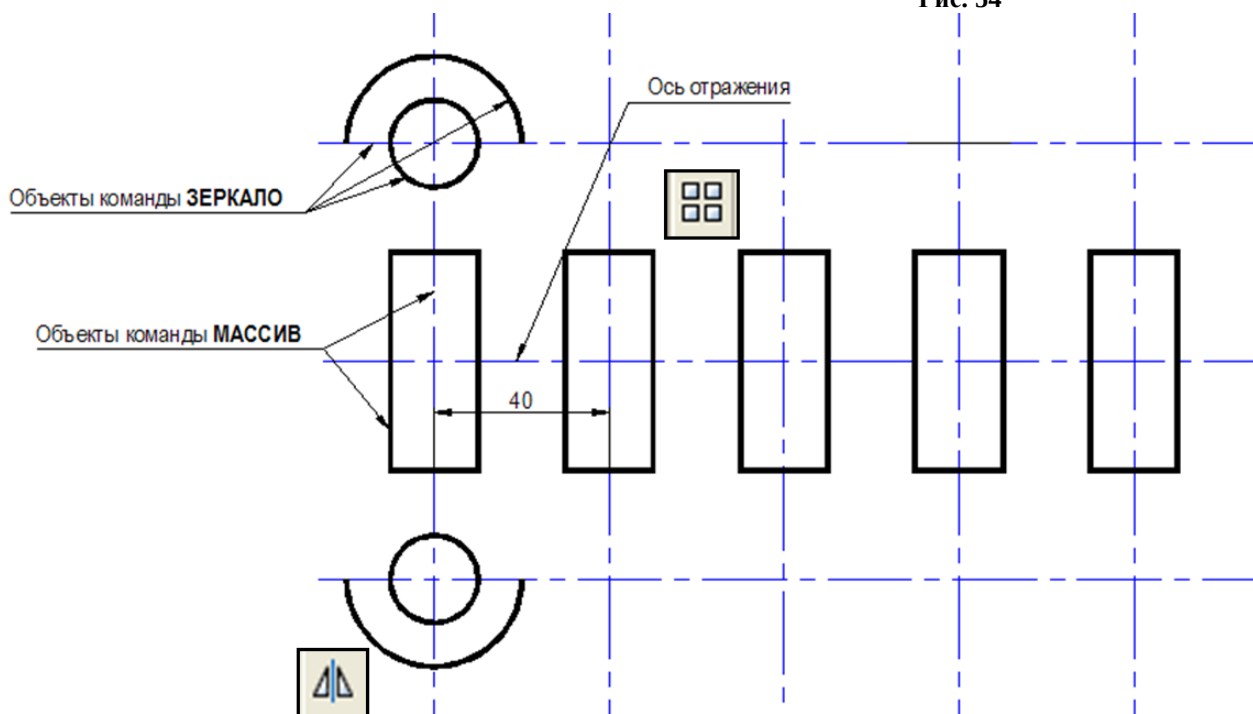


Рис. 55

8) Командой **Копировать** выполнить копии окружностей и дуг соответственно рис. 56.

9) Командой **Отрезок** выполнить горизонтальные и вертикальные отрезки (рис. 56).

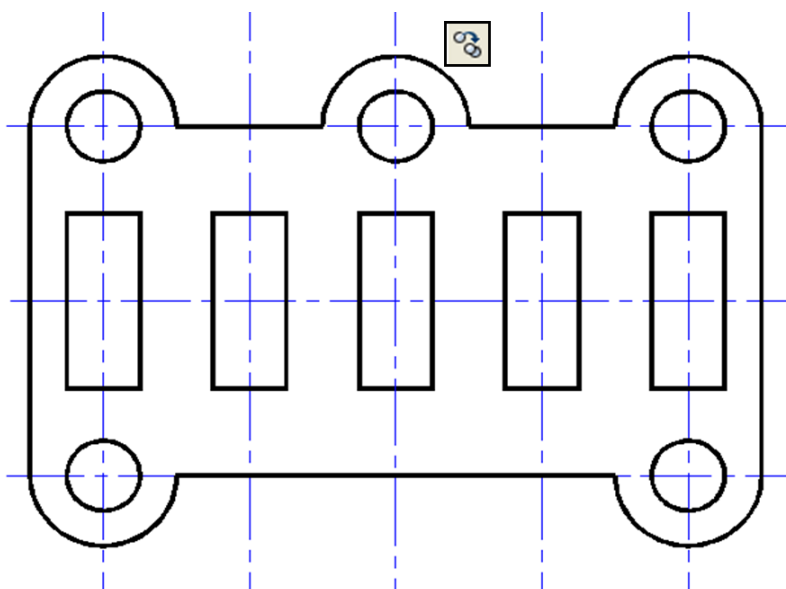


Рис. 56

10) Командой **Сопряжение** скруглить острые кромки заданными радиусами (рис. 57).

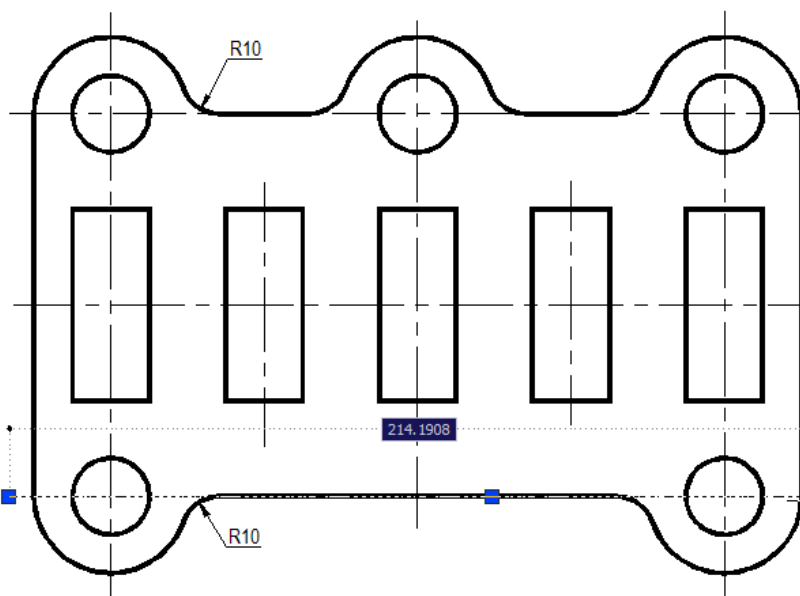


Рис. 57

11) С помощью ручек редактирования укоротить оси.

12) Сохранить чертеж в собственной папке под именем

Фамилия-пластина.dwg для его дальнейшего использования на практическом занятии «Нанесение размеров в системе AutoCAD».

ЗАДАНИЕ №3. НАНЕСЕНИЕ РАЗМЕРОВ

1. Цель работы

Целью работы является научить студентов грамотно и эффективно наносить и редактировать ранее проставленные размеры на рабочих чертежах деталей, выполненных в графической системе AutoCAD.

2. Основные положения

Нанесение размеров - один из самых трудоемких этапов оформления чертежей. В AutoCAD этот процесс в значительной степени автоматизирован введением специального сложного примитива - размера, который содержит следующие составные элементы: выносные линии, размерную линию, стрелки, размерный текст, допуски, пределы, альтернативные единицы, выноски, маркер центра. Размеры выражают геометрические величины объектов, расстояния и углы между ними, координаты отдельных точек.

Средство **ассоциативного определения размеров** автоматически обновляет размеры при изменении соответствующего объекта или фигуры.

Образмеривать можно отрезки, мультилинии, дуги, круги и сегменты полилиний, используя при этом средства объектной привязки. AutoCAD строит размеры на текущем слое. Каждый размер относится к тому или иному размерному стилю (принятому по умолчанию или заданному самим пользователем).

3. Ассоциативные размеры

В ассоциативном размере все отрезки, дуги и текст представляют собой единый размерный объект. Управление ассоциативным образмериванием производится при помощи переменной **DIMASO** (по умолчанию она включена). Если отключить указанную переменную, то размерные и выносные линии, стрелки, выноски и размерный текст будут отдельными объектами. Кроме того, разбить ассоциативный размер на простые примитивы (отрезки, дуги, размерный текст) можно используя команду редактирования **Расчлени**. После расчленения размера нельзя восстановить его ассоциативность.

4. Создание размерного стиля

Именованный размерный стиль — это набор установок размерных переменных, определяющий внешний вид размеров. Используя размерные стили, можно добиться соответствия внешнего вида размеров принятым в данной области стандартам. В AutoCAD имеется около 58 размерных переменных. Значения размерных переменных устанавливаются в диалоговых окнах «**Размерные стили**» команды **ДИАЛРАЗМ – Диспетчер размерных стилей**, либо путем ввода имени переменной в ответ на подсказку «**Команда:...**» и присвоения ей нового значения.

Все размеры проставляются с использованием текущего размерного стиля. Если перед нанесением размеров не был определен и не был установлен текущим ни один стиль, AutoCAD использует стиль **Standard** по умолчанию.

Для создания или редактирования размерного стиля из панели **Аннотация** необходимо выбрать команду **Размерный стиль** (рис. 58).

Распахнется ДО **Диспетчер размерных стилей** (рис. 59).

Для создания нового размерного стиля необходимо нажать кнопку «**Новый**», для редактирования существующего стиля – выбрать требуемый стиль из списка имен ранее созданных размерных стилей (левое поле в ДО), например, ISO-25, и нажать кнопку **Редактировать**. Распахнется ДО **Изменение размерного стиля: ISO-25** (рис. 60).

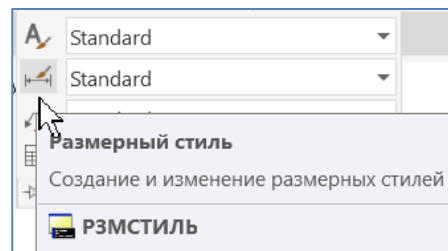


Рис. 58

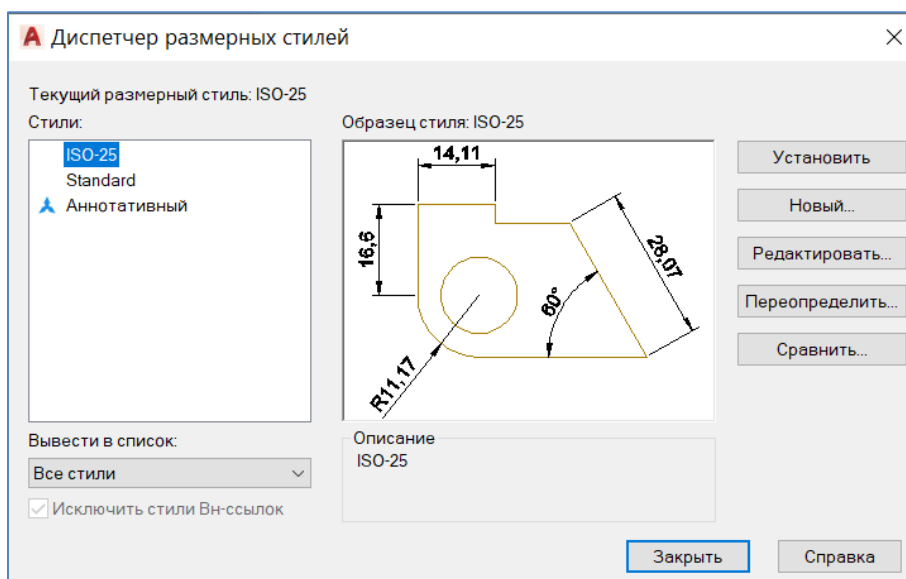


Рис. 59 – ДО «Диспетчер размерных стилей»

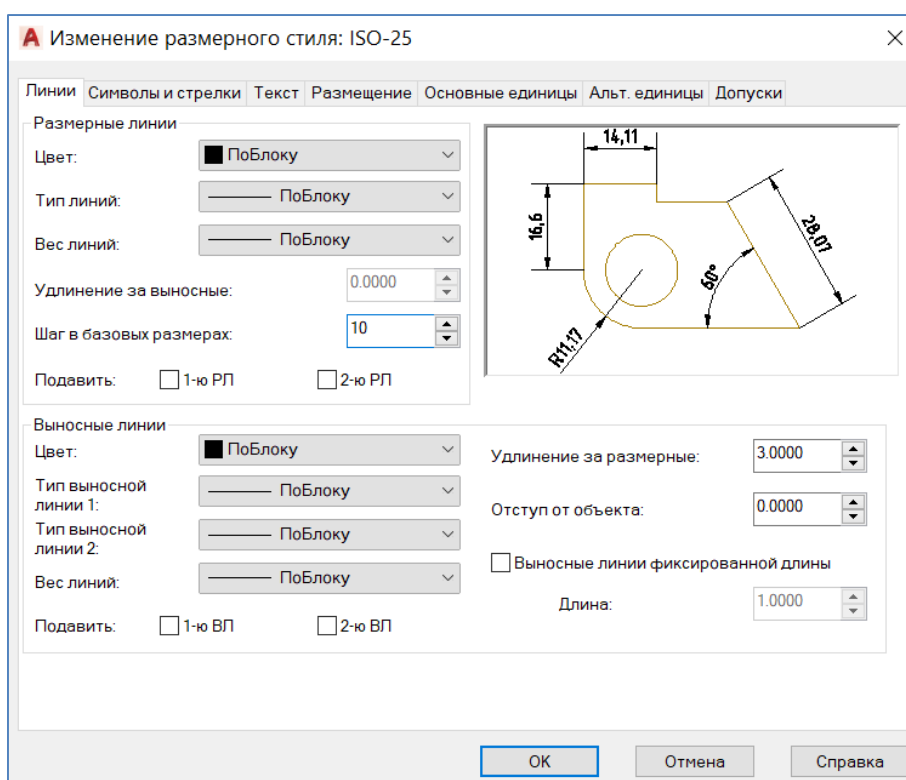


Рис. 60 – ДО «Изменение размерного стиля» - Линии

Вкладки «Линии», «Символы и стрелки», «Текст», «Размещение», «Основные единицы», «Альтернативные единицы» и «Допуски» вызывают дополнительные ДО (рис. 61...66), которые управляют переменными, связанными с данными понятиями простановки размеров.

ДО «Линии» (рис. 60) управляет размерными системными переменными, отвечающими за выносные и размерные линии. Изменение размерных и выносных линий определяется в областях «Размерные линии» и «Выносные линии» соответственно.

В ДО «Символы и стрелки» (рис. 61) устанавливается форма и размер стрелок, определяется маркер центра или осевых линий.

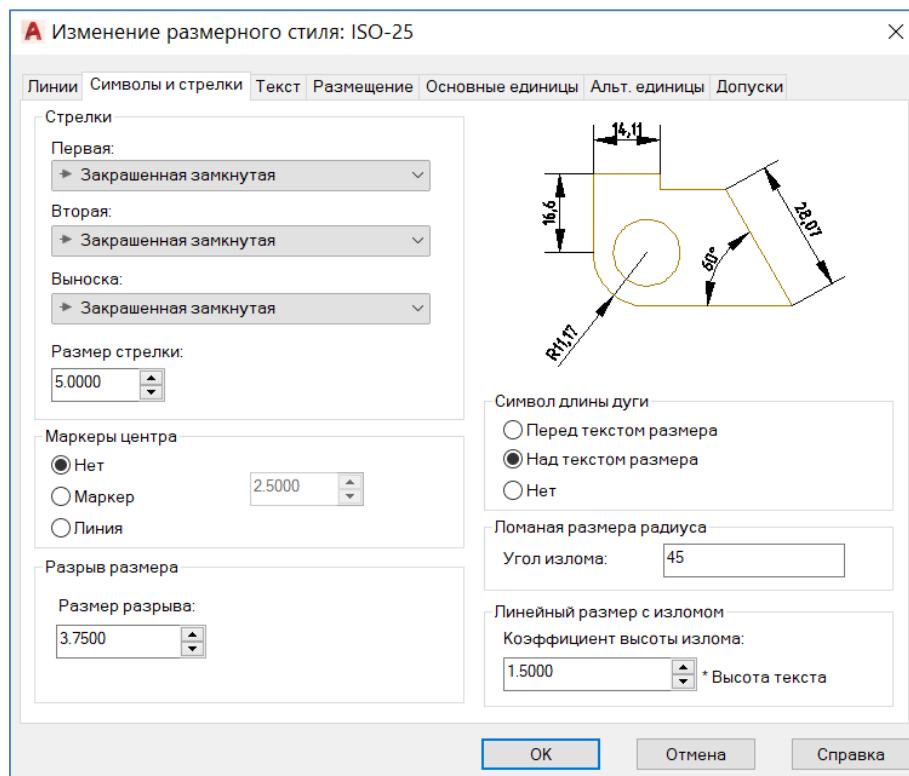


Рис. 61 – ДО «Символы и стрелки»

ДО «Текст» (рис. 62) позволяет управлять отображением текста в размерах, установить параметры и определить его размещение.

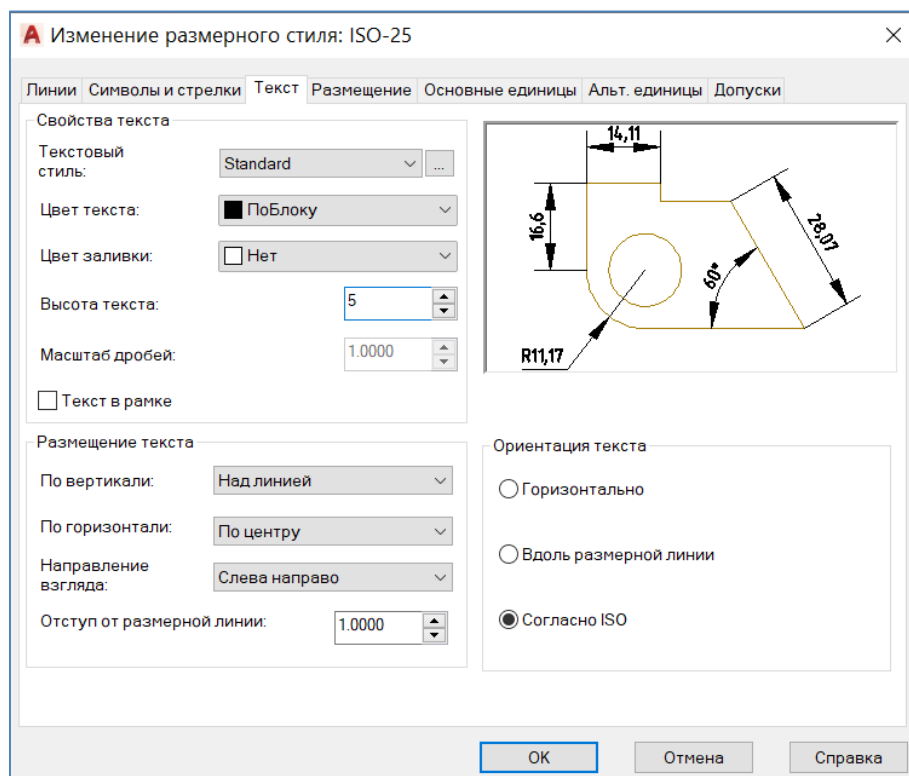


Рис. 62 – ДО "Текст"

В ДО «Размещение» (рис. 63) устанавливаются параметры размещения стрелок и текста. В области «Масштаб размерных элементов» устанавливается коэффициент для

величин размеров, расстояний и смещений таким образом, чтобы независимо от того, в каком масштабе чертеж выводится на плоттер, величина размерных элементов была правильной. При установке масштабного коэффициента, определяется множитель масштаба, на который умножаются все размерные переменные, управляющие форматом размера. Масштабный коэффициент не влияет на допуски, длины, координаты и углы, т.е. на измеряемые величины. При работе в пространстве листа по умолчанию будет использовано значение 1.0.

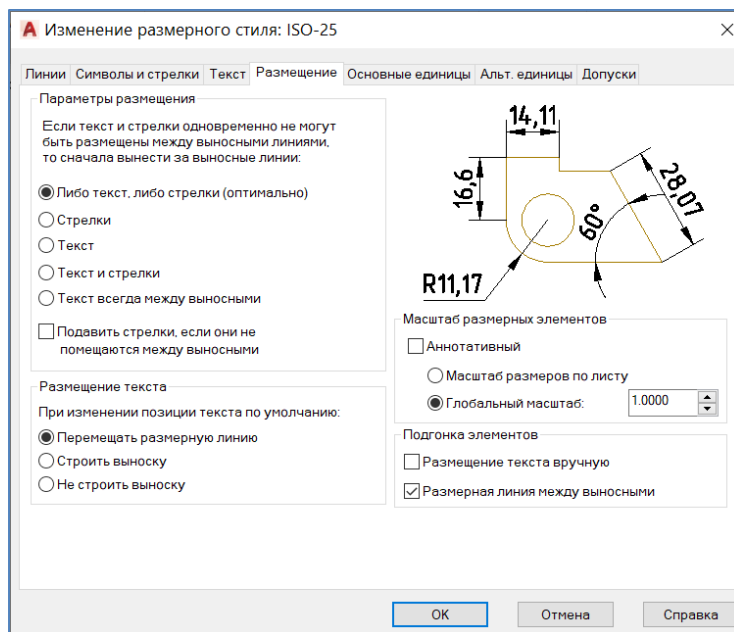


Рис. 63 – ДО «Размещение»

В ДО «**Основные единицы**» (рис. 64) устанавливаются тип единиц измерения для простановки размеров, тип угловых измерений, предоставляется возможность задания точности. В области «**Масштаб измерений**» указывается глобальный масштабный коэффициент для измеренных размеров, а также коэффициент масштабирования для размеров, проставленных в пространстве листа. Этот параметр влияет на отображаемое значение размера. Например, если значение масштабного коэффициента установлено равным 2 и текущее значение размера равно 25, то AutoCAD в размерном тексте выведет значение 50.

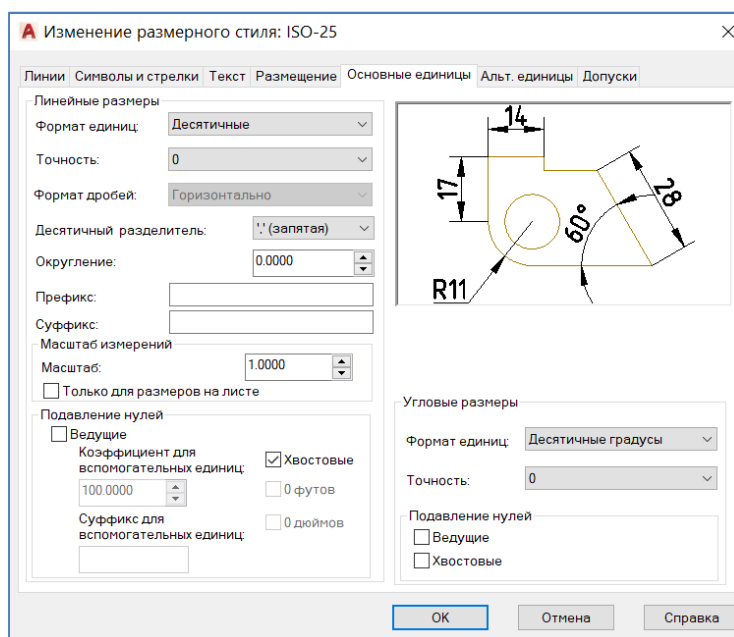


Рис. 64 – ДО «Основные единицы»

Размерный текст в AutoCAD представляет собой сочетание пользовательского текста, результатов измерений (размерного числа) и определяемых размерным стилем префиксов и суффиксов. Например, можно добавить к результату измерения в качестве префикса символ диаметра метрической резьбы, а в качестве суффикса – значение мелкого шага резьбы (M16x1,5). В данном случае понятие текста следует относить ко всему размерному тексту, префиксам и суффиксам, основным и альтернативным единицам и размерным допускам. Размерный текст рассматривается как однострочный текст, создаваемый и форматируемый текстовым редактором.

В ДО «Альтернативные единицы» (рис. 65) можно разрешить простановку и выбор альтернативных единиц, установить префикс и суффикс.

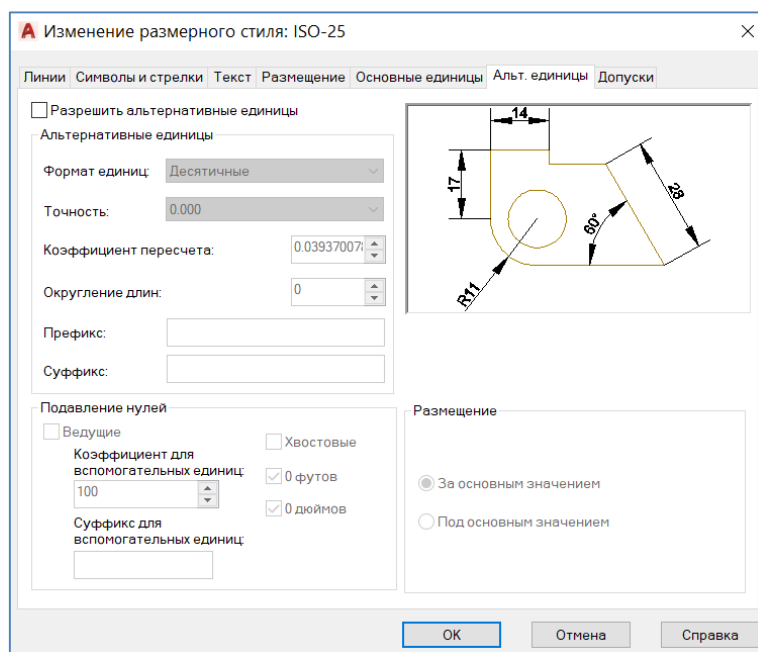


Рис. 65 – ДО «Альтернативные размеры»

В ДО «Допуски» (рис. 66) выбирается формат допусков (рис. 67) и их параметры.

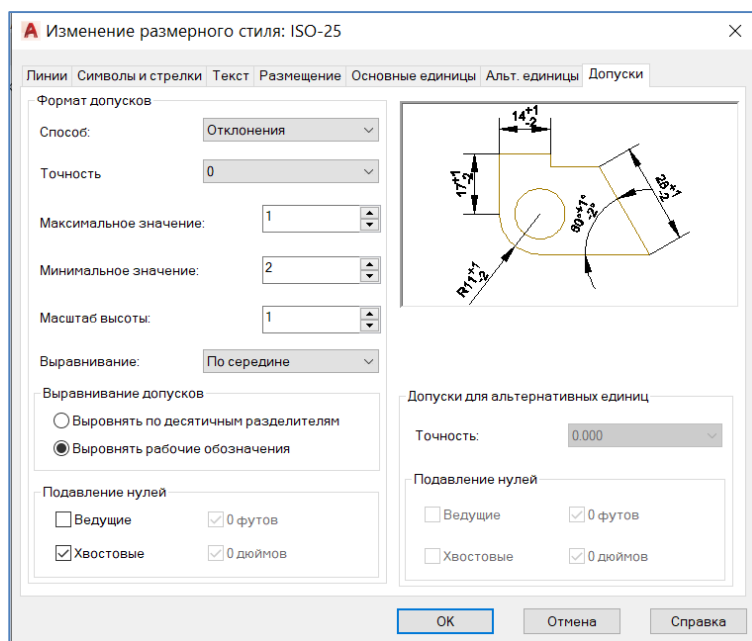


Рис. 66 – ДО «Допуски»

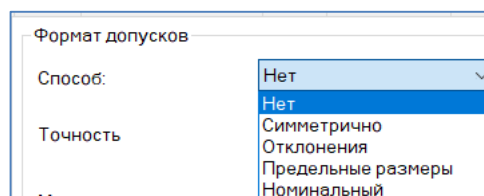


Рис. 67 – Формат допусков

Допуски, установленные для конкретного размерного стиля, будут прописаны каждый раз при нанесении любого размера в этом стиле (рис. 68).

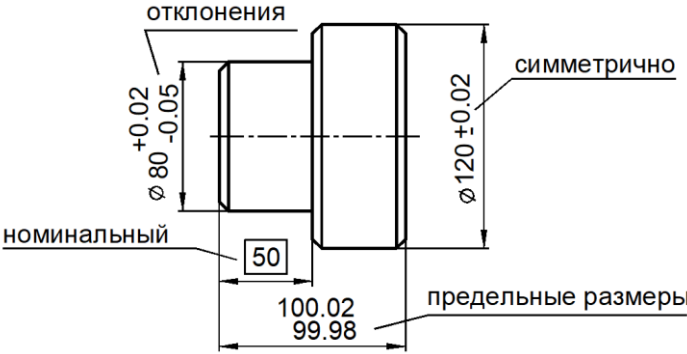


Рис. 68 – Пример нанесения допусков

Упражнение 1

Выполните по размерам чертеж пластины, представленной на рис. 69;

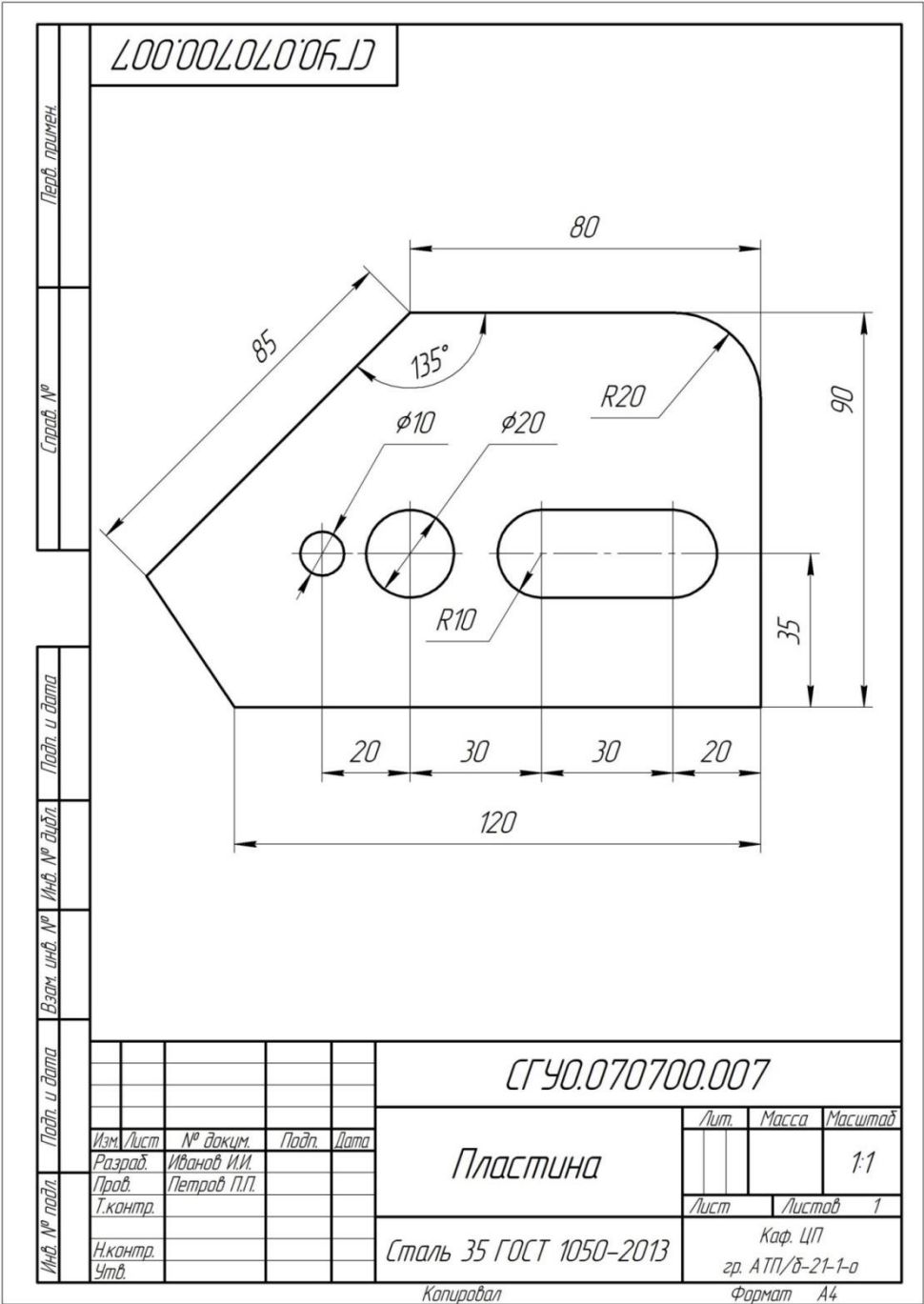


Рис. 69 – Чертеж пластины

Последовательность выполнения упражнения 1

А). Загрузить шаблон с ранее созданной операционной средой (в котором выполнены настройки единиц, лимитов чертежа и слоёв). Установить лимиты чертежа 210x297.

Требуемые слои:

Оси - для проведения осевых линий. Тип линии – **Center 2 (Осевая)**;

Контур - для выполнения линий основного контура;

Размеры - для нанесения размеров.

Текстовый стиль: Имя шрифта – GOST type B или simplex.shx.

Б). Выполнение чертежа пластины.

1. В слое **Контур** командой **Отрезок** выполните внешний контур (рис. 70).

Команда: Отрезок
 Первая точка: *(начните построение из точки A, рис. 68)*
 Следующая точка или [оТменить]: 120
 Следующая точка или [оТменить]: 90
 Следующая точка или [Замкнуть/Отменить]: 80
 Следующая точка или [Замкнуть/Отменить]: @85<-135
 Следующая точка или [Замкнуть/Отменить]: 3

2. Командой **Сопряжение** скруглите угол радиусом 20.

Команда: Сопряжение
 Текущие настройки: Режим = С ОБРЕЗКОЙ, Радиус сопряжения = 0.0000
 Выберите первый объект или [оТменить/полИлиния/раДиус/оБрезка/Несколько]: Д
 Радиус сопряжения <0.0000>: 20
 Выберите первый объект или [оТменить/полИлиния/раДиус/оБрезка/Несколько]:
 Выберите второй объект или нажмите клавишу Shift при выборе, чтобы создать угол, или [Радиус]:

3. Командой **Смещение** проведите линии будущих осевых (рис. 71).

Команда: Смещение
 Текущие настройки: Удалить исходные=Нет Слой=Источник OFFSETGAPTYPE=0
 Укажите расстояние смещения или [Через/Удалить/Слой] <30.0000>: 35
 Выберите объект для смещения или [Выход/Отменить] <Выход>:
 Укажите точку, определяющую сторону смещения, или [Выход/Несколько/Отменить]

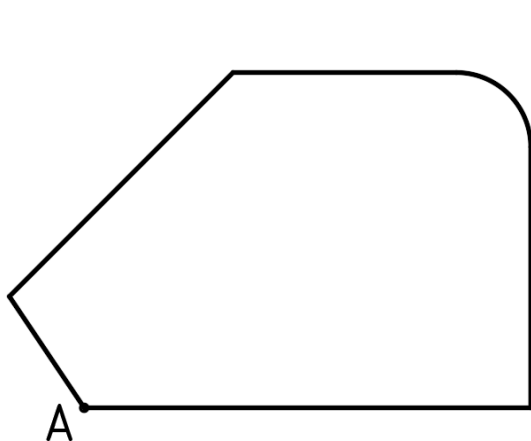


Рис. 70

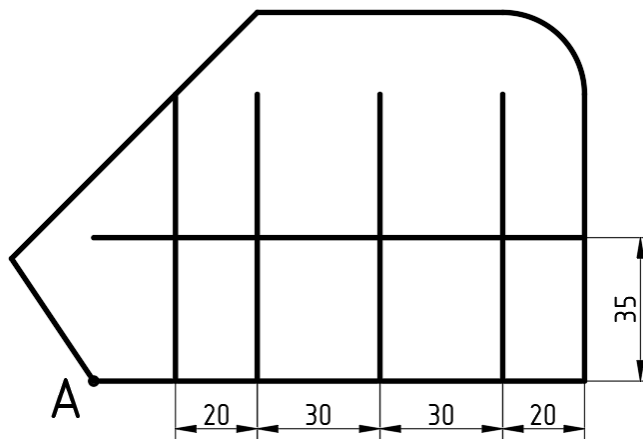


Рис. 71

4. Перенесите в слой **Оси** полученные в п.3 линии.
5. Командой **Круг** проведите окружности соответствующих диаметров (рис. 69).
6. Выполните овальный вырез, используя команды **Отрезок**, **Обрезать** (рис. 72...74).

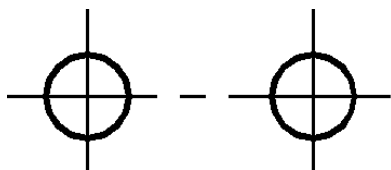


Рис. 72

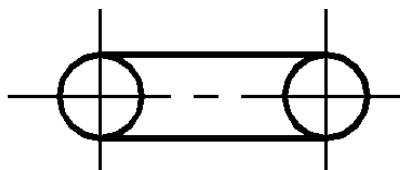


Рис. 73

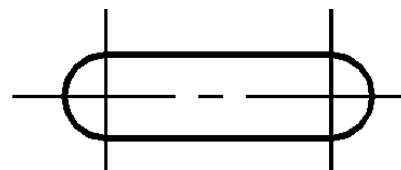


Рис. 74

5. Линейные размеры

Линейные размеры, представленные на рис. 75, определяют специфическую длину (горизонтальную, вертикальную или параллельную) образмериваемого объекта.

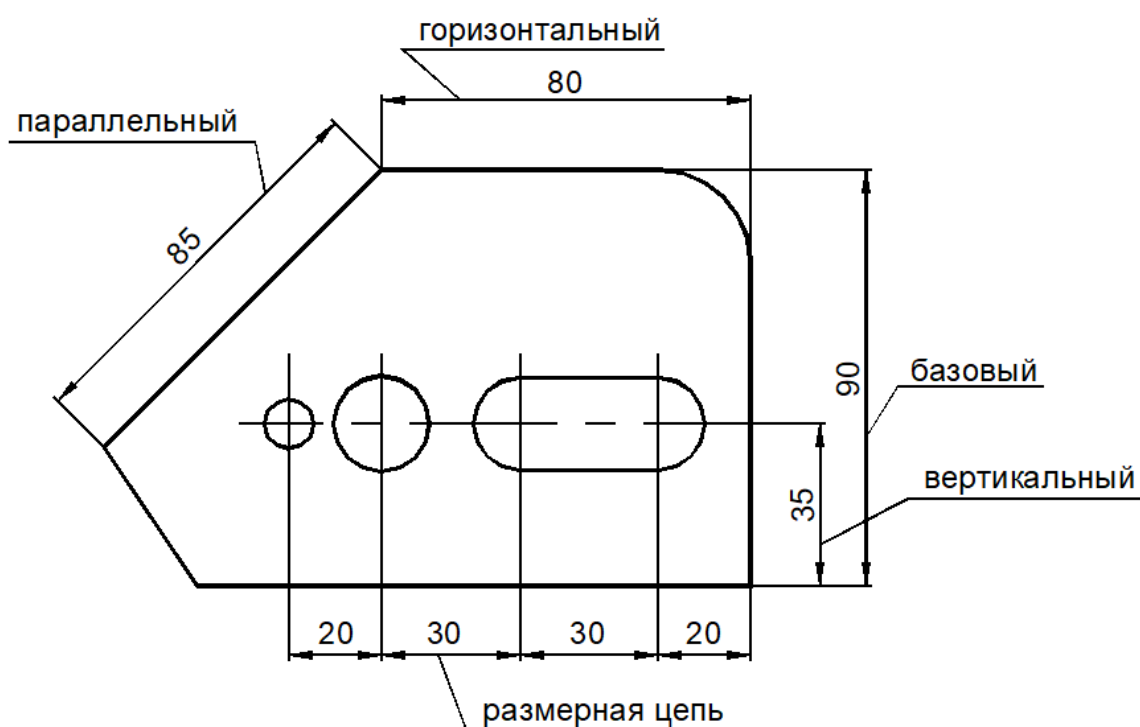
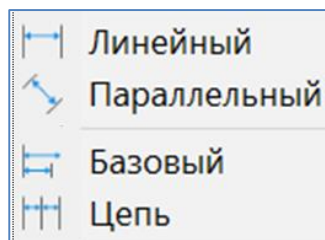


Рис. 75

AutoCAD содержит следующие команды для простановки линейных размеров:



Линейный размер (РЗМЛИНЕЙНЫЙ): Нанесение линейных (горизонтального, вертикального или повернутого) размеров;

Параллельный размер (РЗМПАРАЛ): Нанесение линейных размеров параллельно объекту;

Базовый размер (РЗМБАЗОВЫЙ): Нанесение размера от базовой выносной линии предыдущего или выбранного размера;

Размерная цепь (РЗМЦЕПЬ): Нанесение размера от второй выносной линии предыдущего размера.

При создании **линейного размера** необходимо указать три точки: начало первой выносной линии, второй выносной линии и местоположение размерной линии. Можно создавать линейные размеры путем указания (выбора) линии, которую нужно образмерить (нажав клавишу Enter).

Параллельные размеры выравнивают размерную линию в соответствии с углом, образующимся между начальной и конечной точками размера.

Повернутые размеры имеют размерную линию, размещенную под углом, отличным от угла между выбранными начальной и конечной точками. Повернутые размеры можно использовать для создания линейных размеров с любой ориентацией.

Для применения команды простановки **базовых размеров** необходимо перед ее вызовом создать линейный параллельный или повернутый размер. После получения начального размера нужно выбрать **Базовый** из выпадающего меню или панели инструментов **Размер**. Если нужно получить базовый размер относительно размера, который не был проставлен последним, можно нажать клавишу Enter в ответ на подсказку, предлагающую определить начало второй выносной линии либо вести опцию отмены. Это позволит выбрать размер, который нужно использовать в качестве базового.

Продолженные размеры (размерная цепь) автоматически выстраиваются в цепочку размерных линий. Подобно базовым, продолженные размеры проставляются от уже созданного одного линейного размера, но с применением команды **Продолжение**.

5. Радиальные и диаметральные размеры

Размеры, обозначающие радиус и диаметр, используются для образмеривания дуги или круга и представлены на рис. 76.

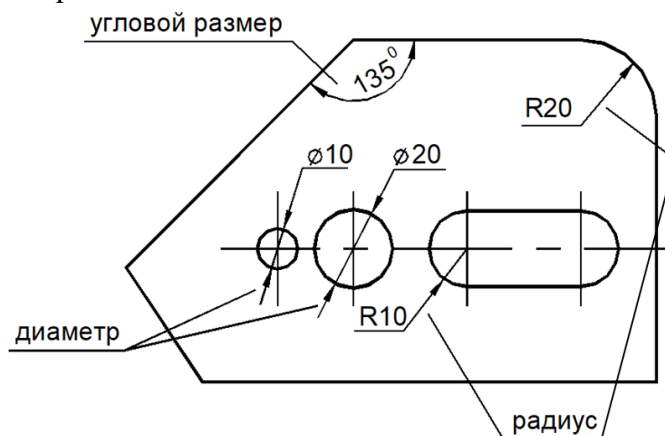
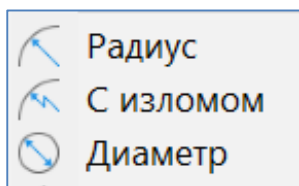


Рис. 76 - Пример простановки размеров: радиальных, диаметральных и угловых



Радиус (РЗМРАДИУС): Нанесение радиуса круга или дуги;

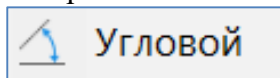
С изломом: Создание размеров с изломом для круга или дуги в случае, если их центр расположен вне листа и его положение не может быть указано.

Диаметр (РЗМДИАМЕТР): Нанесение диаметра круга или дуги.

Для простановки этих типов размеров необходимо указать дугу или круг, подвергающиеся образмериванию, и затем – местоположение размерной линии.

6. Угловые размеры

Угловые размеры используются для обозначения величины угла между двумя непараллельными отрезкам, представлены на рис. 76.



Угловой размер (РЗМУГЛОВОЙ): Нанесение угловых размеров.

Упражнение 2

На выполненном в упражнении 1 чертеже пластины нанесите размеры, как это указано на рис. 69.

7. Ординатные размеры

Ординатный размер (РЗМОРИНАТА): Нанесение ординатного размера;

База X: Измерение координаты X элемента;

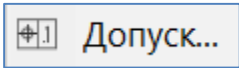
База Y: Измерение координаты Y элемента.

Ординатные размеры используются для образмеривания специфической координаты типа точки наблюдения в общегражданском строительстве. При использовании ординатных размеров можно образмеривать точки, названные базами.

8. Размеры с допусками

В машиностроительном черчении важную роль играют допуски, определяющие допустимые изменения в размерах и форме деталей.

Определить допуски можно в ДО «Допуски» (рис. 66). Допуск будет автоматически добавляться к размерному тексту при помещении размеров.

Команда **Допуск**  позволяет задавать допуски формы и расположения (рис. 77).

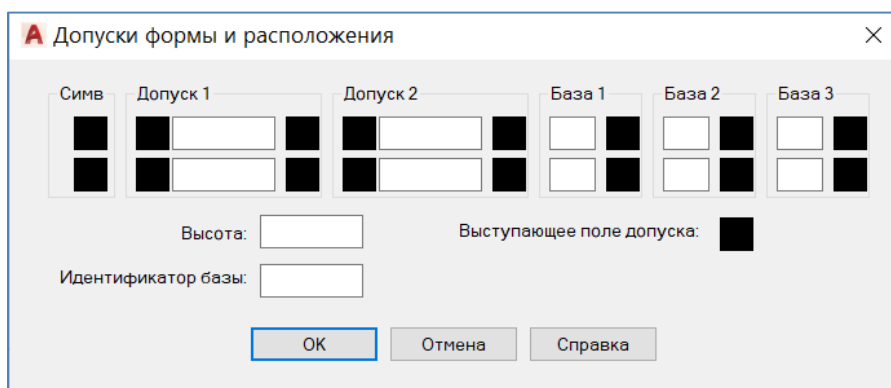


Рис. 77 – ДО «Допуски формы и расположения»

Каждый символ представляет разные геометрические характеристики. При выборе одного из символов выбранное значение допуска затем перемещается непосредственно в размер, использующий рамку допусков. После выбора символа появляется ДО «Допуски форм и расположения», в котором можно вводить допуски и базовые значения для соответствующего символа управления допуском. Разрешается задавать два значения допуска и три базовых значения. Кроме того, значения можно располагать одно над другим. Пример простановки допусков форм и расположения приведен на рис. 78.

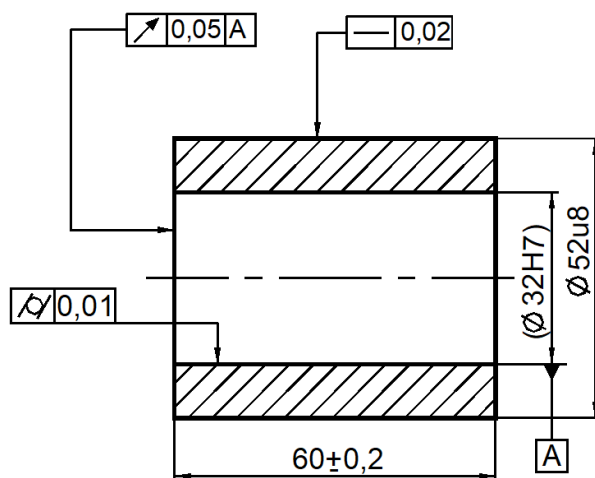
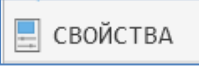


Рис. 78 - Чертеж втулки

9. Редактирование размеров

Модифицировать размеры и изменять размерный текст возможно операциями редактирования и с помощью ручек редактирования. Второй вариант является более удобным.

Для редактирования размер следует выбрать щелчком левой клавиши мыши. На размере сразу же появятся прямоугольники – ручки редактирования. Если у пользователя

активизирована команда **Свойства** , слева от рабочего стола распахнётся окно «Свойства» (рис. 79).

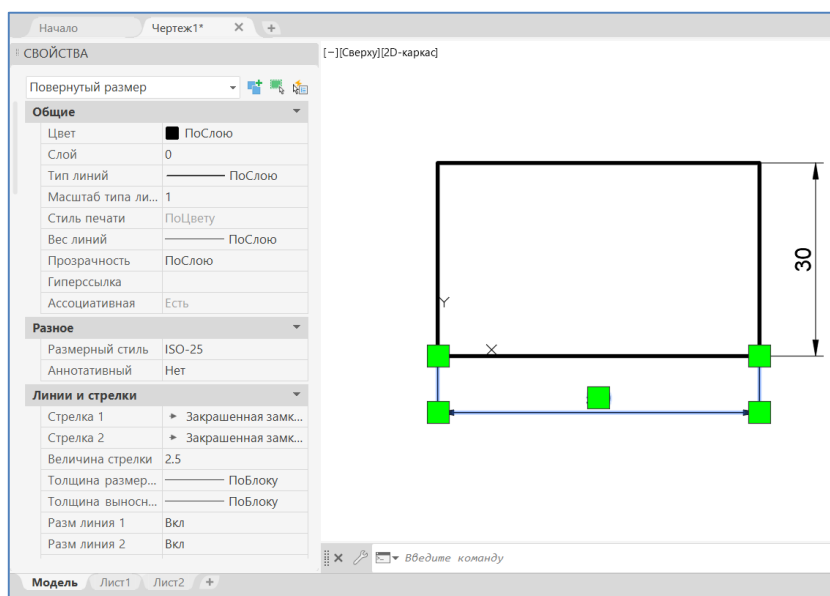


Рис. 79

При наведении прицела мыши на одну из ручек редактирования, рядом с прицелом открывается контекстное меню для крайних ручек (рис.80) и для размерного текста (рис. 81).

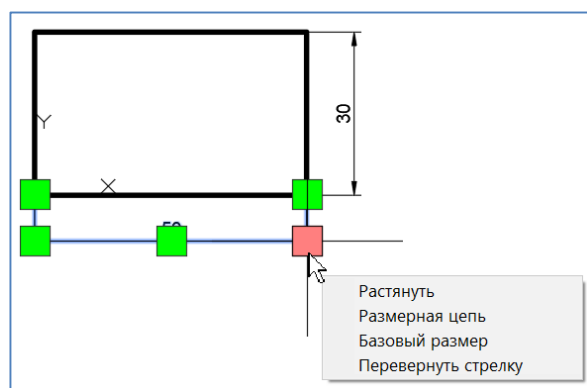


Рис. 80

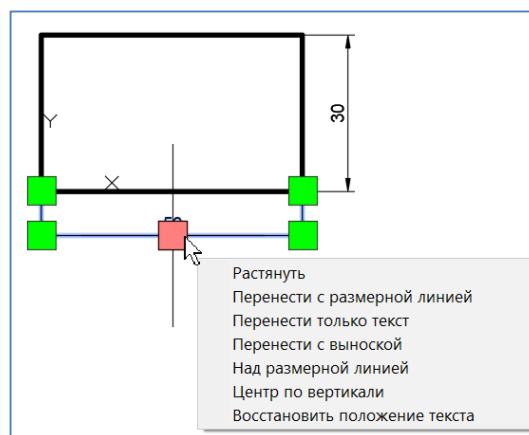


Рис. 81

Ручка редактирования активизируется щелчком левой клавишей мыши. Выбранная ручка изменит цвет, что указывает на её выбор. Щелчок правой клавишей мыши открывает доступ к контекстному меню редактирования с помощью ручек (рис. 82).

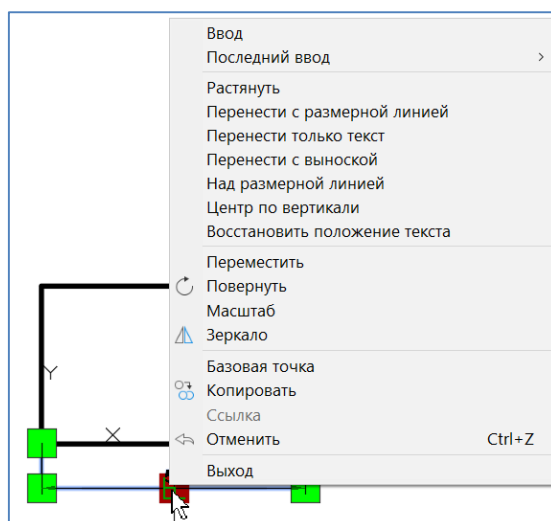


Рис. 82

Двойной щелчок левой клавишей мыши по размерному тексту позволяет активизировать текстовый редактор, в котором и меняется размерный текст (рис.83). Цветом выделяется значение размера, измеренное AutoCAD.

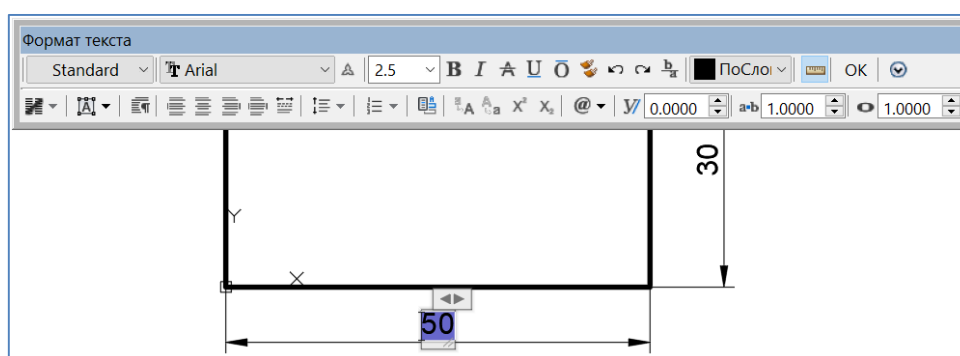


Рис. 83

ЗАДАНИЕ №4. ЧЕРТЁЖ ВАЛА

1. Цель работы

Цель работы – приобрести навыки создания рабочих чертежей в графической системе AutoCAD. Студенты выполняют индивидуальное задание в соответствии с требованиями к рабочим чертежам по ГОСТ 2.109-73 и указаниями по их выполнению.

Задание:

Выполнить чертёж вала согласно индивидуальному варианту. Образец выполненной работы представлен на рис. 84. Параметры вала – в таблице 1.

Размеры отверстия на местном разрезе в шлицевой части вала принять по образцу. Размер S (лысок под ключ) выбрать из таблицы 1 и указать на вынесенном сечении.

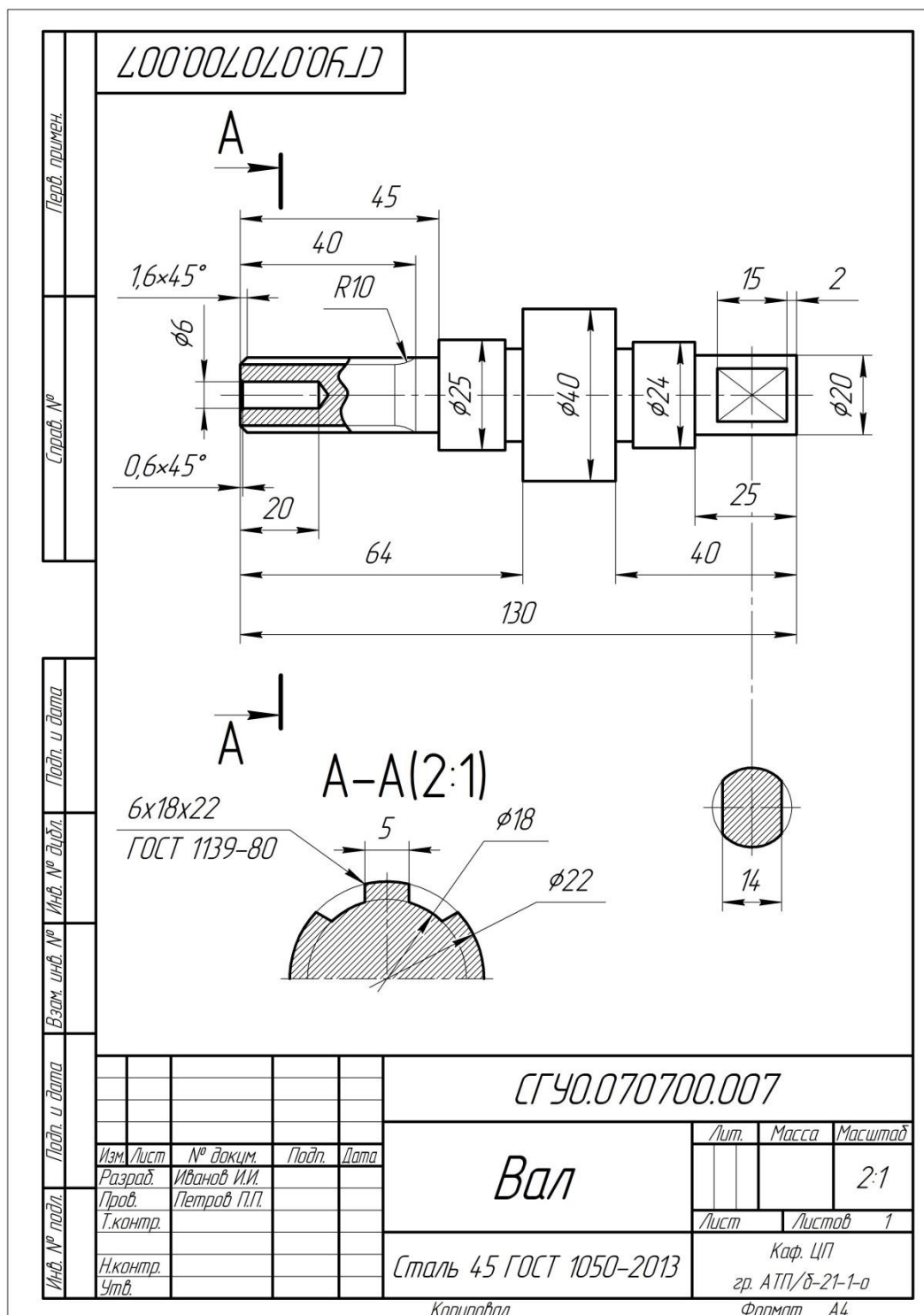
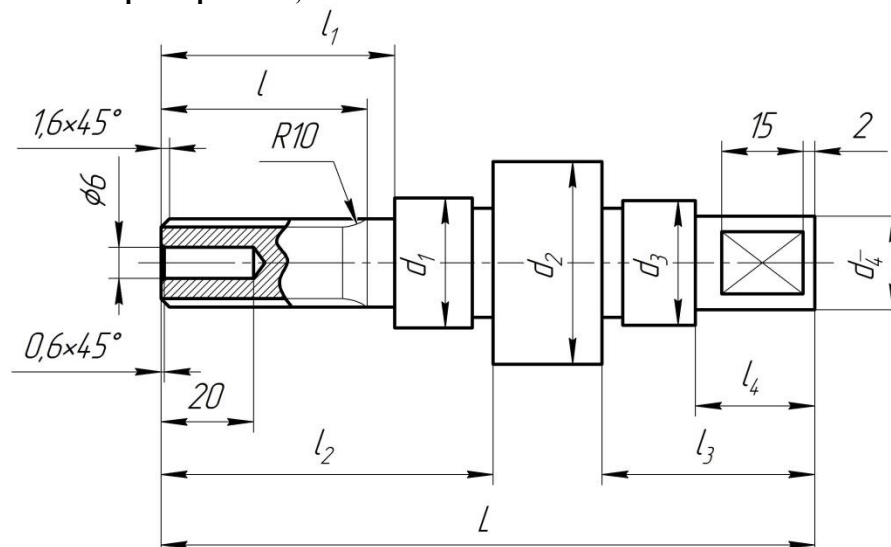


Рис. 84

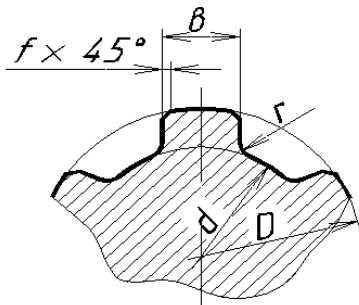
Таблица 1 - Основные параметры вала, мм



№ вар	D	d1	d2	d3	d4	S	L	l	l1	l2	l3	l4	Масштаб
1	22	24	44	30	20	14	165	40	45	70	65	25	1:1
2	78	84	144	88	60	46	620	150	170	280	240	120	1:4
3	28	32	50	36	22	14	160	45	50	75	60	25	1:1
4	68	74	136	78	55	41	600	130	150	304	196	100	1:4
5	38	42	80	46	30	17	290	60	65	145	85	50	1:2
6	62	68	120	72	50	36	580	120	140	270	180	100	1:4
7	42	46	84	50	36	19	290	80	85	160	90	50	1:2
8	58	64	100	68	48	32	300	110	120	160	100	60	1:2
9	48	52	90	56	40	24	300	90	100	165	95	60	1:2
10	52	56	96	60	44	27	300	100	110	160	100	60	1:2
11	52	56	96	60	44	27	300	100	110	160	100	60	1:2
12	48	52	90	59	40	24	300	90	100	165	95	60	1:2
13	58	64	100	68	48	32	300	110	120	160	100	60	1:2
14	42	46	84	50	36	19	290	80	85	160	90	50	1:2
15	62	68	120	72	50	36	580	120	140	270	180	100	1:4
16	38	42	80	46	30	17	290	60	65	145	85	50	1:2
17	68	74	136	78	55	41	600	130	150	304	196	100	1:4
18	28	32	50	36	22	14	165	45	50	75	65	25	1:1
19	78	84	144	88	60	46	620	150	170	280	240	120	1:4
20	22	24	44	30	20	14	160	40	45	70	60	25	1:1
21	78	84	144	88	60	46	620	150	170	280	240	120	1:4
22	58	64	100	68	48	32	300	110	120	160	100	60	1:2
23	38	42	80	46	30	17	290	60	65	145	85	50	1:2
24	62	68	120	72	50	36	580	120	140	270	180	100	1:4
25	42	46	84	50	36	19	290	80	85	160	90	50	1:2

Зубья шлицевого вала условно совместить с плоскостью чертежа и показать нерассеченными. На изображении торца зубчатой части вала (сечение А-А) показать профиль только одного зуба и двух впадин. Размеры шлицевой части вала (кроме длины) выбрать из таблицы 2 и показать на вынесенном сечении А-А.

Таблица 2 - Шлицы прямоугольные (ГОСТ 1139-80)

					
№ варианта	Номинальный размер $Z \times d \times D \times b$	d (не менее)	f	r (не более)	Масштаб
1	6x18x22x5	16,7	0,3	0,2	2:1
2	10x72x82x12	67,4	0,5	0,5	1:2
3	6x23x28x6	21,3	0,3	0,2	2:1
4	8x62x72x12	57,8	0,5	0,5	1:2
5	8x32x38x6	29,4	0,4	0,3	1:1
6	8x56x65x10	52,2	0,5	0,5	1:1
7	8x36x42x7	33,5	0,4	0,3	1:1
8	8x52x60x10	48,7	0,5	0,5	1:1
9	8x42x48x8	39,5	0,4	0,3	1:1
10	8x46x54x9	42,7	0,4	0,3	1:1
11	8x46x54x9	42,7	0,4	0,3	1:1
12	8x42x48x8	39,5	0,4	0,3	1:1
13	8x52x60x10	48,7	0,5	0,5	1:1
14	8x36x42x7	33,5	0,4	0,3	1:1
15	8x56x65x10	52,2	0,5	0,5	1:1
16	8x32x38x6	29,4	0,4	0,3	1:1
17	8x62x72x12	57,8	0,5	0,5	1:2
18	6x23x28x6	21,3	0,3	0,2	2:1
19	10x72x82x12	67,4	0,5	0,5	1:2
20	6x18x22x5	16,7	0,3	0,2	2:1
21	10x72x82x12	67,4	0,5	0,5	1:2
22	8x52x60x10	48,7	0,5	0,5	1:1
23	8x32x38x6	29,4	0,4	0,3	1:1
24	8x56x65x10	52,2	0,5	0,5	1:1
25	8x36x42x7	33,5	0,4	0,3	1:1

2. Настройка графической среды

После запуска графической системы AutoCAD пользователю следует создать операционную среду или воспользоваться ранее подготовленным шаблоном с настройками.

Основные настройки операционной среды: Формат чертежа: А4. Слои: Черновой, Контур, Оси, Размеры, Штриховка. В текстовом стиле установить шрифт GOST type B (рис. 85) или ISOCPUR (рис.86). Размерный стиль настроить в соответствии с **Заданием №3**. **Нанесение размеров** и рис. 58...64 настоящего УМП.

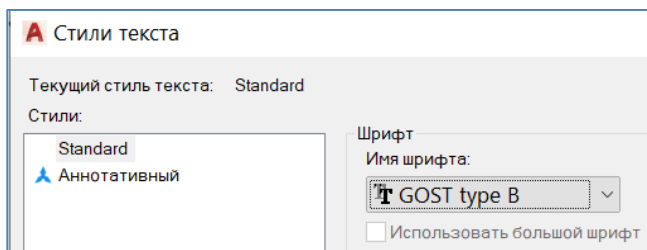


Рис. 85

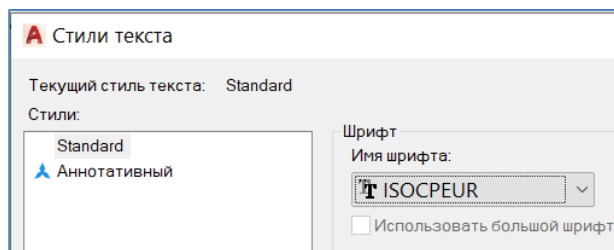
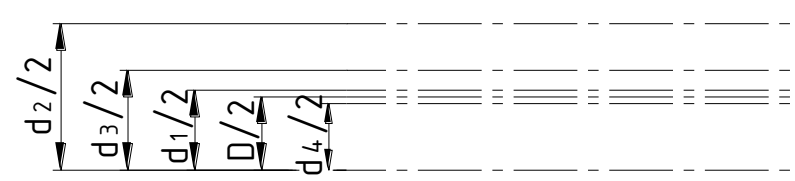
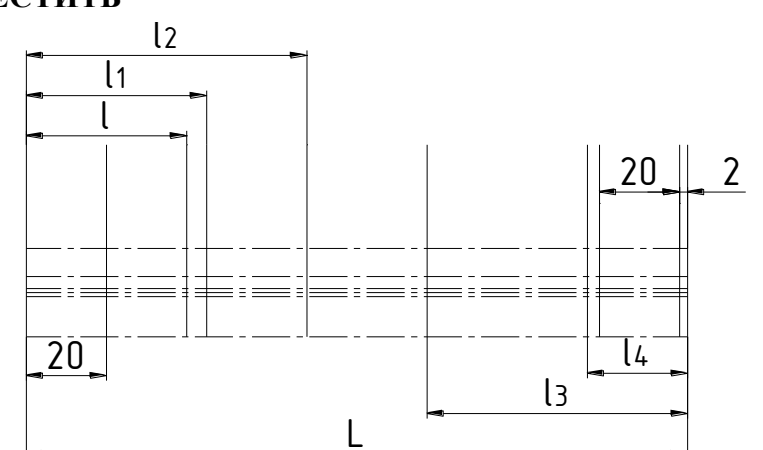
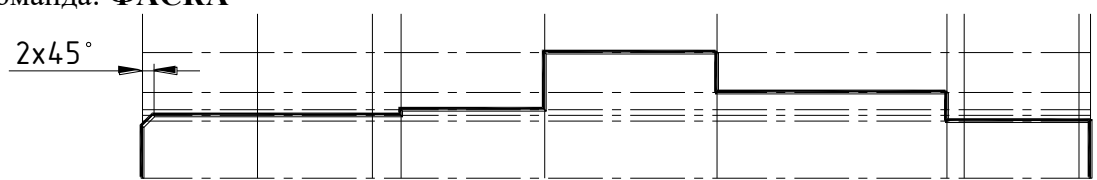


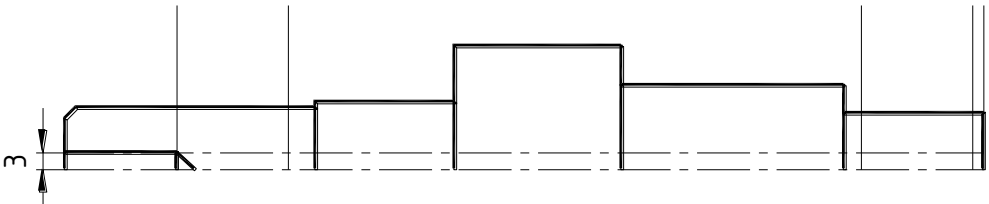
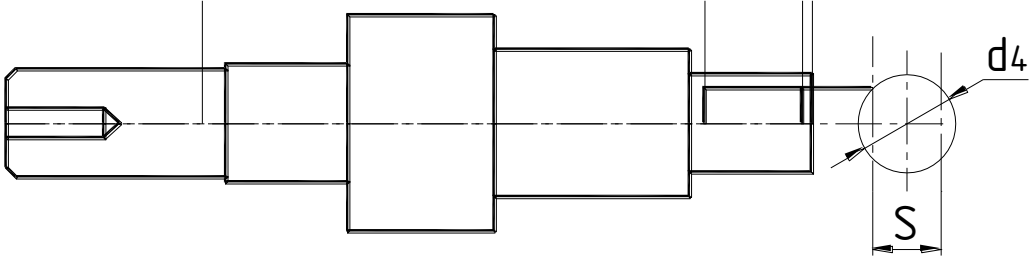
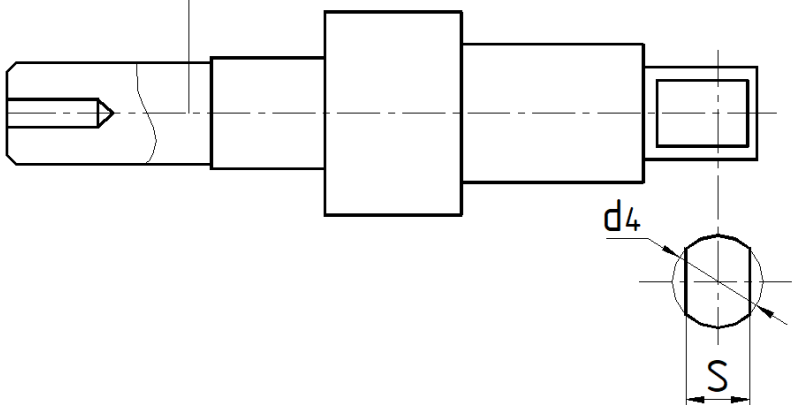
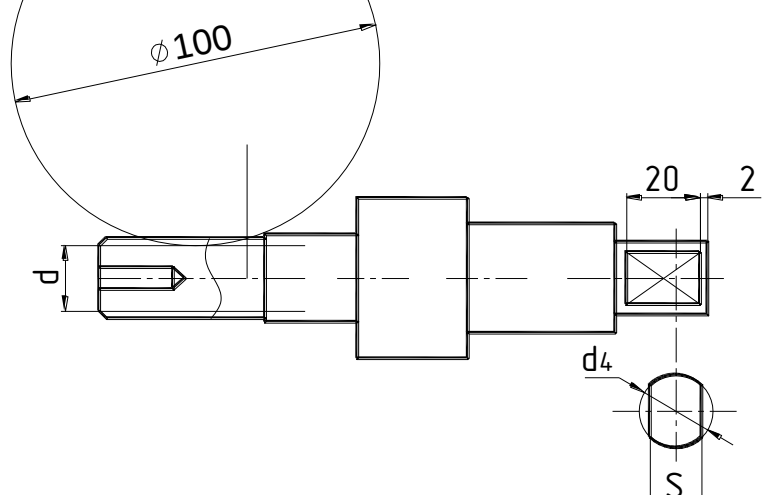
Рис. 66

3. Последовательность выполнения чертежа вала изложена в таблице 3.

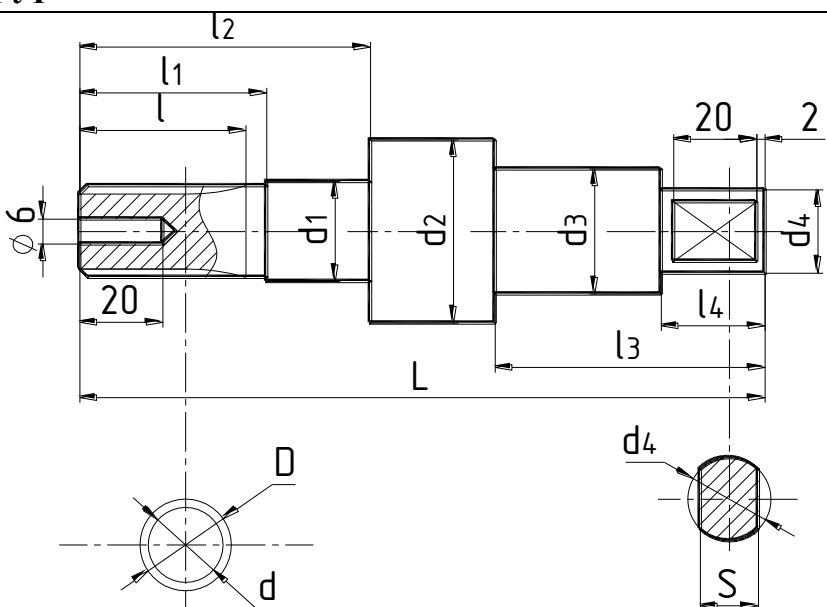
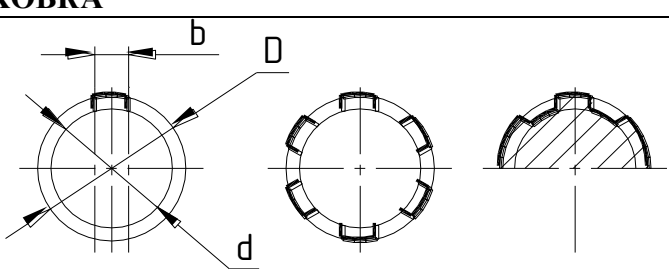
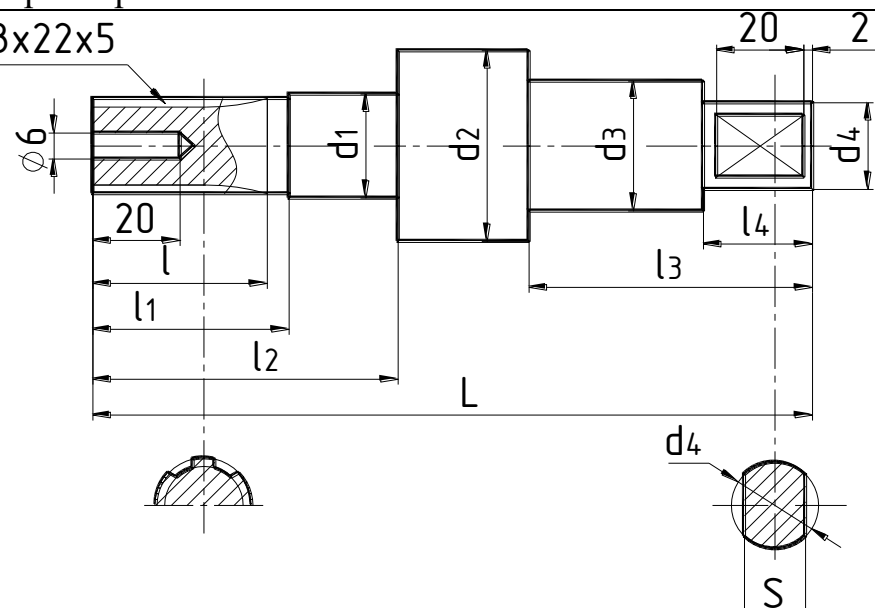
Таблица 3

1	Создать слои: ОСИ, КОНТУР, РАЗМЕРЫ, ШТРИХОВКА, ЧЕРНОВОЙ
2	Слой: ОСИ Команда: ОТРЕЗОК 
3	Команда: СМЕСТИТЬ 
4	Команда: СМЕСТИТЬ 
5	Слой: КОНТУР Команда: ОТРЕЗОК Команда: ФАСКА 

Продолжение таблицы 3

6	Команда: СМЕСТИТЬ Команда: ОТРЕЗОК 
7	Команда: КРУГ Команда: СМЕСТИТЬ Слой: <i>Контур</i> Команда: ОТРЕЗОК Команда: ЗЕРКАЛО 
8	Команда: ПЕРЕНЕСТИ 
9	Команда: СМЕСТИТЬ Команда: КРУГ Команда: СПЛАЙН 

Продолжение таблицы 3

10	Команда: ШТРИХОВКА (образец ANSI 31) Слой: ОСИ Команда: ОТРЕЗОК Команда: КРУГ  Technical drawing of a mechanical part. The main view is a side elevation showing a stepped shaft. Dimensions include: total length L, segment lengths l1, l2, l3, l4, and a final segment of 20. Diameters are labeled d1, d2, d3, d4, and d. A hole with diameter 6 is shown in the first segment. A cross-section at the end shows a circular feature with diameter d4 and a slot of width S. Hatching is used to indicate different materials or sections.
11	Команда: СМЕСТИТЬ Слой: КОНТУР Команда: ОТРЕЗОК Команда: МАССИВ (круговой) Команда: ШТРИХОВКА  Technical drawing of a circular part. The main view is a top view showing a circular feature with diameter D and a slot of width b. A cross-section at the end shows a circular feature with diameter d and a slot of width b. Hatching is used to indicate different materials or sections.
12	Проставить размеры 6x18x22x5  Technical drawing of a mechanical part. The main view is a side elevation showing a stepped shaft. Dimensions include: total length L, segment lengths l1, l2, l3, l4, and a final segment of 20. Diameters are labeled d1, d2, d3, d4, and d. A hole with diameter 6 is shown in the first segment. A cross-section at the end shows a circular feature with diameter d4 and a slot of width S. Hatching is used to indicate different materials or sections.

ЗАДАНИЕ №5. ЧЕРТЁЖ ЦИЛИНДРИЧЕСКОГО ЗУБЧАТОГО КОЛЕСА

1. Цель работы

Цель практического задания - научить студентов грамотно и точно выполнять рабочие чертежи цилиндрических зубчатых колес в графической системе AutoCAD в соответствии с ГОСТ 2.403-75.

Задание:

Выполнить чертёж цилиндрического зубчатого колеса согласно индивидуальному варианту. Образец выполненной работы представлен на рис. 87.

Формулы для расчета и значения основных параметров зубчатых колес - в таблице 4. Исходными данными являются: модуль – m , число зубьев – z , диаметр вала - D_v . Модули цилиндрических зубчатых колес выбраны в соответствии с ГОСТ 9563-60.

Требования к рабочим чертежам цилиндрических зубчатых колес и правила их выполнения изложены в ГОСТ 2.403-75.

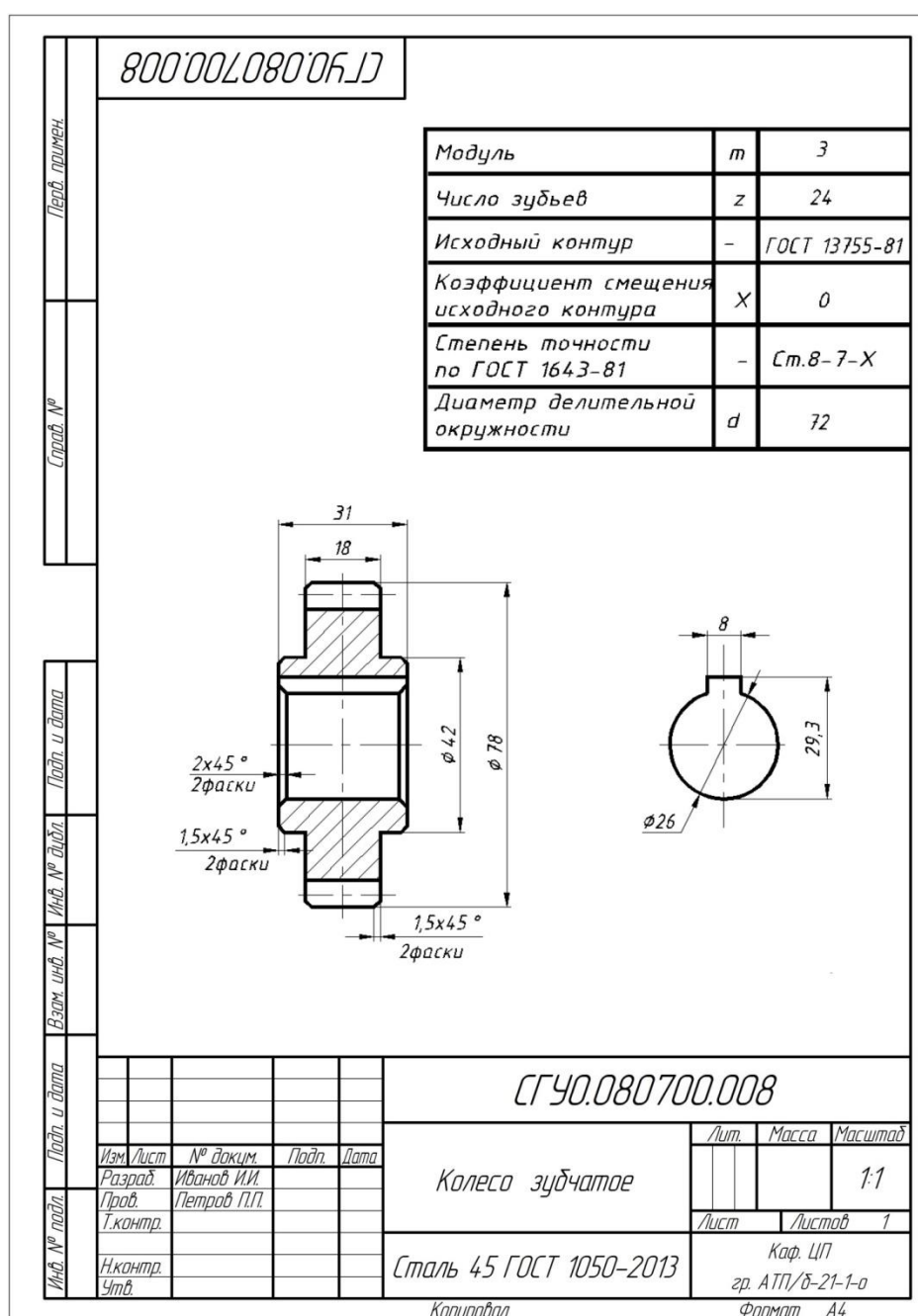


Рис. 87

Таблица 4. Значения основных параметров цилиндрических зубчатых колёс по вариантам

№ парам	Параметр	Обозначение и расчетная формула	Значения параметров по вариантам														
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	Модуль	m	2	4	5	3	4	4	2	2	5	3	5	4	3	5	3
2	Число зубьев	z	40	20	16	30	26	30	50	50	20	35	20	18	24	17	25
3	Диаметр вала	$Dв$	30	36	38	42	36	36	30	40	46	34	44	24	26	28	32
4	Диаметр делительной окружности	$D=mz$	80	80	80	90	104	120	100	100	100	105	100	72	72	85	75
5	Диаметр вершин зубьев	$Da=m(z+2)$	84	88	90	96	112	128	104	104	110	111	110	80	78	95	81
6	Диаметр впадин	$Df=m(z-2,5)$	75	70	68	83	94	110	95	95	88	98	88	62	65	73	68
7	Ширина венца зубчатого колеса	$b = 6m$	12	24	30	18	24	24	12	12	30	18	30	24	18	30	18
8	Ширина шпоночного паза	$b ш$ (по ГОСТ23360-78)	8	10	12	12	10	10	8	12	14	10	12	8	8	8	10
9	Паз	t_2 (по ГОСТ23360-78)	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,8	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3
10	Высота шпоночного паза	$De+t_2$	33,3	39,3	41,3	45,3	39,3	39,3	33,3	43,3	49,8	37,3	47,3	27,3	29,3	31,3	35,3
11	Диаметр ступицы	$Dст=1,6De$	48	58	61	67	58	58	48	64	74	54	70	38	42	45	51
12	Длина ступицы	$Lст=1,2De$	36	43	46	50	43	43	36	48	55	41	53	29	31	34	38

Продолжение таблицы 4

№ п/п	Параметр	Обозначение и расчетная формула	Значения параметров по вариантам															
			16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
1	Модуль	m	5	6	7	8	6	6	5	4	3	6	5	7	6	8	7	
2	Число зубьев	z	30	25	20	25	20	30	30	45	50	35	40	30	30	25	25	
3	Диаметр вала	D_e	40	46	48	50	46	42	44	60	52	42	54	44	50	54	40	
4	Диаметр делительной окружности	$D=mz$	150	150	140	200	120	180	150	180	150	210	200	210	180	200	175	
5	Диаметр вершин зубьев	$D_a=m(z+2)$	160	162	154	216	132	192	160	188	156	222	210	224	192	216	189	
6	Диаметр впадин	$D_f=m(z-2,5)$	138	135	123	180	105	165	138	170	143	195	188	193	165	180	158	
7	Ширина венца зубчатого колеса	$b = 6m$	30	36	42	48	36	36	30	24	18	36	30	42	36	48	42	
8	Ширина шпоночного паза	$b_{ш}$ (по ГОСТ23360-78)	12	14	14	14	14	12	12	18	16	12	16	12	14	16	12	
9	Паз	t_2 (по ГОСТ23360-78)	3,3	3,8	3,8	3,8	3,8	3,3	3,3	4,4	4,3	3,3	4,3	3,3	3,8	4,3	3,3	
10	Высота шпоночного паза	D_e+t_2	43,3	49,8	51,8	53,8	49,8	45,3	47,3	64,4	56,3	45,3	58,3	47,3	53,8	58,3	43,3	
11	Диаметр ступицы	$D_{ст}=1,6D_e$	64	74	77	80	74	67	70	96	83	67	86	70	80	86	64	
12	Длина ступицы	$L_{ст}=1,2D_e$	48	55	58	60	55	50	53	72	62	50	65	53	60	65	48	

2. Основные положения

Простейшие зубчатые передачи состоят из двух колес с зубьями, посредством которых они зацепляются между собой (рис. 88). Меньшее из пары зубчатых колес называют шестерней, а большее – колесом. Однако, термин «зубчатое колесо» является для них общим. На рис. 89 представлены основные элементы зубчатого колеса.

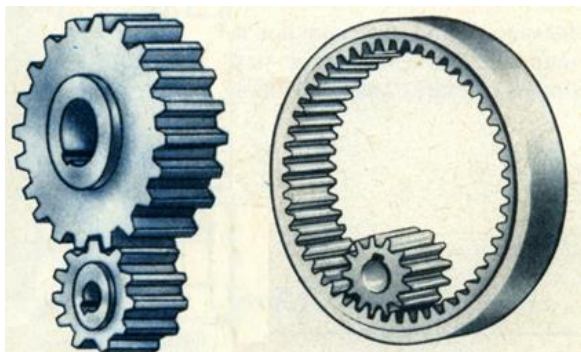


Рис. 88

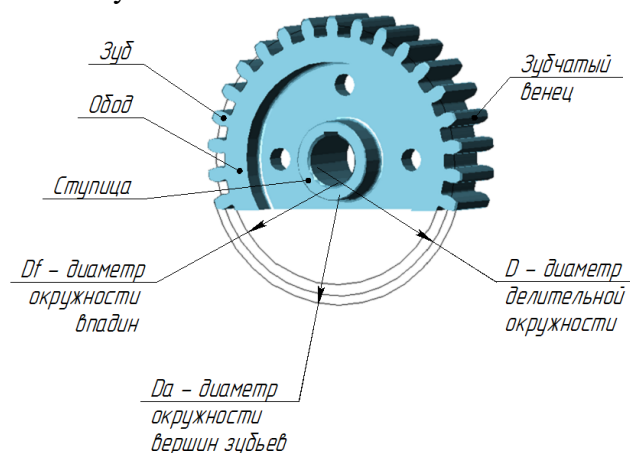


Рис. 89

3. Основные настройки операционной среды

После запуска графической системы AutoCAD пользователю следует создать операционную среду или воспользоваться ранее подготовленным шаблоном с настройками.

Основные настройки операционной среды: Формат чертежа: А4. Слои: Черновой, Контур, Оси, Размеры, Штриховка. В текстовом стиле установить шрифт GOST type B (рис. 85) или ISOCPEUR (рис. 86). Размерный стиль настроить в соответствии с **Заданием №3. Нанесение размеров** и рис. 58...64 настоящего УМП.

Все изображения в AutoCAD выполняются по заданным размерам в натуральную величину. Если возникает необходимость изменить масштаб изображения (уменьшить или увеличить уже готовое изображение для его компоновки на заданный формат), следует воспользоваться командой **Масштаб**. Для простановки и сохранения натуральных размеров на масштабированном изображении необходимо установить соответствующий масштаб измерений (смотри ДО «Изменение размерного стиля» - «Основные единицы», область «Масштаб измерений» (рис. 64). Кроме того, масштаб можно изменить при формировании макета чертежа в пространстве листа.

4. Последовательность выполнения чертежа цилиндрического зубчатого колеса

Все изображение детали следует выполнять в соответствующих слоях.

Далее выполняются геометрические построения согласно описанию.

1) Командой **ОТРЕЗОК** провести осевые линии в слое **ОСИ** (рис. 90);



Рис. 90

2) Из таблиц 4 и 5 в зависимости от диаметра вала (D_v) выбрать размеры шпоночных пазов.

Таблица 5 - Шпонки призматические и пазы для них (ГОСТ 23360-78)

Диаметр вала D_v , мм.	Размеры сечения шпонки, мм.		Глубина паза, мм.		Длина шпонки, мм.
	b	h	t_1	t_2	
17...22	6	6	3,5	2,8	14...70
22...30	8	7	4	3,3	18...90
30...38	10	8	5	3,3	22...110
38...44	12	8	5	3,3	28...140
44...50	14	9	5,5	3,8	36...160
50...58	16	10	6	4,3	45...180
58...65	18	11	7	4,4	50...200

Примечание - Длину шпонки следует выбирать из ряда: ...14, 16, 18, 20, 22, 25, 28, 32, 36, 40, 45, 50, 56, 63, 70, 80, 90, мм.

3) начертить проекцию отверстия для вала диаметром D_v и выполнить шпоночный паз (рис. 91). Использовать команды: **КРУГ**, **ПРЯМАЯ**, **СМЕСТИТЬ**, **ОБРЕЗАТЬ**.

а) В слое **КОНТУР** нарисовать окружность по диаметру вала D_v (команда **КРУГ**), рис. 91 а);

б) Выполнить вспомогательные линии на расстояниях $b/2$ от вертикальной оси командой **СМЕСТИТЬ**, рис. 91 б);

в) В слое **ЧЕРНОВОЙ** провести вспомогательную горизонтальную прямую из нижнего квадранта окружности (команда **ПРЯМАЯ**, опция – **Горизонтальная**), затем провести прямую на расстоянии $D_v + t_2$ (команда **СМЕСТИТЬ**), рис. 91 в);

г) В слое **КОНТУР** командой **ОТРЕЗОК** обвести шпоночный паз. Лишние линии стереть, рис. 91 г).

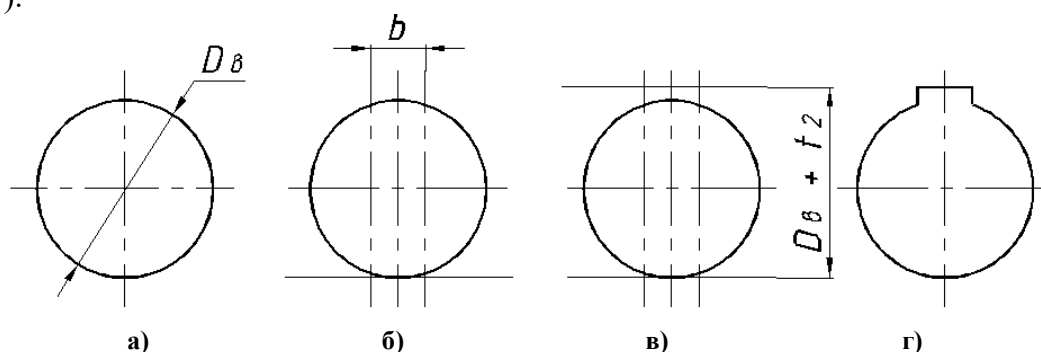


Рис. 91

4) выполнить фронтальную проекцию колеса.

Поскольку изображение фронтальной проекции является симметричным целесообразно начертить одну четверть всего изображения. Затем дважды выполнить команду **ЗЕРКАЛО** для получения полной проекции.

Для выполнения одной четверти контура изображения зубчатого колеса в слое **ЧЕРНОВОЙ** командой **СМЕСТИТЬ** провести горизонтальные линии на соответствующих расстояниях:

$D_a/2$ – радиус окружности вершин зубьев,
 $D/2$ – радиус делительной окружности,
 $D_f/2$ – радиус окружности впадин зубьев,
 $D_{ст}/2$ – радиус окружности ступицы.

В слое **ЧЕРНОВОЙ** провести вспомогательные линии из проекции шпоночного паза (рис. 92).

5) Провести вспомогательные вертикальные линии на соответствующих расстояниях (команда **СМЕСТИТЬ**): $b/2$ – полуширина зубчатого венца, $L_{ст}/2$ – полудлина ступицы (рис. 93).

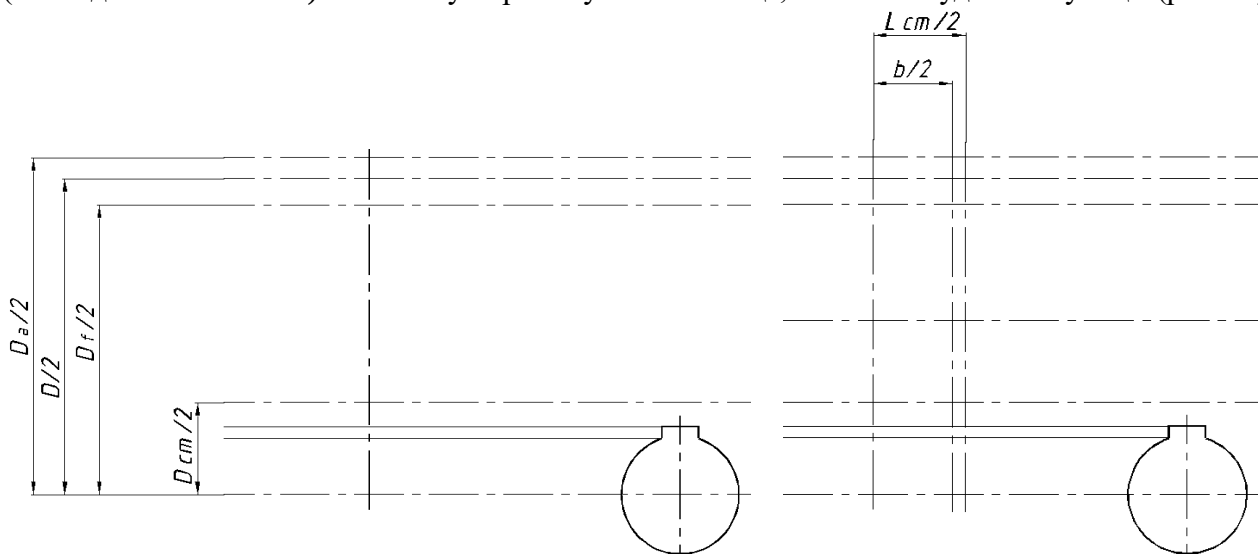


Рис. 92

Рис. 93

6) В слое **КОНТУР** командой **ОТРЕЗОК** обвести контур четверти фронтального разреза зубчатого колеса (рис. 94).

7) Срезать фаски с указанием длины (команда **ФАСКА**, опция - *Длина*) (рис. 95).

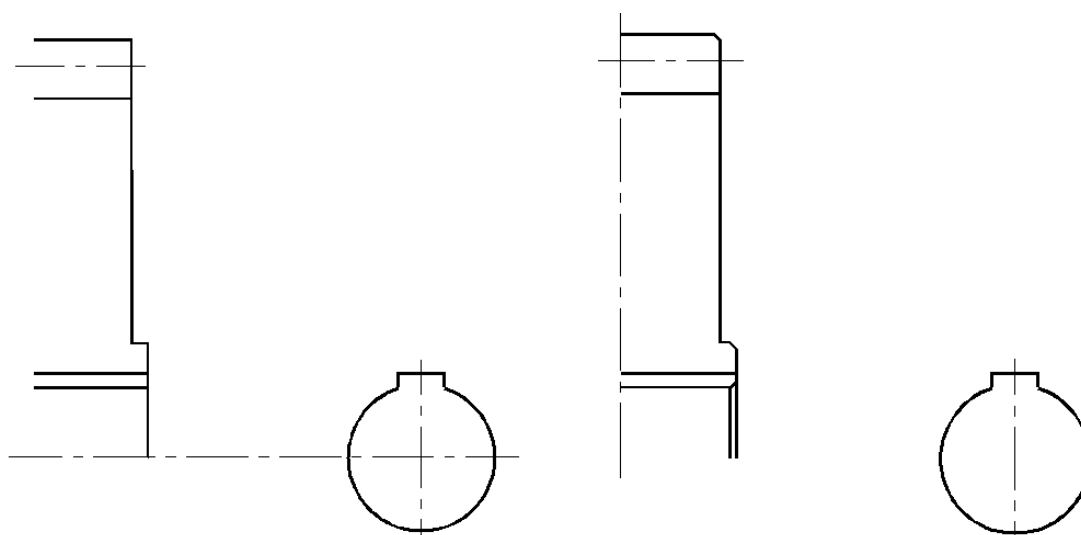


Рис. 94

Рис. 95

8) С использованием команды **ЗЕРКАЛО** получить половину фронтального разреза зубчатого колеса. Осью зеркального отображения служит вертикальная ось (рис. 96).

9) С использованием команды **ЗЕРКАЛО** получить полный фронтальный разрез зубчатого колеса. Осью зеркального отображения служит горизонтальная ось (рис. 97).

10) Для завершения разреза провести горизонтальную линию из нижней границы отверстия (рис. 97). Лишний участок удалить командой **ОБРЕЗАТЬ**. Срезать фаски – команда **ФАСКА**.

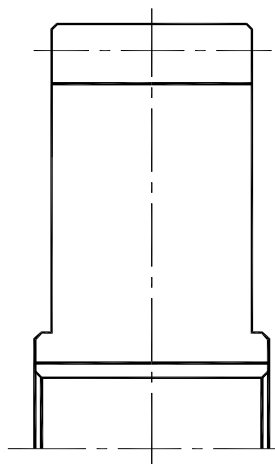


Рис. 96

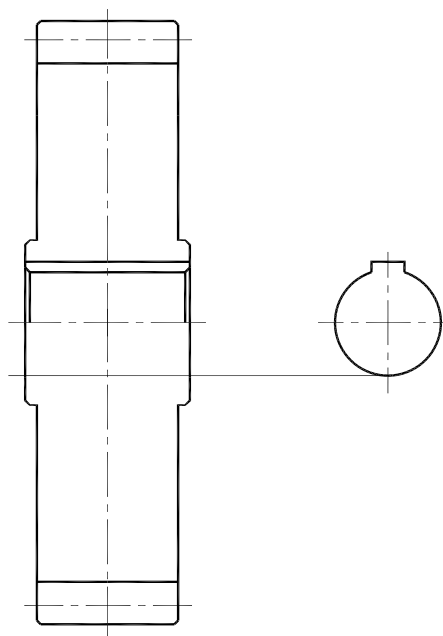


Рис. 97

11) Заморозить слой **ЧЕРНОВОЙ**.

12) В слое **ШТРИХОВКА** заштриховать разрез (команда **ШТРИХОВКА**, образец штриховки **ANSI31**) (рис. 87).

13) В слое **РАЗМЕРЫ** проставить необходимые размеры (рис. 87).

14) В случае необходимости промасштабировать изображение так, чтобы оно поместилось на формат А4 (команда **МАСШТАБ**). При этом не забудьте установить соответствующий масштаб измерений (смотри ДО «Изменение размерного стиля» - «Основные единицы», область «Масштаб измерений» (рис. 64).

15) В слое 0 вставить блок, содержащий рамку А4 с основной надписью (**Вставка – Блок**).

16) Начертить и заполнить таблицу основных параметров зубчатого колеса.

5. Создание таблицы основных параметров зубчатого колеса

Размеры граф таблицы устанавливает ГОСТ 2.403 – 75. Образец таблицы представлен на рис. 98.

БТ вставки (205,272)			20
Модуль	<i>m</i>		
Число зубьев	<i>z</i>		
Делительный диаметр	<i>d</i>		
Нормальный исходный контур		ГОСТ 13755–81	
65	10	35	

Рис. 98

5.1. Определение стиля таблицы

Определить новый стиль таблицы позволяет команда **ТАБЛСТИЛЬ** (рис. 99), которая вызывает ДО «Стили таблиц» (рис. 100).

Как уже говорилось выше, по умолчанию, система предлагает единственный стиль **Standard**.

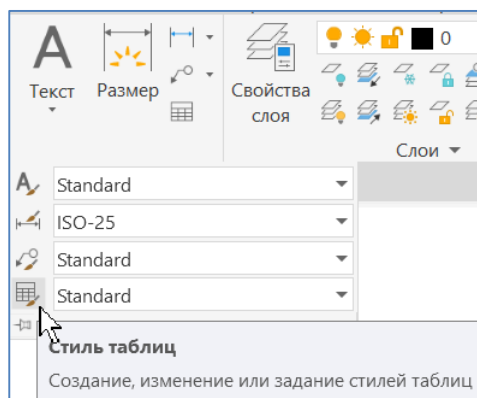


Рис. 79

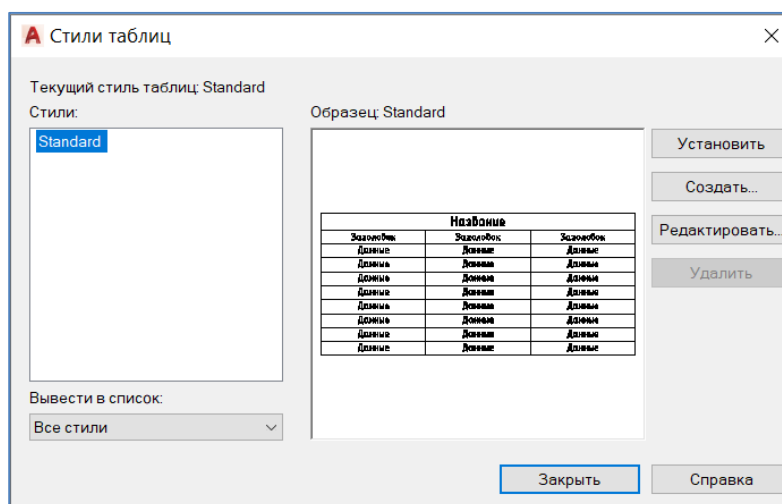


Рис. 80

В зоне **Образец** система демонстрирует внешний вид таблиц, создаваемых текущим стилем. Кнопки справа: **Установить** - устанавливает в качестве текущего стиль, отмеченный в списке **Стили**; **Создать** - создаёт новый стиль на основе отмеченного; **Редактировать** - изменяет свойства выделенного стиля; **Удалить** - удаляет стиль, выбранный в списке **Стили**.

Для создания нового стиля на основе стиля Standard следует щелкнуть по кнопке **Создать**. Откроется ДО «Создание нового стиля таблиц» (рис. 101).

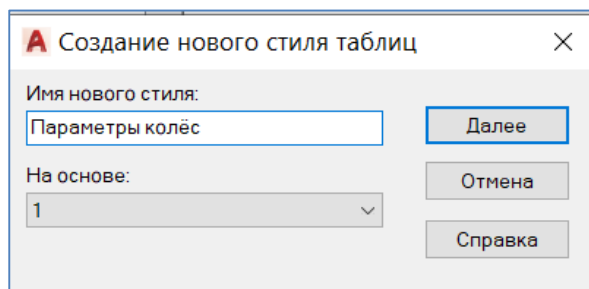


Рис. 9

В поле **Имя нового стиля** ввести имя, например, «Параметры колёс» и нажать кнопку **Далее**.

Откроется ДО «**Новый стиль таблиц: Параметры колёс**» (рис. 102). В данном ДО устанавливаются параметры стиля ячеек и общие настройки.

В ДО **Стили таблиц** сделать стиль **Параметры колеса** текущим (клавиша "Установить") и нажать клавишу "Закреть".

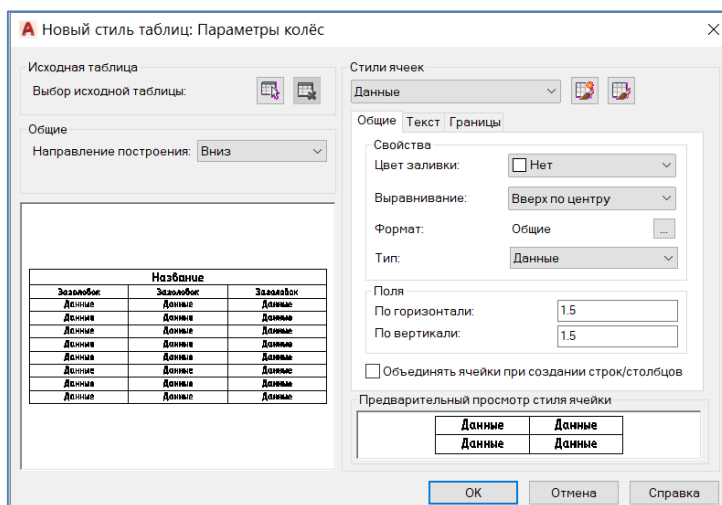


Рис. 10

5.2. Вставка таблицы в чертеж

Таблицу вставить в слое *Формат_чертежа*.

- 1) Установить слой *Формат чертежа* текущим.
- 2) Вызвать команду **Таблица** (рис. 103).

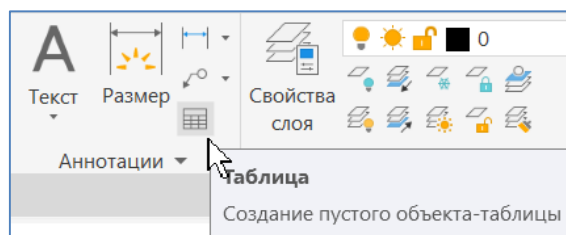


Рис. 11

После активации команды раскрывается ДО «Вставка таблицы» (рис. 104).

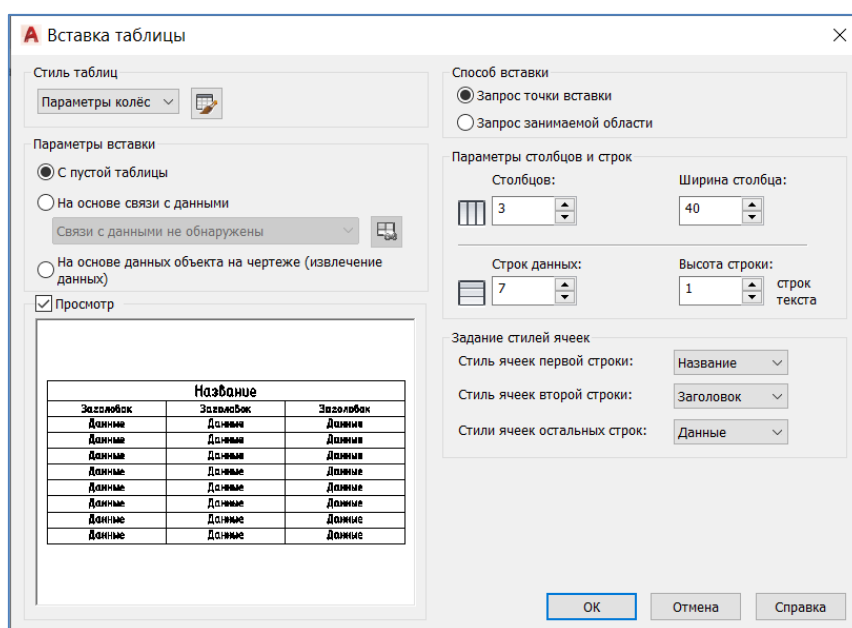


Рис. 104

3) В раскрывшемся ДО «Вставка таблицы» установить все необходимые параметры. Нажать клавишу "ОК". ДО закроется. На запрос точки вставки таблицы указать щелкнуть мышью на свободном поле чертежа. Точка вставки соответствует левому верхнему углу таблицы.

После вставки таблицы закрыть панель *Формат текста* (клавиша "ОК") (рис. 105).

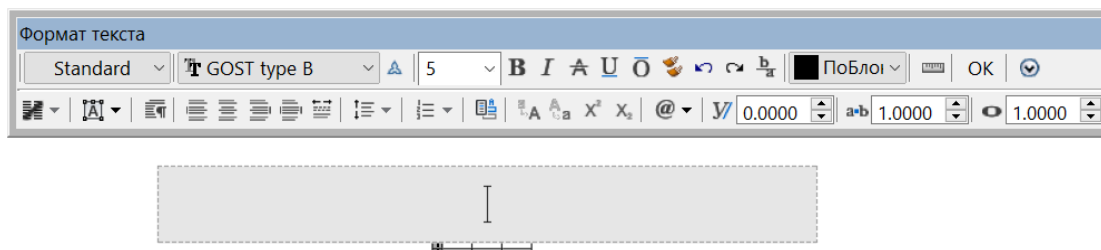


Рис. 105

4) Изменить размеры строк и столбцов таблицы с помощью палитры свойств. Для этого следует щелчком мыши выделить ячейку в столбце таблицы. Вызвать палитру инструментов **Свойства** и последовательно изменить с ее помощью ширину ячеек на 65, 10 и 35 мм соответственно (рис. 106).

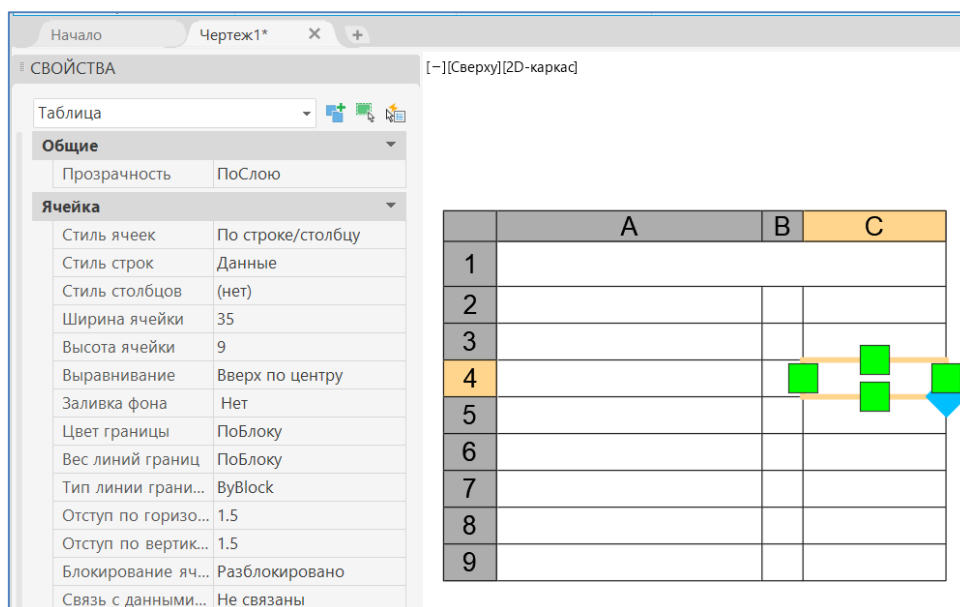


Рис. 106

Вывести курсор из палитры свойств и нажать ESC для отмены выделения.

5) Двойным щелчком на ячейке таблицы раскрыть панель **Формат текста**, заполнить таблицу и перенести ее в правый верхний угол. Базовую точку вставки (при работе с форматом A4) выбрать в соответствии с рисунком

5.3. Редактирование таблиц

Система AutoCAD позволяет выполнить следующие операции редактирования в таблицах:

- 1) редактирование текста в ячейке;
- 2) изменение формата данных в ячейке;
- 3) изменение типа выравнивания текста в ячейке или группе ячеек;
- 4) вставка формулы;
- 5) изменение свойств границ ячейки или группы ячеек;
- 6) редактирование свойств столбцов и строк;
- 7) добавление и удаление строк и столбцов;
- 8) объединение и разделение ячеек.

Команду редактирования таблицы — **ТАБЛРЕД** можно ввести в **командной строке**. Команда выдаст запрос: «**Выберите ячейку таблицы**». В ответ необходимо щелкнуть внутри ячейки, которая будет заполняться или редактироваться. Цвет фона ячейки изменится на серый, появится курсор и раскроется панель **Формат текста**.

Не вызывая команды **ТАБЛРЕД** вызвать панель **Формат текста** можно двойным щелчком левой кнопки мыши на ячейке таблицы.

С помощью этой команды удобно выполнять редактирование по 1)...3) пунктам выше представленного списка. Если нужно отредактировать таблицу соответственно пунктам 4)...8) следует щелкнуть внутри нужной ячейки. Границы ячейки подсветятся. Далее вызвать контекстное меню (нажатием правой клавиши мыши) и выбрать в нем необходимый пункт (рис. 107).

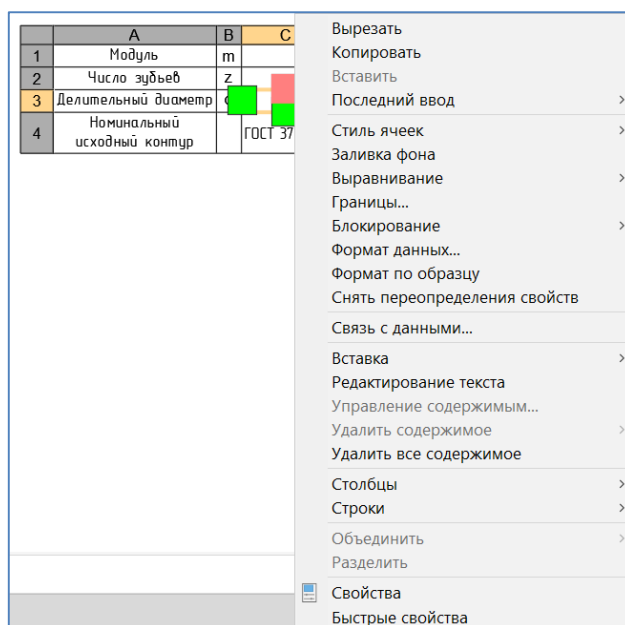


Рис. 107

Для выделения группы ячеек следует выбрать сначала одну ячейку, а затем при нажатой клавише <SHIFT> — выбрать смежные ячейки.

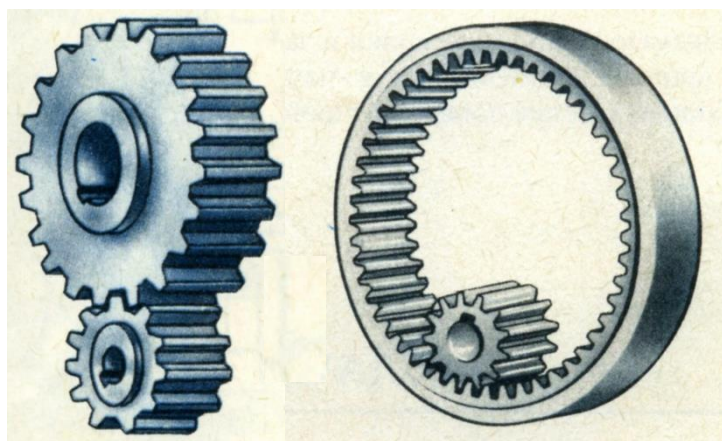
Размеры ячеек таблицы удобно редактировать с помощью палитры СВОЙСТВА (рис. 106).

ЗАДАНИЕ №6. ЧЕРТЁЖ ЦИЛИНДРИЧЕСКОЙ ЗУБЧАТОЙ ПЕРЕДАЧИ

ВВЕДЕНИЕ

Совокупность деталей, с помощью которых передается вращательное движение от одного вала к другому, называется передачей. Передачи делятся на передачи зацеплением (зубчатые передачи) и передачи трением (фрикционные передачи) в зависимости от своего действия.

Зубчатые передачи состоят из двух колес с зубьями, посредством которых они зацепляются между собой. Зубчатые передачи между параллельными валами осуществляются цилиндрическими зубчатыми колесами с внешним или внутренним зацеплением зубьев (рис. 108). Конические зубчатые колеса применяют при пересекающихся геометрических осях валов.



а)

б)

Рис. 108 – Цилиндрические зубчатые передачи

а) с внешним зацеплением, б) с внутренним зацеплением

Зубчатое колесо с меньшим числом зубьев называется шестерней, с большим числом зубьев – колесом. Зубчатое колесо сообщаемое движением другому (парному) колесу, называется ведущим, а колесо, которому сообщается движение – ведомым. При одинаковом количестве зубьев зубчатых колес передачи ведущее колесо называют шестерней, а ведомое – колесом.

1. Цель работы

Цель практического задания: научить студентов выполнять сборочные чертежи цилиндрических зубчатых передач в графической системе AutoCAD в соответствии с ГОСТ 2.402-68.

Задание:

Выполнить сборочный чертёж цилиндрической зубчатой передачи согласно индивидуальному варианту. Образец выполнения сборочного чертежа представлен на рис. 109, образец спецификации – на рис. 110.

Формулы для расчета и значения основных параметров зубчатых передач представлены в таблице 6. Исходными данными являются: модуль зацепления, число зубьев шестерни, число зубьев колеса, диаметры отверстий для валов.

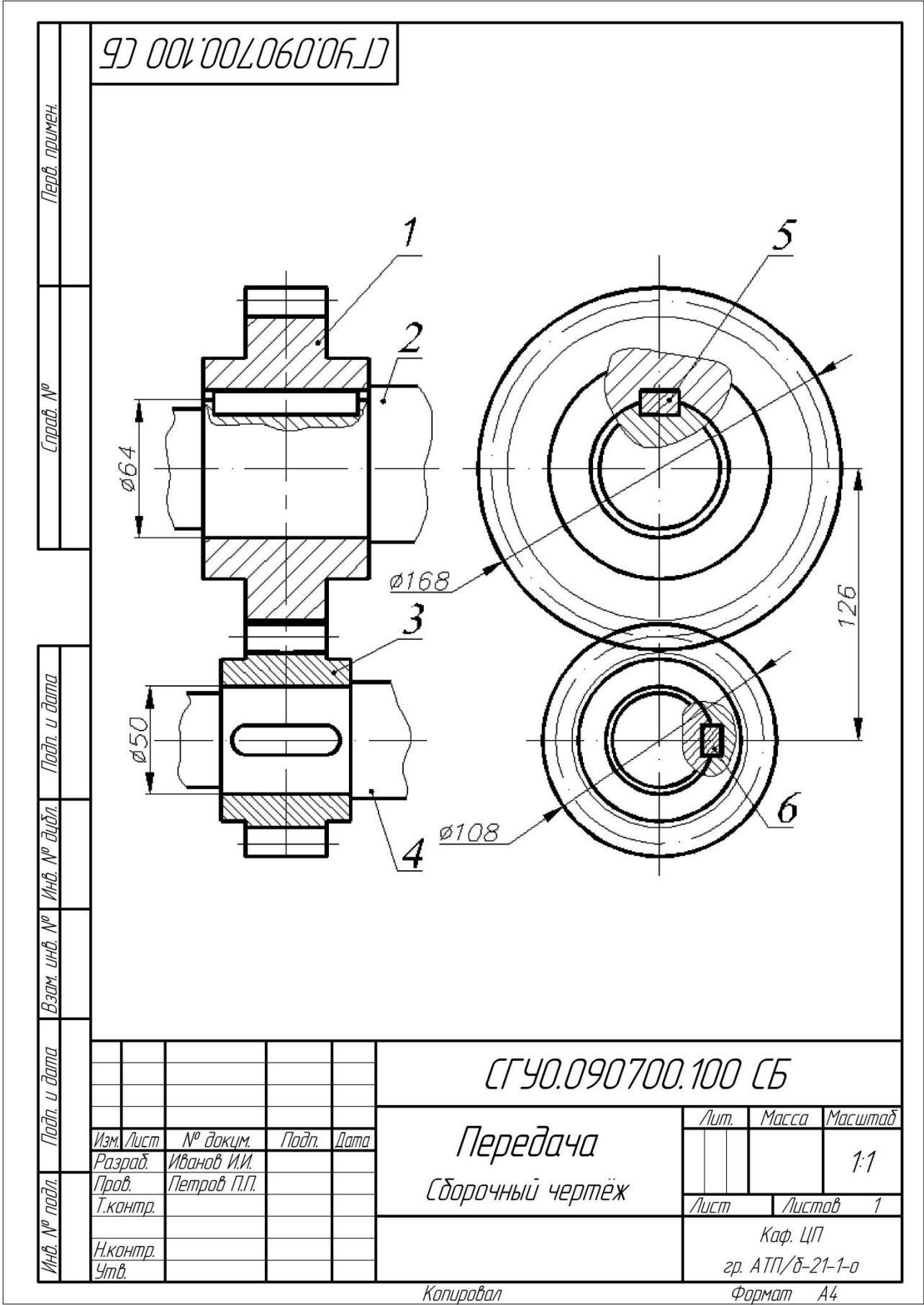


Рис. 109 - Сборочный чертеж цилиндрической зубчатой передачи

Перв. примен.	Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
Справ. №					Документация		
	A4			СГУО.090700.100 СБ	Сборочный чертеж		
					Детали		
	A4	1	СГУО.090700.101	Колесо	1		
	A4	2	СГУО.090700.102	Вал	1		
	A4	3	СГУО.090700.103	Шестерня	1		
	A4	4	СГУО.090700.104	Вал	1		
					Стандартные изделия		
		5		Шпонка 18x11x70 ГОСТ 23360-78	1		
		6		Шпонка 14x9x30 ГОСТ 23360-78			
Подп. и дата							
Подп. и дата							
Инв. № подл.	Изм.	Лист	№ док-м.	Подп.	Дата	СГУО.090700.100	
	Разраб.	Иванов И.И.				Передача	
	Пров.	Петров П.П.					
	Н.контр.					Лит.	Лист
Утв.							1
						Каф. ЦП гр. АТП/б-21-1-а	

Копировал

Формат A4

Рис. 1210 – Спецификация к сборочному чертежу

Таблица 6. Исходные данные по вариантам

Параметр	Обозначение	Номер варианта														
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Модуль зацепления	m (по ГОСТ 9563-60)	2	4	5	3	2	4	2	2	5	3	5	4	3	5	3
Межосевое расстояние (мм)	$a_w = 0,5(d_1+d_2)$	110	108	120	119	122	100	105	100	120	108	110	100	107	105	90
Передаточное число	$U=Z_2/Z_1$	3	2	2	2	4	2	2	2	2	2	2	2	3	2	2
Шестерня																
Число зубьев	Z_1	30	18	16	25	32	20	35	30	18	22	16	18	26	17	20
Диаметр посадочного места на вал (мм)	$d_{в1}$	32	36	40	34	34	36	30	30	45	34	40	36	34	40	32
Диаметр делительной окружности (мм)	$d_1=mZ_1$	60	72	80	75	64	80	70	60	90	66	80	72	78	85	60
Диаметр окружности вершин зубьев (мм)	$d_{a1}=d_1+2m$	64	80	90	81	68	88	74	64	100	72	90	80	84	95	66
Диаметр окружности впадин (мм)	$d_{f1}=d_1-2,5m$	55	62	68	68	59	70	65	55	78	59	68	62	71	73	53
Ширина венца (мм)	$b_1=b_2+m$	37	38	43	40	40	36	35	34	43	37	40	36	37	38	31
Диаметр ступицы (мм)	$d_{ст1}=1,6d_{в1}$	51	58	64	54	54	58	48	48	72	54	64	58	54	64	51
Длина ступицы (мм)	$l_{ст1}=1,2d_{в1}$	38	43	48	41	41	43	36	36	54	41	48	43	41	48	38
Колесо																
Число зубьев	Z_2	80	36	32	54	90	30	70	70	30	50	28	32	45	25	40
Диаметр посадочного места на вал (мм)	$d_{в2}$	46	44	46	44	48	40	45	48	56	45	52	48	38	50	45
Диаметр делительной окружности (мм)	$d_2=mZ_2$	160	144	160	162	180	120	140	140	150	150	140	128	135	125	120
Диаметр окружности вершин зубьев (мм)	$d_{a2}=d_2+2m$	164	152	170	168	184	128	144	144	160	156	150	136	141	135	126
Диаметр окружности впадин (мм)	$d_{f2}=d_2-2,5m$	155	134	148	155	175	110	135	135	138	143	128	118	128	113	113
Ширина венца (мм)	$b_2=0,315a_w$	35	34	38	37	38	32	33	32	38	34	35	32	34	33	28
Диаметр ступицы (мм)	$d_{ст2}=1,6d_{в2}$	74	70	74	70	77	64	72	77	90	72	83	77	61	80	72
Длина ступицы (мм)	$l_{ст2}=1,2d_{в2}$	55	53	55	53	58	48	54	58	67	54	62	58	46	60	54

Продолжение таблицы 6

Параметр	Обозначение	Номер варианта														
		16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Модуль зацепления	m (по ГОСТ 9563-60)	3	5	3	4	4	3	4	2	2	4	3	3	5	4	2
Межосевое расстояние (мм)	a _w = 0,5(d ₁ +d ₂)	128	135	78	130	144	99	140	110	95	120	90	105	113	100	90
Передаточное число	U=Z ₂ /Z ₁	1	2	2	2	4	2	1	2	2	2	2	2	3	2	2
Шестерня																
Число зубьев	Z ₁	35	18	20	25	30	20	30	40	45	20	25	25	20	20	30
Диаметр посадочного места на вал (мм)	d _{в1}	45	42	30	45	50	30	45	35	35	38	30	34	40	38	30
Диаметр делительной окружности (мм)	d ₁ =mZ ₁	105	90	60	100	120	60	120	80	90	80	75	75	100	80	60
Диаметр окружности вершин зубьев (мм)	d _{a1} =d ₁ +2m	111	100	66	108	128	66	128	84	94	88	81	81	110	88	64
Диаметр окружности впадин (мм)	d _{f1} =d ₁ -2,5m	98	78	53	90	110	53	110	75	85	70	68	68	88	70	55
Ширина венца (мм)	b ₁ =b ₂ +m	43	48	28	45	49	34	48	37	32	42	31	36	40	36	30
Диаметр ступицы (мм)	d _{ст1} =1,6d _{в1}	72	67	48	72	80	48	72	56	56	61	48	54	64	61	48
Длина ступицы (мм)	l _{ст1} =1,2d _{в1}	54	50	36	54	60	36	54	42	42	46	36	41	48	46	36
Колесо																
Число зубьев	Z ₂	50	36	32	40	42	46	40	70	50	40	35	45	25	30	60
Диаметр посадочного места на вал (мм)	d _{в2}	46	44	32	40	50	42	55	45	40	48	45	50	55	42	50
Диаметр делительной окружности (мм)	d ₂ =mZ ₂	150	180	96	160	168	138	160	140	100	160	105	135	125	120	120
Диаметр окружности вершин зубьев (мм)	d _{a2} =d ₂ +2m	156	190	102	168	176	144	168	144	104	168	111	141	135	128	124
Диаметр окружности впадин (мм)	d _{f2} =d ₂ -2,5m	143	168	89	150	158	131	150	135	95	150	98	128	113	110	115
Ширина венца (мм)	b ₂ =0,315a _w	40	43	25	41	45	31	44	35	30	38	28	33	35	32	28
Диаметр ступицы (мм)	d _{ст2} =1,6d _{в2}	74	70	51	64	80	67	88	72	64	77	72	80	88	67	80
Длина ступицы (мм)	l _{ст2} =1,2d _{в2}	55	53	38	48	60	50	66	54	48	58	54	60	66	50	60

2. Указания по выполнению и оформлению задания

1. Правила выполнения изображения цилиндрической зубчатой передачи устанавливает ГОСТ 2.402-68.

Сборочный чертеж цилиндрической зубчатой передачи выполняется на формате А4 (210х297). Чертеж состоит из двух изображений – фронтального разреза и вида слева. На фронтальном разрезе зубья шестерни и колеса условно совмещаются с плоскостью чертежа и показываются нерассеченными. Зуб шестерни в месте зацепления изображается линиями видимого контура, считая его расположенным впереди зуба колеса. Дно впадины колеса показывается сплошной толстой основной линией, а контур зуба колеса в месте зацепления проводится штриховой линией. Валы и шпонки, когда секущая плоскость проходит вдоль них, не рассекаются и не заштриховываются. Для изображения шпонки, расположенной в секущей плоскости, на валу показывается местный разрез. Шпоночные пазы со шпонками показываются на шестерне и колесе со смещением на 90^0 [1].

2. На сборочном чертеже проставляются размеры межосевого расстояния передачи, диаметров валов и диаметров окружностей вершин зубьев.

3. К сборочному чертежу составляется спецификация на листе формата А4 в соответствии с ГОСТ 2.108-68. Основная надпись выполняется по форме 2 ГОСТ 2.104-2006.

4. В соответствии с номерами позиций, указанными в спецификации, на сборочном чертеже нумеруются все составные части изделия. Номера позиций располагаются на полках линий-выносок (ГОСТ 2.109-73) по вертикали или горизонтали.

3. Основные настройки операционной среды

После запуска графической системы AutoCAD пользователю следует создать операционную среду или воспользоваться ранее подготовленным шаблоном с настройками.

Основные настройки операционной среды: Формат чертежа: А4. В текстовом стиле установить шрифт GOST type B или ISOCPEUR. Размерный стиль настроить в соответствии с **Заданием №3. Нанесение размеров** и рис. 58...64 настоящего УМП. Рекомендуемые слои и их свойства:

N	Название слоя	Тип линии	Цвет линий	Вес линий
1	Оси	CENTER2	красный	0.25
2	Контур колес	Continuous	черный	0.70
3	Контур шпонок	Continuous	черный	0.70
4	Контур валов	Continuous	черный	0.70
5	Вспомогательный	Continuous	фиолетовый	0.20
6	Штриховка	Continuous	синий	0.25
7	Размеры	Continuous	зеленый	0.25
8	Текст	Continuous	черный	0.25

4. Последовательность выполнения чертежа сборочного чертежа цилиндрической зубчатой передачи

Все изображения в AutoCAD выполняются по заданным размерам в натуральную величину. Если возникает необходимость изменить масштаб изображения (уменьшить или увеличить уже готовое изображение для его компоновки на заданный формат), следует воспользоваться командой **Масштаб**. Для простановки и сохранения натуральных размеров на масштабированном изображении необходимо установить соответствующий масштаб измерений (смотри ДО «Изменение размерного стиля» - «Основные единицы», область «Масштаб измерений» (рис. 64). Кроме того, масштаб можно изменить при формировании макета чертежа в пространстве листа.

Изображения деталей, из которых состоит сборочный чертеж, необходимо выполнять в соответствующих слоях.

1) Установить текущим слой **ОСИ**.

Выполнить горизонтальные и вертикальные осевые линии, используя команды **ОТРЕЗОК** и **СМЕСТИТЬ**.

Построить окружности, диаметрами равными делительным диаметрам колеса и шестерни (d_1 и d_2) (рис. 111).

2) Установить текущим слой **КОНТУР КОЛЕС**.

На виде слева выполнить окружности вершин зубьев (диаметрами d_{a1} и d_{a2}), окружности впадин зубьев (диаметрами d_{f1} и d_{f2}), окружности диаметров валов (d_{b1} и d_{b2}), окружности диаметров ступиц ($d_{с1}$ и $d_{с2}$) (рис. 112).

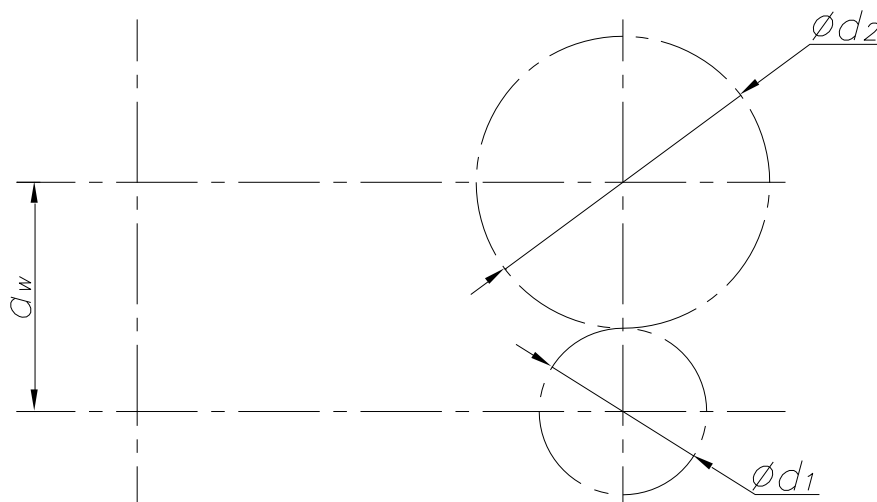


Рис. 111

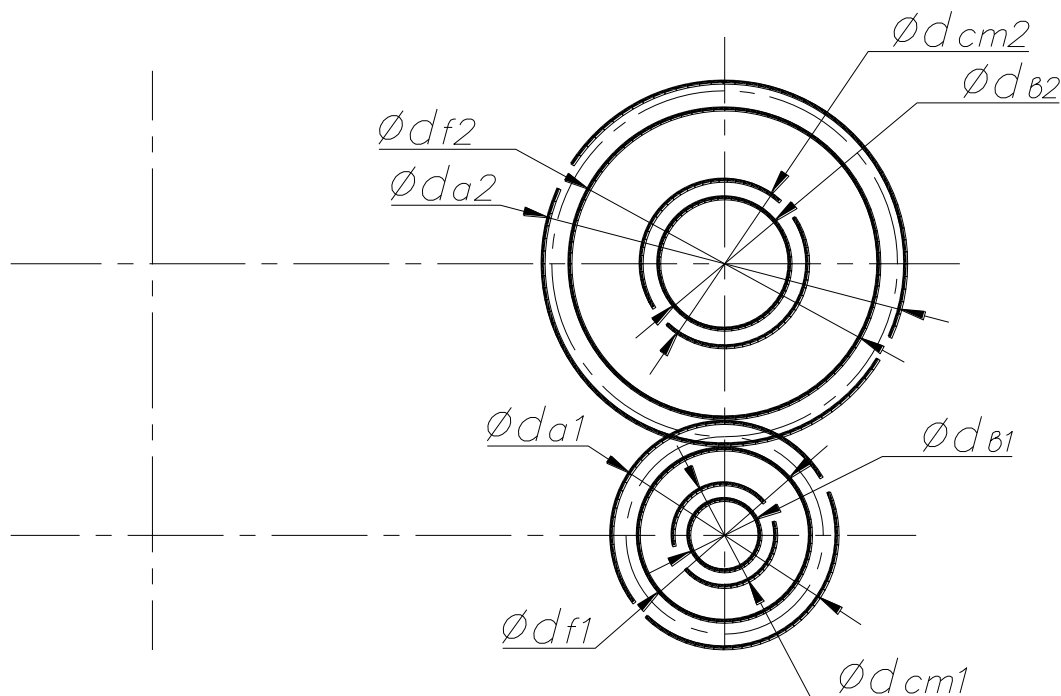


Рис. 112

3) Выполнить изображение шпонок.

Установить текущим слой **КОНТУР ШПОНОК**. Размеры шпонок и шпоночных пазов выбрать из таблицы 5.

Изменить (увеличить) границу изображения области (части колеса), в которой прорисовывается шпонка.

Установить начало координат в точку пересечения вертикальной оси и окружности диаметра вала колеса.

Командой **ОТРЕЗОК** построить 1/2 часть шпонки и шпоночного паза, далее, используя команду **ЗЕРКАЛО** зеркально отобразить эту часть относительно вертикальной оси и получить полное изображение. Часть окружности вала, на которой изображена шпонка, удалить командой **ОБРЕЗАТЬ** (рис. 113).

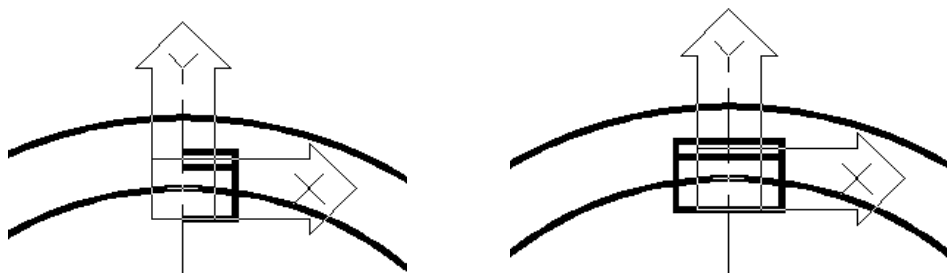


Рис. 113

4) Установить текущим слой **ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЙ**.

Включить режим **ОРТО**.

Активизировать команду **ПРЯМАЯ** (опция **Горизонтальная**) и провести вспомогательные линии связи для построения главного вида (рис. 114).

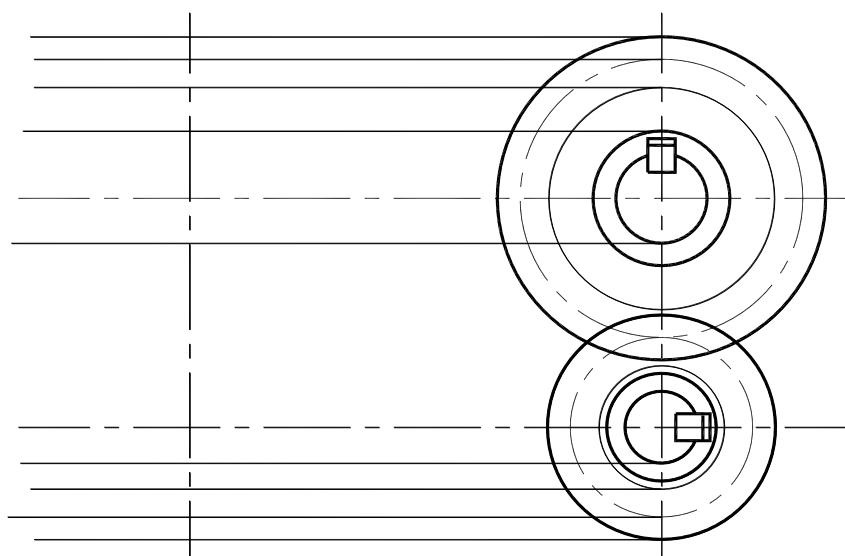


Рис. 114

5) Установить текущим слой **КОНТУР КОЛЕС**.

Командой **ОТРЕЗОК** выполнить 1/4 часть изображения шестерни, (рис. 115).

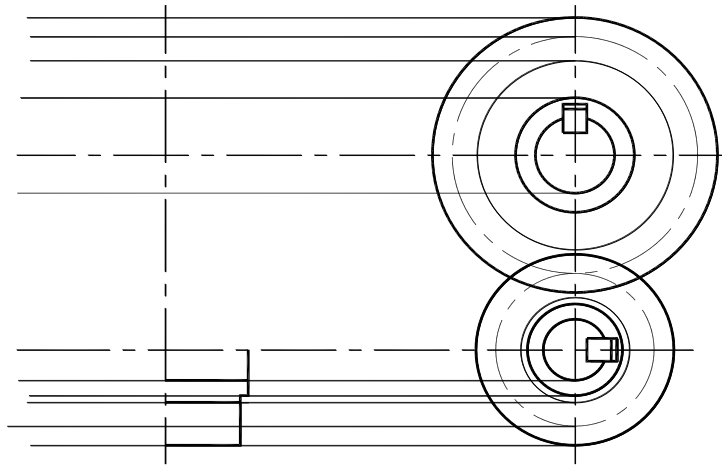


Рис. 115

б) Выполнить 1/2 часть, а затем и полное изображение шестерни дважды используя команду **ЗЕРКАЛО**. В первом случае ось зеркального отображения – вертикальная ось, во втором - горизонтальная (рис. 116, 117).

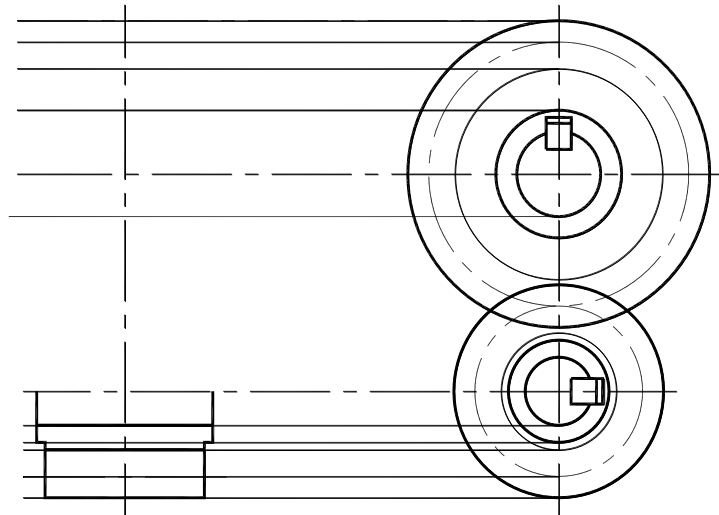


Рис. 116

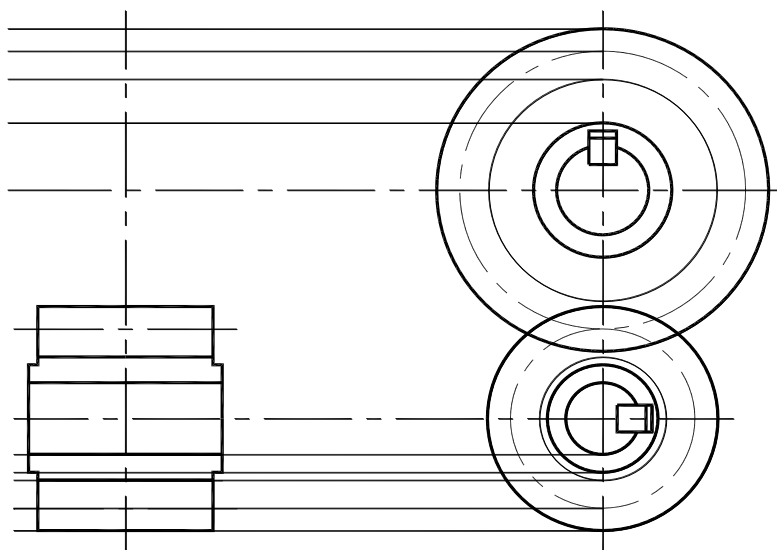


Рис. 117

7) Аналогично выполнить изображение главного вида колеса (1/4 изображения колеса - 1/2 изображения колеса – полное изображение).

В месте зацепления заменить тип линии *Continuous* на *невидимую2*, (рис. 118).

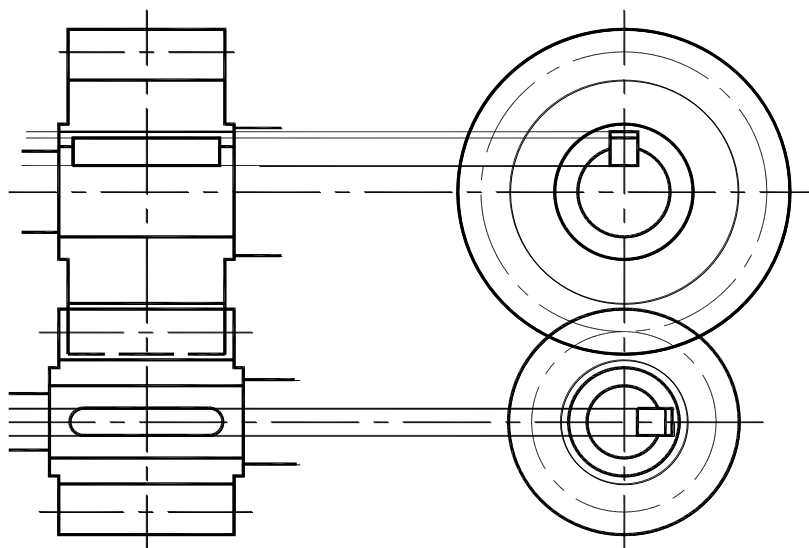


Рис. 118

8) Выполнить шпонку колеса в следующей последовательности:

- Установить текущим слой **ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЙ**. Командой **ОТРЕЗОК** провести линии связи для построения шпонки на главном виде (рис. 17).
- Перенести начало координат в точку пересечения вертикальной оси и диаметра вала колеса.
- Установить текущим слой **КОНТУР ШПОНОК** и выполнить 1/2 часть шпонки, используя команду **ОТРЕЗОК**.
- Выполнить шпонку полностью, используя команду **ЗЕРКАЛО** (рис. 119).

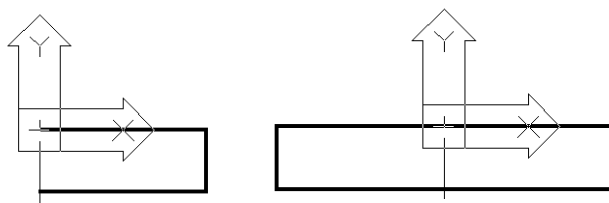


Рис. 119

9) Выполнить шпонку шестерни.

- В слое **КОНТУР ШПОНОК** нарисовать 1/2 изображения шпонки, используя команды **ОТРЕЗОК – ПОДОБИЕ - ДУГА** (начало координат установить в точку пересечения вертикальной оси и горизонтальной оси вала шестерни).
- Командой **ЗЕРКАЛО** выполнить полное изображение шпонки (рис. 120).



Рис. 120

10) Установить текущим слой **КОНТУР ВАЛОВ**.

Выполнить контурные линии валов шестерни и колеса.

Линии местного разреза и обрыва на главном виде и виде слева выполнить командой **СПЛАЙН**, изменив вес линий на 0.25 (рис. 121).

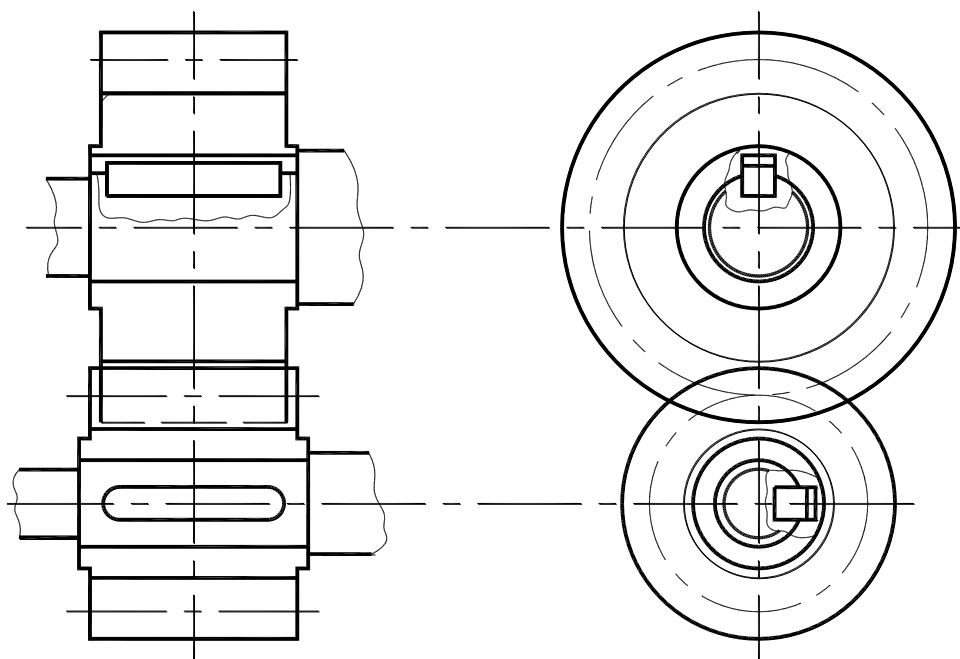


Рис. 121

11) Отключить слой **ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЙ**.

Установить текущим слой **ШТРИХОВКА**. Выполнить штриховку на главном виде и виде слева, изменяя угол и масштаб штриховки для разных деталей (рис. 122).

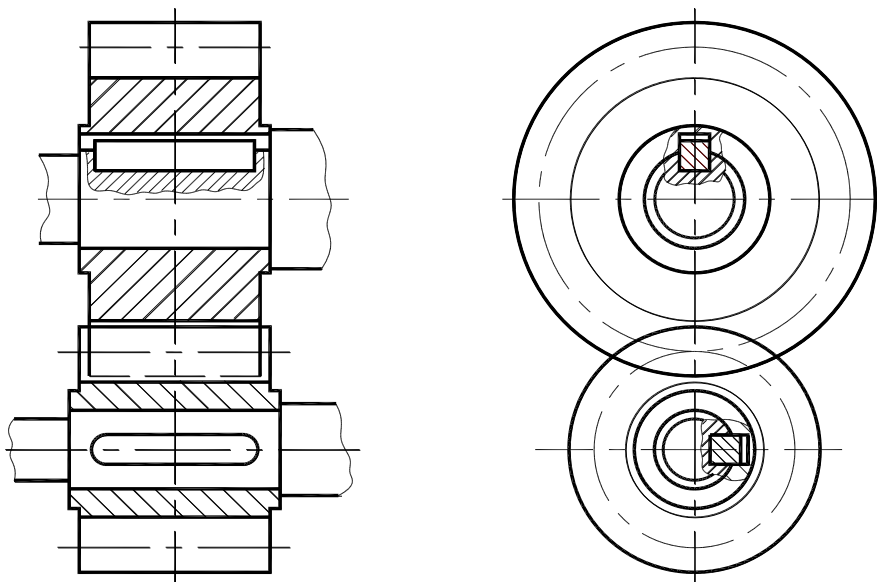


Рис. 122

12) Установить текущим слой **РАЗМЕРЫ**. Проставить размеры и **ВЫНОСКОЙ** номера позиций.

13) Установить текущим слой **ТЕКСТ**. Заполнить основную надпись.

14) Выполнить спецификацию (рис. 110).

15) Распечатать сборочный чертеж и спецификацию.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Данное учебно-методическое пособие содержит упражнения для практических занятий и варианты индивидуальных заданий для самостоятельной работы студентов.

Изучив представленные материалы и выполнив все задания, студенты должны научиться:

- использовать средства обеспечения точности построения (режимы объектной привязки, автопривязки, режимы отслеживания опорных полярных углов);
- создавать графические изображения с помощью примитивов и средств их редактирования;
- использовать свойства объектов и слои как средство группировки и отбора графических элементов чертежа;
- наносить размеры с помощью команд образмеривания;
- работать с текстом и таблицами;
- создавать в графической системе AutoCAD простейшие чертежи, такие, как чертёж вала, зубчатого колеса и цилиндрической зубчатой передачи.

УМП содержит сведения об основных режимах рисования, способах выбора объектов и командах редактирования; излагается определение размерных стилей, методика простановки и модифицирования размеров; изложен порядок выполнения чертежей. Каждый технический этап сопровождается иллюстрациями, созданными в AutoCAD.

УМП рассчитано на начинающих пользователей графической системы AutoCAD и предназначено для ознакомления с основными методами работы в данной системе и получения навыков 2D моделирования. Будет полезно в качестве практического руководства желающим освоить AutoCAD самостоятельно и преподавателям для учебного процесса.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Полещук Н.Н. Самоучитель AutoCAD 2017. – СПб.: БХВ-Петербург, 2017. – 480 с.
2. Жарков Н.В. AutoCAD 2016: официальная русская версия. Эффективный самоучитель. – СПб.: Наука и техника, 2016. – 624 с.
3. Мухина О.В. Введение в AutoCAD. Часть 2 / Сост. О.В. Мухина, В.М. Бабенко. – Севастополь: Изд-во СевНТУ, 2003. – 15 с.
4. Мухина О.В. Сложное редактирование в графической системе AutoCAD: Методические указания к практическому занятию по разделу «Компьютерная графика» дисциплины «Начертательная геометрия, инженерная и компьютерная графика» для студентов технических специальностей дневной и заочной форм обучения / Сост. О.В. Мухина, В.М. Бабенко – Севастополь: Изд-во СевНТУ, 2008. – 20 с.
5. Мухина О.В. Нанесение размеров в AutoCAD / Сост. О.В. Мухина, В.М.Бабенко. – Севастополь: Изд-во СевНТУ, 2002. – 21 с.
6. Мухина О.В. Выполнение рабочих чертежей цилиндрических зубчатых колес в графической системе AutoCAD. Методические указания к практическому занятию по разделу "Компьютерная графика" дисциплины «Начертательная геометрия, инженерная и компьютерная графика» для студентов технических специальностей дневной и заочной форм обучения / Сост. О.В. Мухина, В.М. Бабенко – Севастополь: Изд-во СевНТУ, 2008. – 24 с.
7. Мухина О.В. Выполнение сборочного чертежа цилиндрической зубчатой передачи в графической системе AutoCAD. Методические указания по разделу «Компьютерная графика» дисциплины «Начертательная геометрия, инженерная и компьютерная графика» для студентов технических специальностей дневной и заочной форм обучения / Сост. О.В. Мухина, Г.Г. Макухина. – Севастополь: Изд-во СевНТУ, 2007. – 20 с.
8. Егорычева, Е. В. Инженерная и компьютерная графика: работаем в AutoCAD : учебное пособие / Е. В. Егорычева. — Иваново : ИГЭУ, 2019. — 128 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/154558> (дата обращения: 27.06.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
9. Агузаров, А. М. Свойства примитивов, слои и блоки в AutoCAD : методические рекомендации / А. М. Агузаров, Л. П. Сужаев, Т. Т. Агузаров ; под редакцией А. М. Агузарова. — Владикавказ : Горский ГАУ, 2019. — 32 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/134550> (дата обращения: 27.06.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

Учебное издание

2D моделирование в системе AutoCAD

*Учебно-методическое пособие
к выполнению заданий по компьютерной графике*

*Составитель : **Мухина** Оксана Викторовна*

В авторской редакции

Изд. № 138/2022. Объем 8 п.л. Усл. печ. л. 7,44. Уч.-изд. л. 7,84.
РИИЦМ ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет»