

БУ ВО
ХАНТЫ – МАНСИЙСКОГО АВТОНОМНОГО ОКРУГА – ЮГРЫ
«СУРГУТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Политехнический институт
Кафедра АСОИУ

К.И. Бушмелева, П.Е. Бушмелев

Проектирование 2D объектов в среде AutoCAD. Практикум

методические указания по курсам «Инженерная и компьютерная графика»,
«Компьютерная графика»
для студентов дневной и заочной формы обучения направления «Информатика
и вычислительная техника», «Прикладная математика»

Сургут
2017г.

Методические указания соответствуют дисциплине «Инженерная и компьютерная графика» и «Компьютерная графика» для студентов направлений: 01.03.02 – Прикладная математика и информатика, 09.03.01 – Информатика и вычислительная техника.

Методические указания разработаны по дисциплинам «Инженерная и компьютерная графика», «Компьютерная графика» и содержит указания к выполнению лабораторных работ, требования к их выполнению и оформлению. Данное издание, разработано на основе государственного стандарта и позволяет студентам закрепить теоретические навыки на практике.

Составитель:

д.т.н., профессор кафедры АСОИУ
к.т.н., ст. преподаватель кафедры АСОИУ

К.И. Бушмелева
П.Е. Бушмелев

Рецензент:

к.т.н., профессор кафедры АСОИУ

Ф.Ф. Иванов

Зав. кафедрой АСОИУ
д.т.н., профессор

К.И. Бушмелева

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ ОБ AutoCAD	5
1.1. Интерфейс пользователя	5
1.2. Графическая зона	7
1.3. Меню и панели инструментов	7
2. СОЗДАНИЕ ЧЕРТЕЖЕЙ В AutoCAD	12
2.1. Создание нового рисунка	12
2.2. Определение границ рисунка	13
2.3. Структура команд в AutoCAD	13
2.4. Система координат	14
2.5. Ввод координат	15
2.6. Режимы рисования	15
3. ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №1. Создание и редактирование простейших 2D примитивов	18
4. ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №2. Создание чертежа детали	30
РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА	39

ВВЕДЕНИЕ

Постоянно растущий уровень компьютерных технологий, динамичное развитие программных и аппаратных средств влекут за собой бурный переход от традиционных методов ведения проектно-конструкторских работ к использованию новых, автоматизированных, систем разработки и выполнения конструкторской документации.

Наиболее эффективными для автоматизации инженерно-графических работ являются постоянно развивающиеся интерактивные средства компьютерной графики, обеспечивающие процесс геометрического моделирования в режиме интерактивного диалога «человек-компьютер».

В настоящее время существует множество графических редакторов и программ геометрического моделирования. Компания Autodesk – один из ведущих производителей систем автоматизированного проектирования и программного обеспечения для инженеров, конструкторов, дизайнеров и архитекторов. Система AutoCAD, разработанная этой компанией, являются лидирующей в мире платформой программного обеспечения систем автоматизированного проектирования (САПР), предназначенной для профессионалов, которым требуется воплощать свои творческие замыслы в реальные динамические проекты.

AutoCAD является постоянно развивающейся базовой средой проектирования, каждая новая версия которой наследует все лучшее от предыдущих и направлена на решение следующих основных задач:

- повышение производительности и эффективности работы пользователей;
- обеспечение многократного использования имеющихся наработок;
- беспрепятственное сотрудничество пользователей при проектировании;
- адаптация AutoCAD к индивидуальным потребностям разработчиков объектно-ориентированных задач.

Залог успеха AutoCAD – это мировое признание в качестве стандарта де-факто для разработки продуктов и комплектующих, а также конструкторской документации.

1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ ОБ AutoCAD

1.1. Интерфейс пользователя

Одной из основных отличительных особенностей последних версий AutoCAD (версия 2009....2014) относительно предыдущих версий является ленточный интерфейс, т.е. вместо использования разрозненных панелей инструментов и строки меню разработчики AutoCAD предложили использовать так называемую ленту инструментов. После запуска программы открывается рабочее окно AutoCAD, которое первоначально настроено по умолчанию, т.е. с настройками и интерфейсом, максимально нейтральными и общими, и представлено на рис. 1.

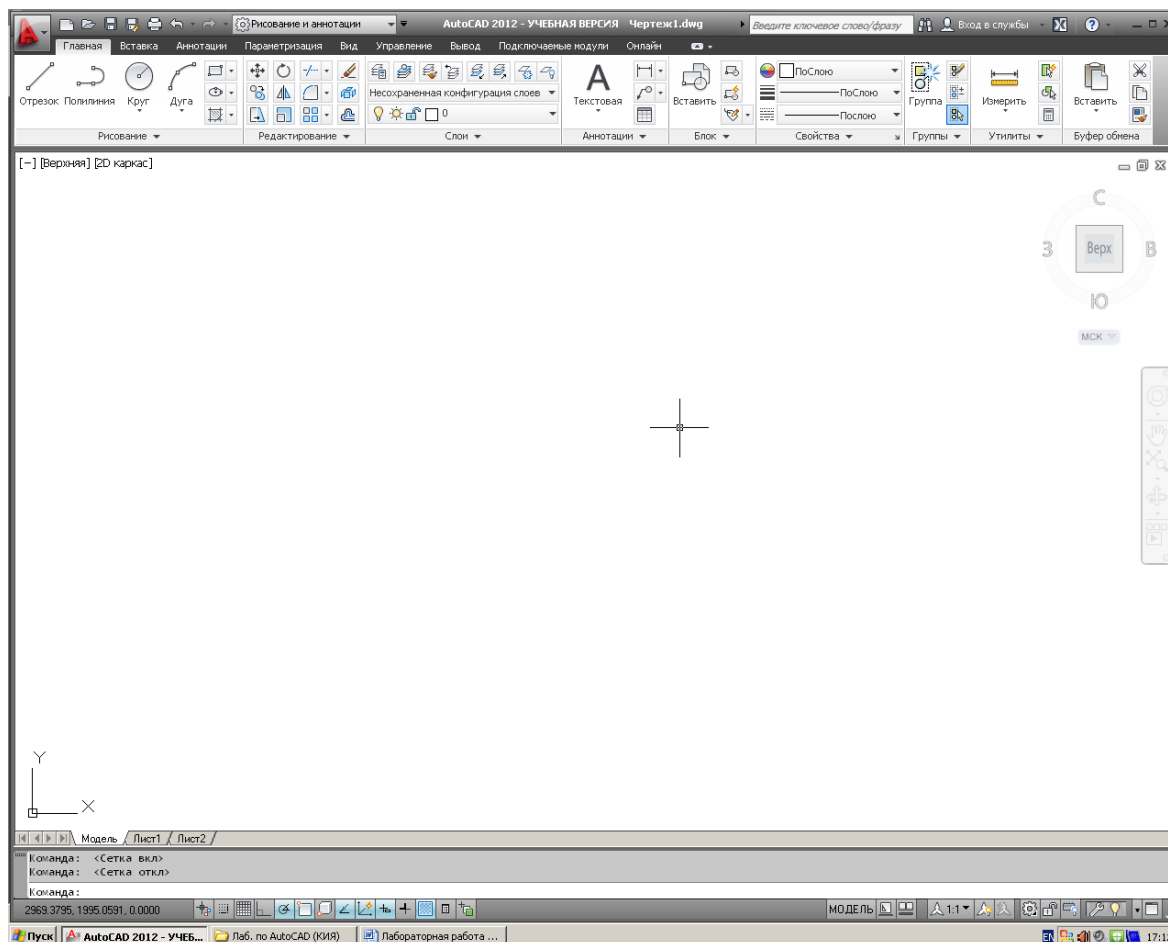



Рис. 1. Рабочее окно AutoCAD

Рабочим пространством, использующим ленточный интерфейс и рекомендуемым для использования в AutoCAD, является рабочее пространство 2D рисование и аннотации (+ можно добавить необходимые панели инструментов). Для трехмерного проектирования предназначено рабочее пространство 3D Моделирование. Переход между пространствами осуществляется либо выбором из раскрывающегося списка на панели инструментов **Рабочее пространство**, либо по щелчку кнопкой мыши по кнопке  в строке состояний, в правом нижнем углу окна AutoCAD.

Элементы рабочего окна. В рабочее окно AutoCAD включены следующие элементы.

Лента – это самый сложный вид меню, представляющий доступ практически ко всем командам системы через свои кнопки, которые сгруппированы в панели, а панели объединены во вкладки, содержание в свою очередь группы инструментов, предназначенных для выполнения определенного класса задач. Состав ленты не фиксирован, его можно изменять и подгонять под конкретного пользователя с помощью операции адаптации пользовательского интерфейса.

Лента в рабочем пространстве двумерных построений имеет следующие вкладки, остановимся на самых наиболее часто используемых вкладках:

Главная (Home) (рис. 2) – доступна по умолчанию при запуске AutoCAD и содержит все основные инструменты по рисованию и редактированию, а также управлению слоями, вставке блоков и аннотаций, а также заданию внешнего вида линий построения (тип, цвет, толщина).

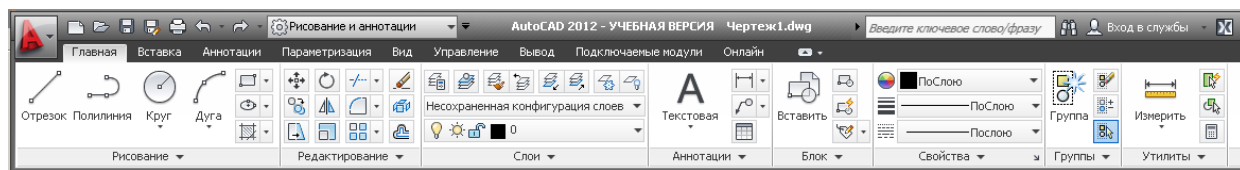


Рис. 2. Лента, вкладка **Главная (Home)**

Вставка (Insert) (рис. 3) – предназначена для работы с блоками (блок – это сложный именованный объект, для которого создается определение, включающее любое количество примитивов текущего чертежа), здесь собран весь набор возможностей по работе с блоками и их атрибутами.

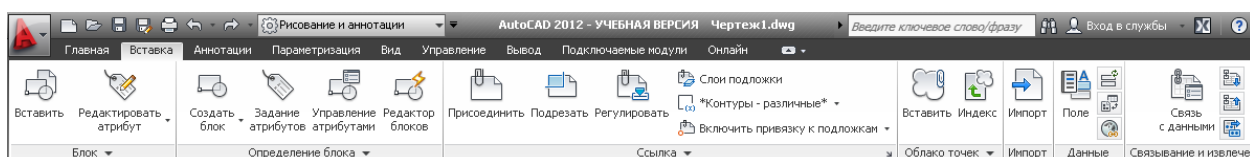


Рис. 3. Лента, вкладка **Вставка (Insert)**

Аннотации (Annotate) (рис. 4) – обеспечивает доступ к нанесению размеров, вставки/редактированию аннотаций, начертания таблицы, задания параметров текстовой надписи.

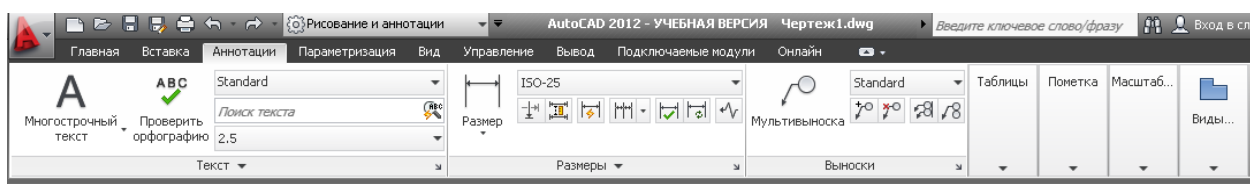


Рис. 4. Лента, вкладка **Аннотации (Annotate)**

Параметризация (Parametric) (рис. 5) – содержит инструменты для задания геометрических и размерных зависимостей, а также управления имеющимися зависимостями на чертеже.

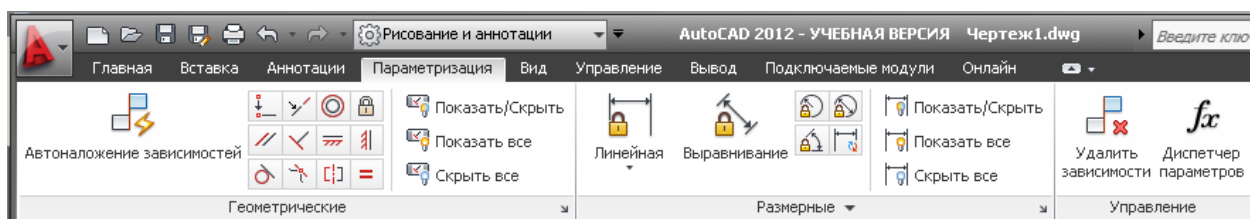


Рис. 5. Лента, вкладка **Параметризация (Parametric)**

Вид (View) (рис. 6) – содержит настройки, влияющие на параметры и способы отображения чертежа в окне AutoCAD, а также на внешний вид самого рабочего окна.

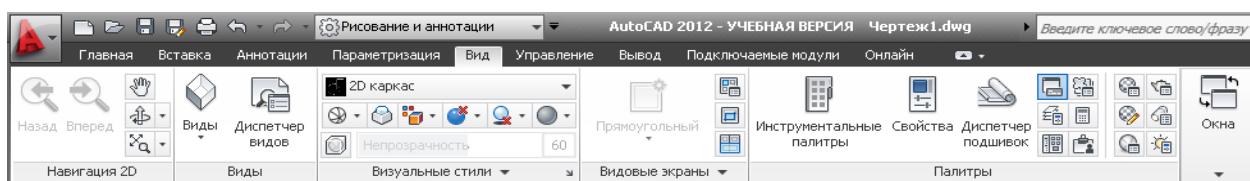


Рис. 6. Лента, вкладка **Вид (View)**

Управление (Manage) (рис. 7) – содержит инструменты для настройки интерфейса

окна , управления чертежами и данными, а также многое другое.

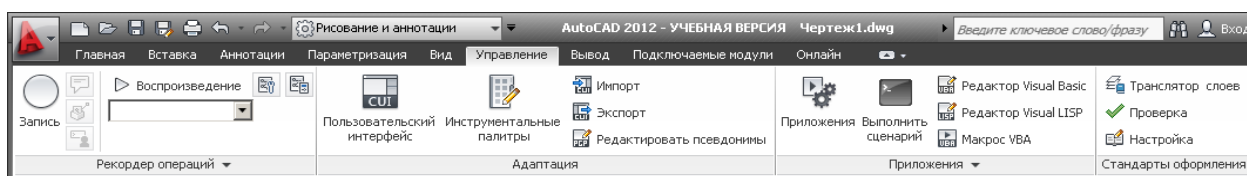


Рис. 7. Лента, вкладка **Управление (Manage)**

Вывод (Output) (рис. 8) – содержит инструменты вывода на печать и экспорта.

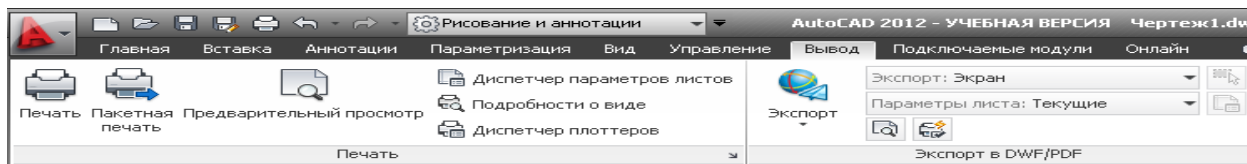



Рис. 8. Лента, вкладка **Вывод (Output)**

В правом нижнем углу некоторых групп инструментов на ленте присутствует значок выпадающего меню , предоставляющий доступ к дополнительным элементам группы.

1.2. Графическая зона

Графическая зона (рис. 9) – это большое пространство в середине рабочего окна AutoCAD, в котором производятся все построения. Цвет графической зоны можно менять в настройках AutoCAD, при этом он не как не влияет на печать чертежа, т.е., если графическая зона у вас черная (что удобно для глаз), то при печати фон чертежа будет все равно белым. При движении курсора мыши по данной зоне на экране отображается двухмерное или трехмерное перекрестие с квадратной мишенью в точке пересечения.

В правой части графической зоны находится **Видовой куб** (рис. 1), позволяющий устанавливать нужный вид, задавать направление взгляда и масштаб отображения, и панель навигации, предоставляющая быстрый способ для просмотра и отображения чертежа.

В левом нижнем углу графической зоны расположена **Пиктограмма системы координат** (рис. 9), она состоит из двух стрелок, которые показывают положительное направление соответствующих осей координат. В нижней части графической зоны находится корешок с надписью **Модель (Model)**, позволяющей работать пользователю в рабочем пространстве модели, являющейся стандартной для построения чертежа и являющаяся активной по умолчанию. Корешки **Лист1 (Layout1)** и **Лист2 (Layout2)**, используются для перехода на вкладки используемые в пространстве листа и предназначенные для создания специальных компоновок чертежа перед выводом его на печать.

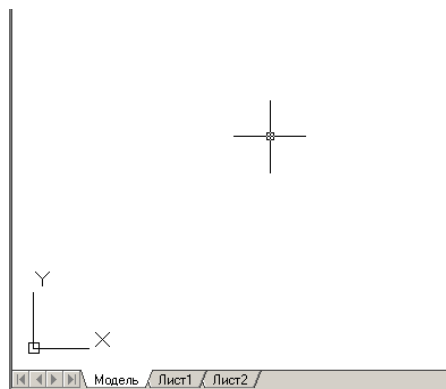
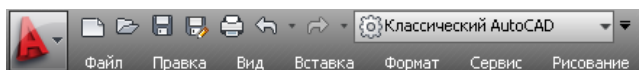


Рис. 9. Область **Графической зоны**

1.3. Меню и панели инструментов

Строка меню и панели инструментов (рис. 10) - для последующей работы в AutoCAD перейдем в рабочее пространство **Классический AutoCAD (AutoCAD Classic)** (рис. 10), для этого в строке заголовка установим данный режим.



В рабочем пространстве **Классический AutoCAD (AutoCAD Classic)** отключена **Лента** и доступны старые элементы пользовательского интерфейса, такие как **Строка меню** с именами выпадающих меню и **Панели инструментов**.

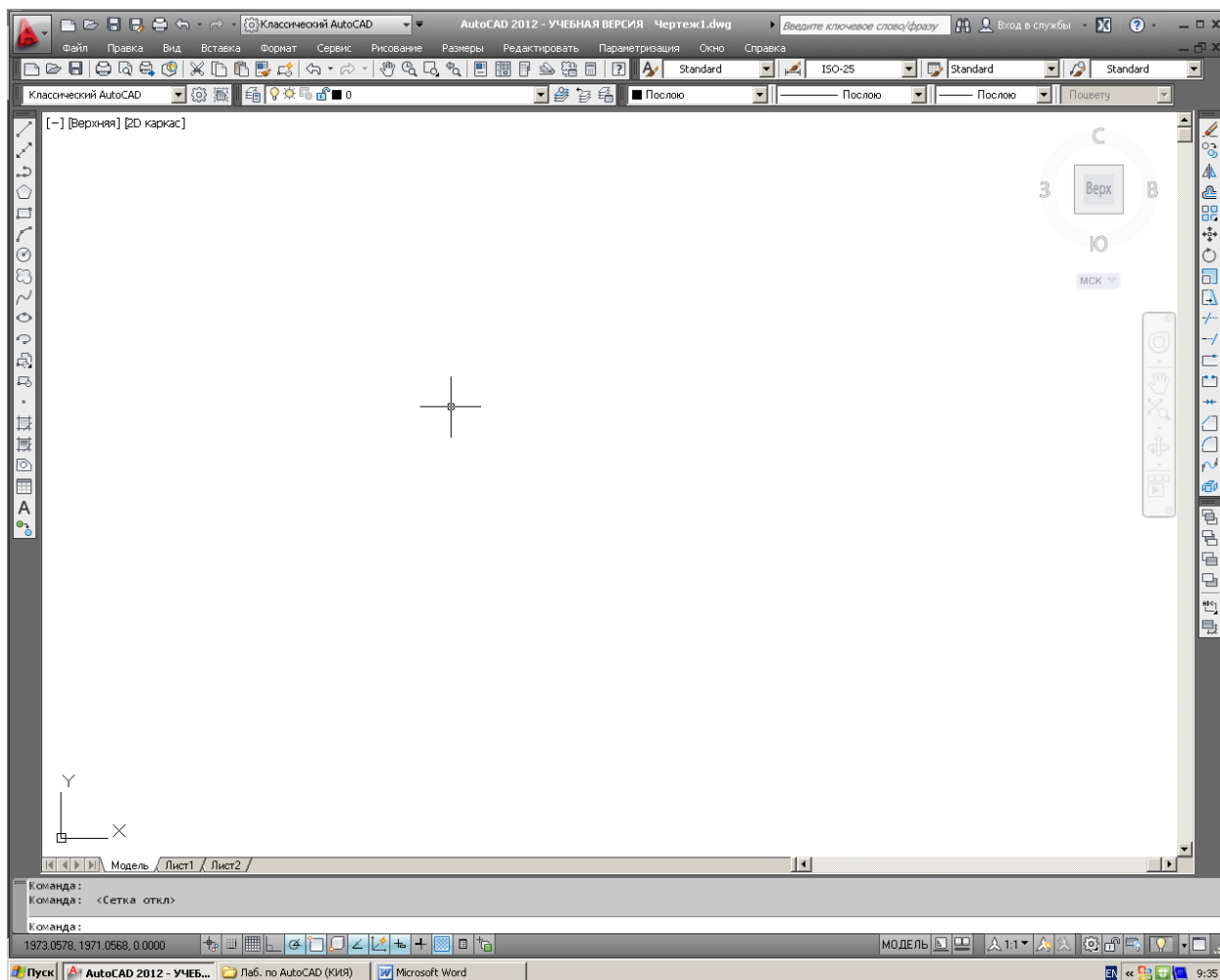


Рис. 10. Рабочее окно в режиме **Классический AutoCAD (AutoCAD Classic)**

Строка падающих меню (рис. 11) – верхняя строка непосредственно под заголовком окна программы, она (и вообще весь интерфейс) может быть изменена путем включения или выключения тех или иных пунктов с помощью пункта меню: **Сервис→Рабочее пространство→Адаптация....**

Строка падающих меню содержит следующие пункты, которые во многом соответствуют ранее перечисленным командам Ленты:

Файл (File) - команды меню по работе с файлами: создание, открытие, сохранение, печать, экспорт файлов в другие форматы и пр.;

Правка (Edit) – инструменты меню для редактирования частей графического поля рабочего стола Windows, работа с буфером обмена;

Вид (View) - содержит команды управления экраном, панорамирования, закраски, тонирования, управления параметрами дисплея; позволяет устанавливать необходимые панели инструментов;

Вставка (Insert) – команды для вставки блоков, внешних объектов, объектов других приложений;

Формат (Format) - обеспечивает работу со слоями, цветом, типами линий; управление стилем текста, размерен, видом маркера точки, установку единиц измерения, границ чертежа;

Сервис (Tools) - содержит средства управления системой, экраном пользователя, включает установку параметров черчения и обеспечивает работу с пользовательской системой координат;

Рисование (Draw) - включает команды рисования примитивов;

Размеры (Dimension) - содержит команды простановки размеров и управления параметрами размеров;

При первой загрузке **Классический AutoCAD (AutoCAD Classic)** на экране присутствует шесть панелей инструментов: **Стандартная (Standard)**; **Стилей (Styles)**; **Слоев (Layers)**; **Свойств (Properties)**; **Рисования (Draw)** и **Редактирования (Modify)**.

Вывести на рабочий стол требуемую панель инструментов можно, указав ее имя на вкладке **Панели**, которая загружается из падающего меню **Вид→Панели...**, или **Сервис→Панели инструментов→AutoCAD→Размер...(рис. 12)**, в результате появится выбранная вами панель инструментов.

Для удаления панели инструментов необходимо сделать ее плавающей, если она закреплена, и щелкнуть по кнопке закрытия, расположенной в правом верхнем углу заголовка панели.

Стандартная панель инструментов: (рис. 13) - содержит инструменты позволяющие загружать, сохранять, просматривать, выводить на печать, копировать, вставлять, перемещать изображения на текущем видовом экране, отменять действия, отображать калькулятор, справку и другие инструменты. Каждый инструмент содержит соответствующие пояснения, поэтому детально знакомится с ними вы будете при выполнении работ.



Рис. 13. Стандартная панель инструментов

Панель слоев - (рис. 14) расположена ниже стандартной панели. В нее входят следующие инструменты:



Рис. 14. Панель слоев

Диспетчер свойств слоев — вызов диалогового окна установки параметров слоев;

Раскрывающийся список Слои — позволяющий задавать управления слоями;

— включение/отключение слоя; — замораживание/размораживание слоя на всех видовых экранах; — замораживание/размораживание слоя на текущем видовом экране; — Блокирование/разблокирование слоя; — цвет слоя; — имя слоя (0 слой является слоем устанавливаемым по умолчанию системой, его нельзя отменить, но можно добавить новые слои, которым будут присваиваться новые имена; — установка текущего слоя в соответствии со слоем выбранного примитива; — возврат к предыдущему состоянию слоев; — вызов диспетчера конфигурации слоев.

Панель свойств объектов (рис. 15) - предназначена для работы с цветом, типом и весом линий. В нее входят следующие инструменты:

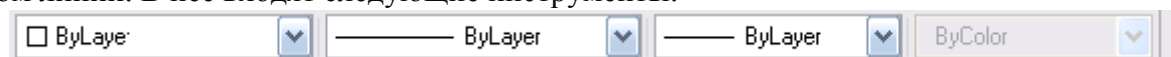


Рис. 15. Панель свойств

— раскрывающийся список установки текущего цвета, а также изменения цвета выбранных объектов; — раскрывающийся список установки текущего типа линии, а также изменения типа линии для выбранных объектов; — раскрывающийся список установки текущего веса (толщины) линии, а также изменения толщины линий выбранных объектов; — раскрывающийся список установки стилей печати. Здесь можно изменять внешний вид вычерчиваемого на плоттере рисунка. В стилях печати при необходимости переопределяются цвета, типы и веса (толщины) линий объектов. Кроме этого, имеется возможность указывать используемые при печати стили концов линий, соединений и заливок, а также различные выходные эффекты — размывание, оттенки серого, присвоения перьев и интенсивность. Манипулируя стилями печати, можно получить на

бумаге различные варианты одного и того же рисунка. Допускается применение стилей печати к объектам или слоям.

Строка состояния - расположена в нижней части рабочего окна (рис. 16) и содержит настройки текущих координат курсора мыши (x,y,z), а также кнопки включения/выключения режимов черчения. Включение и отключение режимов производится щелчком левой кнопки мыши. Перечислим те режимы, которые чаще всего используются при построении чертежей:



Рис. 16. Строка состояния

— включение и выключение шаговой привязки курсора; - включение и выключение отображения сетки; - включение и выключение ортогонального режима; - включение и выключение режима полярного отслеживания; - включение и выключение режимов объектной привязки; и - включение и выключение режима отслеживания и 3D объектной привязки и другие настройки.

Окно командных строк (рис. 17) - обычно расположено над строкой состояния; оно служит для ввода команд, координат, размеров, а также вывода подсказок и сообщений AutoCAD. В командной строке записываются и дублируются все действия по созданию чертежа и работе с ним. Через командную строку система AutoCAD общается с вами, при этом общение происходит в текстовом режиме. Размеры окна, а, следовательно, количество выводимых строк протокола можно изменять. По умолчанию окно команд закреплено и равно по ширине окну AutoCAD.



Рис. 17. Командная строка

Текстовое окно (рис. 18) - позволяет просмотреть большую часть протокола команд, так называемую историю команд, оно вызывается по нажатию функциональной клавиши «F2». Текстовое окно это аналог окна команд: в нем также можно вводить команды, наблюдать подсказки и сообщения, выдаваемые AutoCAD.

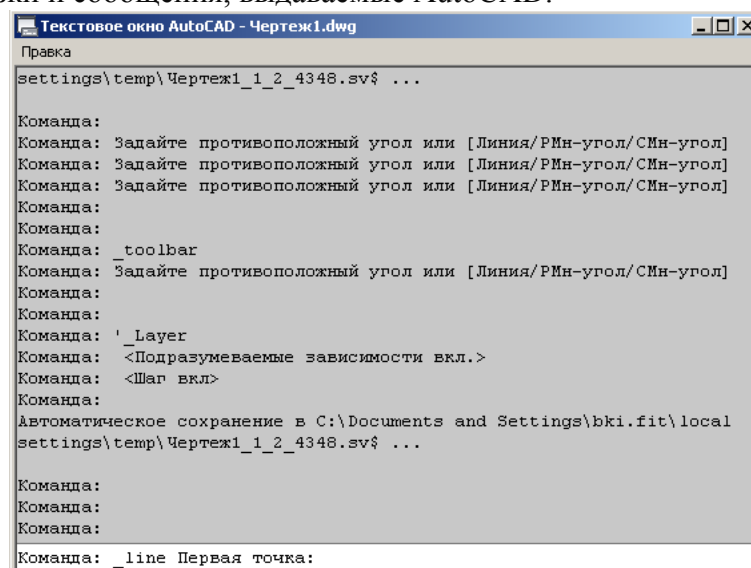


Рис. 18. Текстовое окно

Контекстное меню — используется наравне с основным меню, вызывается щелчком правой кнопки мыши, а его состав зависит от того, в какой момент оно вызвано и где в это время расположен указатель мыши.

СОЗДАНИЕ ЧЕРТЕЖЕЙ В AutoCAD

1.1. Создание нового рисунка

Система AutoCAD автоматически приступает к созданию нового чертежа каждый раз, когда вы ее запускаете. При этом:

- либо сразу создается новый пустой чертеж с параметрами по умолчанию (размер **A3 420x297мм**), единицы измерения – миллиметры), на котором можно сразу чертить. В случае необходимости потом можно изменить параметры чертежа вручную;
- либо запускается специальное диалоговое окно **Начало работы**, позволяющее уже на этапе создания нового документа задать параметры чертежа или выбрать шаблон, на основе которого тот должен быть создан.

Создадим новый рисунок, используя диалоговое окно **Начало работы**, для этого в командной строке введите **Startup**, нажмите «**Enter**», затем в ответ на сообщение **Новое значение Startup <0>**: введите **1**, далее команда меню **Файл→Создать (File→New...)**, в результате открывается диалоговое окно **Создание нового чертежа (Create New Drawing)** (рис. 19).

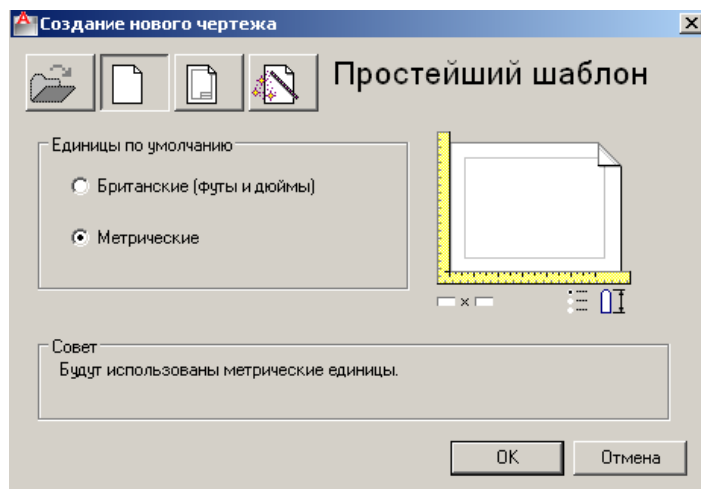


Рис. 19. Диалоговое окно нового рисунка

При создании рисунка по простейшему шаблону используется пиктограмма **Простейший шаблон (Start from Scratch)**, в данном режиме устанавливается британская или метрическая система единиц. Значения многих системных переменных, принятые по умолчанию, зависят от того, какая из двух систем выбрана.

Эти переменные управляют текстом, размерами, сеткой, режимами привязки, а также устанавливают действующие по умолчанию тип линий и файл образцов штриховки:

- **Британские (фунты и дюймы) (Imperial (feet and inches))** — создается рисунок, использующий британскую систему единиц измерения, по шаблону **acad.dwt**. При этом область рисования, иначе называемая лимитами рисунка, устанавливается равной **12x9 дюймов**;
- **Метрические (Metric)** — создается рисунок, где используется метрическая система единиц измерения, по шаблону **acadiso.dwt**. При этом устанавливается область рисования **420x297 мм**.

В AutoCAD имеется так называемый **Мастер подготовки (Wizard)**, с помощью которого можно, взяв за основу текущий шаблон и модифицировать некоторые базовые установки. Например, пользователь, может автоматически настраивать масштабные коэффициенты для текста в зависимости от общих размеров рисунка.

Для вызова **Мастера подготовки (Wizard)** необходимо в диалоговом окне **Создание нового чертежа (Create New Drawing)** щелкнуть по пиктограмме **Вызов мастера (Use a Wizard)**, после чего откроется окно, в котором существует выбор мастера, либо **Мастер быстрой подготовки (Quick Setup)**, либо **Мастер детальной подготовки (Advanced Setup)**.

Мастер быстрой подготовки (Quick Setup) позволяет задать для нового рисунка параметры: **Единицы измерения (Units)** и **Область рисования (Area)**. Поддерживаются следующие типы единиц для рисования и вычерчивания: **Десятичные (Decimal)**, **Инженерные (Engineering)**, **Архитектурные (Architectural)**, **Дробные (Fractional)**, **Научные (Scientific)**. Выбор по умолчанию – **Десятичные (Decimal)**.


Указывая **Ширину (Width)** и **Длину (Length)** **Области рисования (Area)**, пользователь тем самым задает граничные пределы рисунка, так называемые лимиты. Именно лимитами определяется размер чертежа, впоследствии выводимого на плоттер. После того как все параметры заданы, **Мастер быстрой подготовки (Quick Setup)** запускает сеанс рисования в пространстве модели.

Мастер детальной подготовки (Advanced Setup) позволяет задать для нового рисунка тип линейных **Единиц измерения (Units)** и способ измерения **Углов (Angle)**, задать начало **Отсчета угла (Angle Measure)** и **Направление измерения угла (Angle Direction)**, определить границы **Области рисунка (Area)**. В отличие от **Мастера быстрой подготовки (Quick Setup)**, который настраивает только пространство модели, **Мастер детальной подготовки (Advanced Setup)** воздействует как на пространство модели, так и на пространство листа. При этом любая из установок, произведенных в начале рисования, в дальнейшем может быть изменена.

1.2. Структура команд в AutoCAD

Рассмотрим введение и структуру команд на примере построения окружности. Вы можете это сделать 3 способами:

1) написать с помощью клавиатуры в командной строке наименование команды: **Круг (_circle)**;

2) выбрать пиктограмму круга  с панели инструментов на рабочем столе;

3) выбрать из падающего меню **Рисование→Круг (Draw→Circle)** и далее указать способ построения окружности.

При этом необходимо помнить, что структура команд в AutoCAD однотипна.

Итак, вернемся к окружности. Нажмите **F2** и далее напишите в командной строке **Command: _circle** (рис. 20).

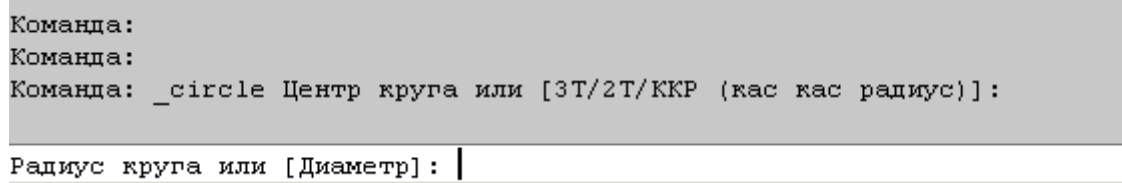


Рис. 20. Пример создания окружности

В командной строке появится сообщение:

Specify center point for circle or [2P/3P/Ttr (tan tan radius)]: (Центр круга или [3Т/2Т/ККР (кас кас радиус)]:, на данный запрос системы, по умолчанию, необходимо ввести центральную точку окружности (**Центр круга**), введя ее координаты в командной строке или произвольно указав ее местоположение используя курсор мыши, и далее предлагаются альтернативные способы построения окружности, при этом в квадратных скобках перечисляются опции, которые позволяют выбрать способ отрисовки окружности отлично от выбранного по умолчанию. Опция «**3Т**» осуществляет построение окружности по трем точкам, лежащим на окружности. Опция «**2Т**» - построение окружности по двум точкам, расположенным на диаметре. Опция «**ККР (кас кас радиус)**» - построение по двум касательным и радиусу). Затем в командной строке получаем запрос на радиус окружности.

Specify radius of circle or [Diameter]: (Радиус круга или [Диаметр]):, по умолчанию система предлагает ввести радиус окружности, данное значение вводим как точное число равное радиусу окружности, либо указываем произвольно на экране монитора, мышкой. Если вы хотите построить окружность через диаметр, необходимо ввести опцию «**Диаметр**»,

после чего система перейдет к способу построения окружности через диаметр, а в командной строке появится сообщение:

Specify Diameter of circle: (Диаметр окружности:, в результате нужно ввести диаметр окружности, после чего объект будет построен).

1.3. Определение границ рисунка

Команда **Лимиты (Limits)** позволяет установить границы текущего рисунка в пространстве модели и в пространстве листа. Она вызывается из падающего меню **Формат→Лимиты чертежа (Format→Drawing Limits)**, либо непосредственно введение данной команды в командной строке. В AutoCAD границы рисунка выполняют три функции:

- определяют диапазон изменения координат точек;
- контролируют фрагмент рисунка, покрытый видимой координатной сеткой;
- определяют, какая часть рисунка отображается на экране по команде **Зумировать Все (Zoom All)**.

Границы рисунка — это пара двумерных точек в мировой системе координат: координаты левого нижнего и правого верхнего углов, определяющие прямоугольную область. По оси **Z** границы не устанавливаются.

Запросы команды, это если информация пишется и выводится в командной строке.

Пример. Используя команду **Лимиты (Limits)**, проверим границы вашего чертежа и при необходимости выставим значения соответствующие формату **A3 (420x297 мм)**.

Command: limits [Enter] (Команда: лимиты)

Reset Model space limits: [Enter] (**Переустановка лимитов пространства модели:**, данная команда позволяет произвести переустановка лимитов чертежа в пространстве модели)

Specify lower left corner or [ON/OFF] <0.0000,0.0000>: [Enter] (**Левый нижний угол или [Вкл/оТкл] <0.0000,0.0000>:**, в треугольных скобках **<0.0000,0.0000>** по умолчанию указываются координаты левого нижнего угла, если вы соглашаетесь с этим значением то нажимаете клавишу «Enter». В квадратных скобках предлагаются опции для выбора. Так, например, опция **Вкл** — включается контроль соблюдения границ. При этом AutoCAD отвергает все попытки ввести точки с координатами, выходящими за границы рисунка, опция **оТкл** — отключается контроль соблюдения границ рисунка)

Upper right corner <420.0000,297.0000>: [Enter] (**Правый верхний угол <420.0000,297.0000>:**, в треугольных скобках указание координат правого верхнего угла, соответствующие значениям **(420,297)**, нажатием клавиши «Enter» вы соглашаетесь с этим значением).

Лимиты должны полностью охватывать полномасштабную модель. Например, если ее размеры **100x200 мм**, значения лимитов должны слегка превышать эти цифры.

В пространстве листа лимиты чертежа обычно задаются равными формату листа бумаги. Следовательно, сетка покрывает при этом весь скомпонованный чертеж, включая графические объекты, размерные элементы, основную надпись и т.п. Например, если формат листа равен **225x300мм**, следует установить десятичный формат единиц и определить лимиты указанием точек **(0,0)** для левого нижнего угла прямоугольника и **(225,300)** — для правого верхнего угла.

1.4. Система координат

В AutoCAD существуют несколько систем координат:

- **Мировая система координат (MCK) (World Coordinate System (WCS));**

- **Пользовательская система координат (ПСК) (User Coordinate System (UCS)).**

Ось **X** мировой системы координат направлена горизонтально, ось **Y** — вертикально, а ось **Z** проходит перпендикулярно плоскости **XY**. В любой текущий момент активна только одна система координат (**текущая**). В ней координаты определяются любым доступным способом.

Начало координат — это точка пересечения осей **X** и **Y**, по умолчанию она совмещается с левым нижним углом рисунка.

Основное отличие **МСК (WCS)** от **ПСК (UCS)** в том, что мировая система координат может быть только одна, и она неподвижна. Применение пользовательской системы координат не имеет практически никаких ограничений. Она может быть расположена в любой точке пространства под любым углом к мировой системе координат. Разрешается определять, сохранять и восстанавливать неограниченное количество **ПСК (UCS)**. Узловые точки и базовые направления, определяемые режимами шаговой привязки **ШАГ (SNAP)**, сетки **СЕТКА (GRID)** и ортогонально режима **ОРТО (ORTHO)**, поворачиваются вместе с **ПСК (UCS)**.

При работе в **ПСК (UCS)** допускается поворачивать ее плоскость **XY** и смещать начало координат. Все они при вводе отсчитываются относительно текущей пользовательской системы координат. Соответствующая пиктограмма дает возможность судить о положении и об ориентации текущей **ПСК (UCS)**, помогая визуализировать эту ориентацию относительно мировой системы координат, а также относительно объектов, содержащихся в рисунке.

Пиктограмма **ПСК (UCS)** всегда изображается в плоскости **XY** текущей **ПСК (UCS)** и указывает положительное направление осей **X** и **Y**.

Появление символа **+** (**плюс**) в нижнем левом углу пиктограммы указывает на ее расположение в начале **ПСК (UCS)**. Пользовательская система координат используется для перемещения начала системы координат и/или изменения ориентации осей системы координат в пространстве, что значительно упрощает процесс создания и редактирования объектов. При создании объекта удобно поместить начало системы координат в базовую точку объектов, особенно если в данной точке формируется много объектов.

Пиктограмма с изображением сломанного карандаша говорит о том, что плоскость **XY** практически параллельна направлению взгляда. В этом случае при указании значений координат мышью происходит выбор точек с нулевыми координатами **Z**, что обычно не соответствует желанию пользователя. Перед вводом точек или редактированием модели по виду пиктограммы следует оценить угол между направлением взгляда и пиктограммой **ПСК (UCS)**: если этот угол мал, точный выбор точек с помощью мыши или другого манипулятора затруднителен.

1.5. Ввод координат

Когда AutoCAD в командной строке запрашивает точку построения объекта, он ожидает ввода координат какой-либо точки текущего рисунка. При этом координаты могут быть введены либо в командной строке с клавиатуры, либо щелчком мыши в месте установки графического курсора на экране монитора. AutoCAD поддерживает три формата ввода координат: абсолютную, относительную и полярную.

Абсолютные координаты. Зная точное расположение точки построения объекта, относительно начала координат, можно задать с клавиатуры в командной строке координаты **X** и **Y** (по необходимости и **Z**), отделяя их друг от друга запятой. Это абсолютные координаты точки, определенные относительно начала координат, формат их ввода (x,y,z).

Относительные прямоугольные координаты задают смещение относительно последней введенной точки, а не относительно начала координат. Использование такого ввода координат часто значительно облегчает процесс построения объектов, т.к. при выполнении чертежей почти всегда известны абсолютные размеры деталей. Поэтому, исходя из заданного размера, можно сразу же сказать, насколько следующая точка смещена по оси **X** и **Y** относительно предыдущей точки. Для указания относительных прямоугольных координат, необходимо перед вводом значений относительных координат ввести специальный символ **@**, формат их ввода (@dx,dy,dz).

Полярные координаты. В этом случае положение следующей точки относительно предыдущей задается расстоянием (длина вектора от начала координат) и величиной угла (наклон вектора, образованный полярной осью и отрезком, мысленно проведенным через данную точку и начало координат). Положительный угол задается в градусах против часовой стрелки. Данные координаты также могут быть относительными, тогда все значения

вводятся относительно предыдущей точки построения. Формат ввода относительных полярных координат имеет вид (@r<A).

Пример. Необходимо построить три отрезка, используя различные форматы ввода координат (рис. 21):

1) Абсолютные координаты:

Command: _line [Enter]

Specify first point: 50,200 [Enter] (Первая точка: 50,200 - вводятся абсолютные координаты начальной точки построения отрезка (50,200))

Specify next point or [Undo]: 180,230 [Enter] [Enter] (Следующая точка или [Отменить]: 180,230 - вводятся координаты следующей точки построения отрезка (180,230). Дважды нажав клавишу «Enter» вы подтверждаете, что закончили процесс построения отрезка. При выборе опции «Отменить» вы можете отменить задание последней точки построения).

2) Относительные прямоугольные координаты:

Command: _line [Enter]

Specify first point: 70,200 [Enter]

Specify next point or [Undo]: @130, 30 [Enter] [Enter].

3) Полярные координаты:

Command: _line [Enter]

Specify first point: 90,200 [Enter]

Specify next point or [Undo]: @130<13 [Enter] [Enter].

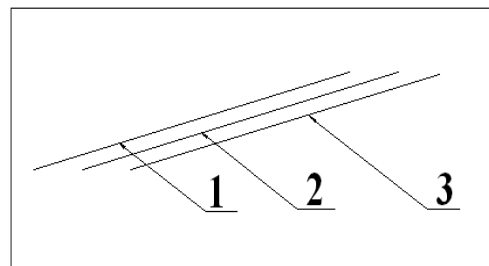



Рис. 21. Пример построения отрезков

2.6. Режимы рисования


В AutoCAD существует несколько режимов облегчающих процесс рисования объектов, они предназначены также для повышения точности и скорости построения объектов с помощью мыши. Пользователю представляется возможность вывести вспомогательную сетку, работать только с вертикальными и горизонтальными линиями, отслеживать нужные углы и т.д. Среди рассматриваемых здесь режимов можно выделить наиболее чаще всего используемые пользователями - это **Сетка (GRID)**, **Орто (ORTHO)**, **Шаг (SNAP)**, **Объектная привязка (OSNAP)**.

СЕТКА (GRID) – это упорядоченная последовательность точек, покрывающих область рисунка в пределах лимита. Работа в режиме сетка подобна наложению на рисунок листа бумаги в клетку. Использование сетки помогает выравнивать объекты и визуально оценивать расстояния между ними. Команда **Отображение сетки**, выдает изображение узлов ортогональной координатной сетки. Сетка не является частью чертежа, при печати она не будет отображаться. Сетку можно включить и отключить в ходе выполнения других команд.


Включить сетку можно также клавишей «F7». В строке состояния, выбрав кнопку  можно открыть контекстное меню, нажав правую кнопку мыши, после чего можно зайти в настройки **Настройка (Settings)** данной команды, при этом откроется диалоговое окно **Режимы Рисования (Drafting Settings)**, в котором на вкладке **Шаг и сетка (Snap and Grid)** можно ввести точные значения данного режима.

Интервал сетки устанавливает размеры ячеек, причем они должны равными по осям **X** и **Y**. Если требуется установить размер ячейки, кратный шагу, то к числовому значению требуется дописать букву **X**. **Шаг (Snap)** - опция обеспечивающая сетку, соответствующую шагу привязки.

ОРТО (ORTHO) – используется для удобства рисования линий параллельно осям координат можно включить данный режим клавишей «F8», либо нажатием кнопки режима **ОРТО** в строке состояния.

ШАГ (SNAP) – команда, которая устанавливает величину дискретного перемещения курсора. **Вкл/Выкл** данного режима возможно через «F9», либо кнопкой **Шаговая привязка (Snap spacing)** в строке состояния. Чтобы корректно настроить величину шага нажмите правой кнопкой в строке состояния по кнопке  и выберите **Настройка (Settings)**,

затем установите ваши значения в поле **Шаг (Snap)** диалогового окна **Режимы Рисования (Drafting Settings)**.

Объектная привязка (OSNAP) – команда **ПРИВЯЗКА (OSNAP)** позволяет использовать такие характерные точки на объектах, как, например, середина отрезка или дуги, центр круга или точка пересечения дуги и окружности для более быстрого и точного способа построения или выбора объекта, при этом не обязательно знать координаты выбираемых точек. Настраивается объектная привязка также просто. В строке состояния нажимаем правой кнопкой мыши по  далее выберите **Настройки (Settings)**. После чего в открывшемся диалоговом окне **Режимы Рисования (Drafting Settings)** необходимо выбрать вкладку **Объектная привязка (Object Snap)** и далее необходимо указать нужные для пользователя ключи объектной привязки (рис. 22). Выбирать все ключи смысла нет, предпочтительно задать: **Конточка (Endpoint)**, **Середина (Midpoint)**, **Центр (Center)** и **Пересечение (Intersection)**:

- **Конточка (Endpoint)** – привязка к ближайшей из точек объектов (отрезок, дуга и т.п.);
- **Середина (Midpoint)** – привязка к средним точкам объектов (отрезок, дуга и т.п.);
- **Центр (Center)** – привязка к центру дуги, окружности или эллипса;
- **Пересечение (Intersection)** – привязка к точкам пересечения объектов (отрезков, окружностей, дуг и т.п.).

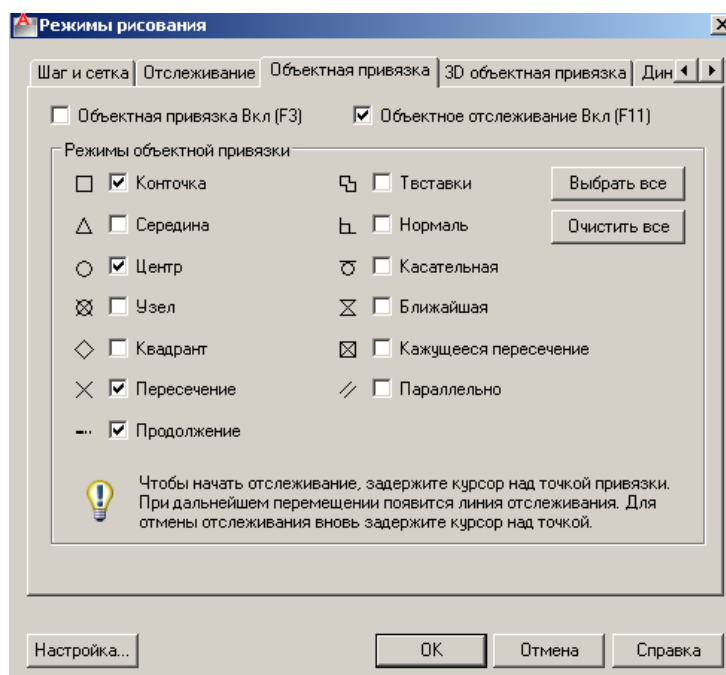


Рис. 22. Диалоговое окно режима объектная привязка

Пример. Разберем пример использования объектной привязки (рис. 23). Постройте два пересекающихся отрезка и далее из точки их пересечения постройте третий отрезок.

Строим отрезки, используя команду **Отрезок (_line)**, по следующим точкам: первый отрезок с координатами **(30,220)** и **(95,260)**, второй отрезок с координатами **(30,250)** и **(120,250)**.

Для построения третьего отрезка, выбираем команду **Отрезок (_line)**. Далее заходим в настройки объектной привязки и устанавливаем режим **Пересечение (Intersection)**. Также можно нажать на кнопку **Опции** и отстроить, как будет выглядеть прицел

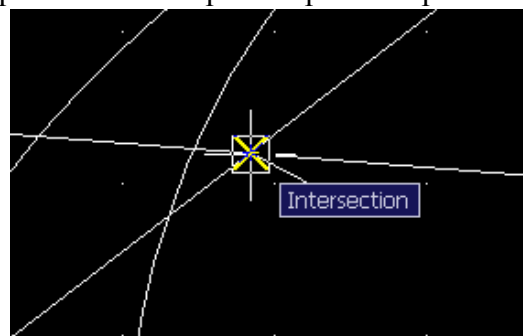


Рис. 23. Пример построения пересекающихся отрезков

курсора во время определения привязки.

Далее курсором мыши указываем примерное место пересечение ранее построенных отрезков и у вас произойдет автоматическое притяжение курсора к нужной точке, указывающей пересечение отрезков, после чего нажмите левую клавишу мыши.

Для введения конечной точки третьего отрезка введите в командной строке координаты **(90,220)**.

В результате должен быть построен третий отрезок из точки пересечения двух ранее построенных отрезков.

2.7. Режим отображения весов

Вес линии – это толщина, которой объект должен быть выведен на принтер. Вы можете создать объекты в пространстве модели любого типа тонкой линией, толщина которой устанавливается системой по умолчанию, но если задать ненулевой вес, например на панели свойств выбирается характеристика **Вес линий (Lineweight)**, то в результате получите жирные линии на листе бумаги. На графической зоне объекты отображаются без весов, если кнопка режима **ВЕС (LTW)** расположенная в строке состояний выключена, и с весами – если включена.

2.8. Выбор объектов

При редактировании, трансформации и др. операциях с какими-то либо объектами на чертеже в AutoCAD, необходимо произвести их выбор, возможностей осуществить данное действие несколько. Предварительный **Выбор объектов (Select objects)** позволяет выбирать примитивы перед вводом команды, использующей набор. Для указания примитивов используется **Прицел выбора объектов(O)**. Сначала указываются примитивы, а затем вводятся команды.

Shift - режим позволяет добавлять примитивы в набор, используют, удерживая в нажатом состоянии клавишу **«Shift»**.

Сама команда **ВЫБРАТЬ (SELECT)** может быть введена также с помощью клавиатуры и будет выдавать повторяющийся запрос по не будет нажата клавиша **«Enter»**.

Также выбирать объекты можно с помощью рамки. Есть небольшая **особенность выделения рамкой**: если рамку рисовать слева направо то выбираются все объекты, полностью попавшие в нее, это метод выделения называется **Рамка (Window)**, а если справа налево, то все объекты, которые даже лишь пересекают ее границу, это метод выделения называется **Секрамка (Crossing Window)**.

Таким образом, метод **Рамка (Window)** заключается в выделении объектов с помощью рамки, которая очерчивается в виде прямоугольника вокруг выбираемых объектов. В итоге, те объекты, которые полностью попадают в эту рамку, будут выделены. Рамка чертится слева на право – тем самым указываются два угла одной диагонали. Сама рамка отображается на экране сплошными тонкими линиями. Метод **Секрамка (Crossing Window)** в отличие от предыдущего позволяет выбирать не только те объекты, которые полностью попали внутрь рамки, но и объекты пересекаемые ею. Рамка имеет форму прямоугольника, вычерчивается справа налево, изображается на экране пунктирной линией.

Можно также осуществлять **прямой выбор объектов**, для этого необходимо с помощью мыши навести прицел (маленький квадрат) на выбираемый объект, т.е. последовательно указываются все сегменты, из которых объект состоит, после чего необходимо щелкнуть левой кнопкой мыши. В результате линии выбранного объекта будут пунктирными. Завершить выбор объектов можно, нажав правую кнопку мыши или кнопку **«Enter»** на клавиатуре.

2. ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №1. Создание и редактирование простейших 2D примитивов

Задание на выполнение лабораторной работы:

Для изучения некоторых возможностей AutoCAD предлагается выполнить ряд конкретных заданий, пример реализации построений представлен на рис. 24:

- создание на экране чертежа листа формата **A3** и настройка рабочего окружения AutoCAD;
- выполнения обучающего задания. Построение объектов: **Отрезок, Дуга, Окружность, Сопряжение, Плоская фигура, Штриховка**;
- создание таблицы основной надписи по **ГОСТу 2.104-68 «Основные надписи»** и ее заполнение на студента, выполняющего лабораторную работу;
- выполнения индивидуального задания.

Перед выполнением лабораторной работы рекомендуется произвести настройку некоторых режимов AutoCAD, необходимо задать:

- **Шаг перемещения** → **Шаговая привязка** – **1 мм** (одинаковый по оси X и Y);
- **Шаг сетки** → **Отображение сетки** – **10 мм**;
- оба режима, рекомендуется держать включенными во время всей работы над чертежом.

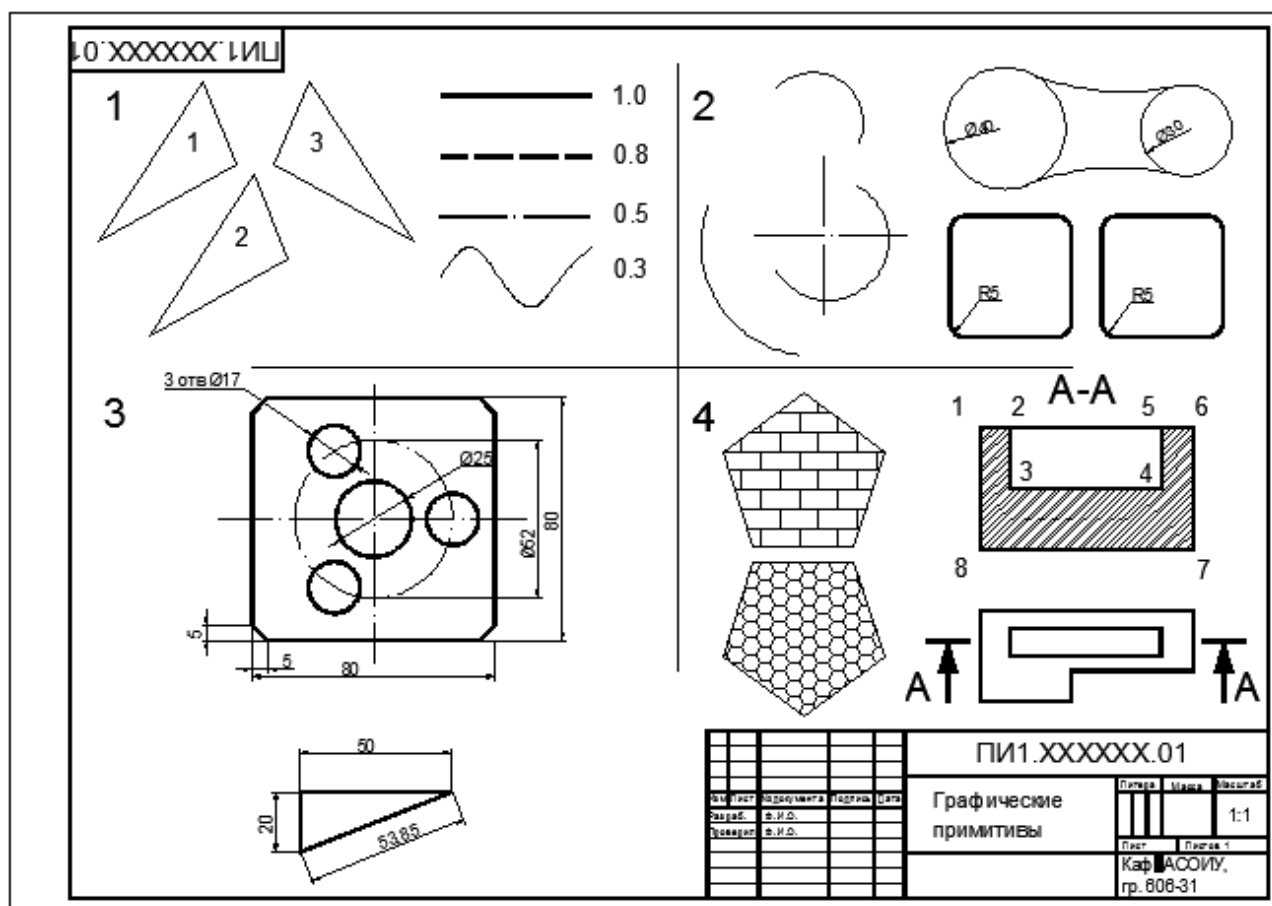


Рис. 24. Итоговое изображение, выполненное на листе формата A3

Создание формата чертежа. Если лимиты уже установлены, то для создания линии обрезки чертежа и рамки необходимо (рис. 25) выполнить следующие действия:

- 1) **Линии обрезки чертежа** нарисуем с помощью команды **Отрезок (_line)** прямоугольник от точки с координатами: **(0,0)**; к точке **(420,0)**; к точке **(420,297)**; к точке **(0,297)** и далее замыкаем либо вручную, либо можно использовать опцию автоматического замыкания отрезков **Замкни (Close)**.

- 2) Линии рамки чертежа получим с помощью команды **Полилиния** (**_pline**), которая представляет собой связанную последовательность отрезков, рассматриваемую как единый элемент (графический примитив). В отличие от других примитивов, имеющих одинаковую толщину линий, полилинию можно выполнять разной толщиной на отдельных участках.

Линии рамки чертежа и дополнительная графа, расположенная в левом верхнем углу рамки чертежа, выполняются линией основного контура толщиной **0,8 мм**.

Построение **Полилинии** (**_pline**) начинается с ответа на запрос о первой точке рисования начального сегмента. Далее по рис. 25 необходимо выставить все угловые точки рамки.

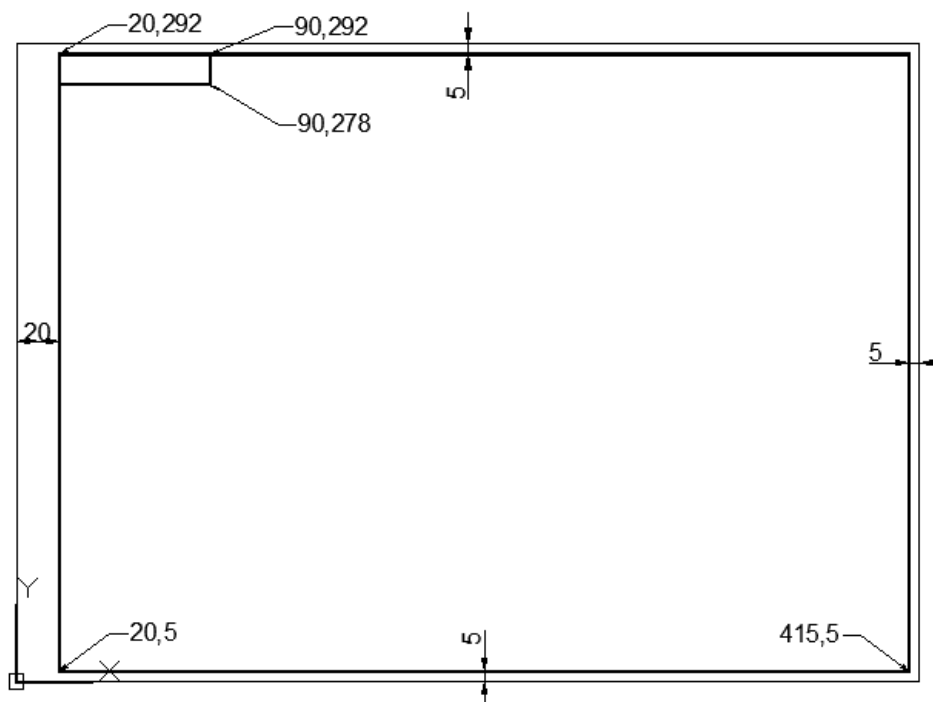


Рис. 25. Пример построения формата чертежа

Command: _pline [Enter]

Specify start point: 20,5 [Enter] (Начальная точка: 20,5, необходимо ввести координаты начальной точки построения указав в командной строке значения 20,5)

Current line-width is 0.0000 (Текущая ширина полилинии равна 0.0000, система сообщает, что текущая ширина полилинии равна значению 0.0000)

Specify next point or [Arc/Halfwidth/Length/Undo/Width]: W [Enter] (Следующая точка или [Дуга/Полуширина/длИна/Отменить/Ширина]: Ш, в ответ на данный запрос вы можете указать следующую точку построения – и тогда будет построен отрезок текущей ширины, либо выбрать одну из опций. Для выбора новой ширины полилинии, согласно заданию, необходимо указать опцию «Ширина (Width)», указав ее вы, сможете задать необходимую толщину линии для построения последующих сегментов, при этом вам будет предложено по очереди ввести два значения – начальную и конечную ширину (что позволяет строить сужающиеся или расширяющиеся сегменты полилинии. Если ширина должна быть постоянной, то оба ее значения указываются одинаковыми. Опция «Дуга (Arc)» – позволяет перейти в режим построения дуговых сегментов. Опция «Полуширина (Halfwidth)» - аналогична опции «Ширина (Width)», отличается только тем, что задаются половинные размеры начальной и конечной ширины полилинии. Опция «длИна (Length)» - позволяет задать длину следующего сегмента полилинии. Опция «Отменить (Undo)» - служит для удаления последнего построенного сегмента полилинии. Опция «Замкнуть (Close)» - автоматически замыкает полилинию)

Specify starting width <0.0000>: 0.8 [Enter] (Начальная ширина <0.0000>: 0.8, для задания толщины полилинии величиной в 0,8 мм необходимо в командной строке ввести значение начальной ширины полилинии равное 0.8).

Specify ending width <0.8000>: [Enter] (Конечная ширина <0.8000>:, в командной строке указывается, что текущая конечная ширина полилинии составляет **0.8**, командой [Enter] вы подтверждаете данное значение)

Specify next point or [Arc/Halfwidth/Length/Undo/Width]: 415,5 [Enter] (Следующая точка или [Дуга/Полуширина/длина/Отменить/Ширина]: **415,292**, в командной строке вводятся координаты (**415,292**) следующей точки построения линейного сегмента полилинии)

Specify next point or [Arc/Close/Halfwidth/Length/Undo/Width]: 20,292 [Enter] (Следующая точка или [Дуга/Замкнуть/Полуширина/длина/Отменить/Ширина]: **20,292**, вводятся координаты (**20,292**) следующей точки построения)

Specify next point or [Arc/Close/Halfwidth/Length/Undo/Width]: C [Enter] (Следующая точка или [Дуга/Замкнуть/Полуширина/длина/Отменить/Ширина]: **3**, выбирается опция «Замкнуть (Close)» в результате происходит автоматическое замыкание полилинии, т.е. конечной с начальной точкой построения).

Затем аналогичным образом в верхнем левом углу строится дополнительная графа, размером (**14x70 мм**). В качестве начальной точки построения полилинии можно ввести координаты (**90,292**).

- 3) Выполнить основную надпись. Основная надпись в лабораторной работе подготовлена в виде **Блока (Block)**. Блоком в AutoCAD называется совокупность связанных объектов рисунка, обрабатываемых как единичный объект. Блоки сохраняются в базе данных чертежа и могут многократно использоваться как в текущем, так и в других чертежах.

Данный блок выполняется студентами самостоятельно по ГОСТу **2.104-68 «Основные надписи»** (рис. 26). Содержание, расположение и размеры граф основной надписи, а также размеры рамки на чертеже должны соответствовать **форме 1**. В графы основной надписи и дополнительную графу необходимо внести соответствующую информацию и заполнить на студента, выполняющего лабораторную работу.

					ПИ1.XXXXXXX.01				
					Графические примитивы		Литера	Масса	Масштаб
									1:1
Изм	Лист	Недокумента	Подпись	Дата			Лист	Листов 1	
Разраб.	Ф.И.О.						Каф. АСОИУ, гр. 606-31		
Проверил	Ф.И.О.								

Рис. 26. Пример блока созданного по ГОСТу 2.104-68 «Основные надписи»

Вставка блока осуществляется командой меню **Вставка→Блок (Draw→Block)**. В открывшемся диалоговом окне **Вставка блока (Block Definition)** необходимо выбрать **Имя (Name)** блока (присвоенное ему ранее при создании) из выпадающего списка, и указать в разделе **Точка вставки (Base point)** точку вставки блока (**415,5**) (правая нижняя точка рамки чертежа) или нажать кнопку **Вставить точку (Pick point)** для выбора базовой точки с помощью мыши. Остальные опции окна оставить без изменения.

- 4) Для дальнейшей работы разделим чертеж на 4 части. Для этого строим 2 отрезка с заданными координатами: 1 отрезок, команда **Отрезок (_line)** (**220,280**) и (**220,80**) и 2 отрезок - **Отрезок (_line)** (**80,180**) и (**350,180**).
- 5) После чего необходимо приступить к выполнению обучающего задания.

Построение отрезков. Увеличьте первую четверть чертежа (верхний левый угол) до размера экрана командой меню **Вид→Покажи→Рамка (View→Zoom→Window)**.

- 1) С помощью команды **Отрезок (_line)** необходимо построить произвольный треугольник 1 (рис. 27).
- 2) Используя команду редактирования **Перенести (_move)**, перенесите созданный треугольник 1 в любую часть рабочей области. С помощью этой команды можно перемещать объекты чертежа с одного места на другое. Алгоритм представлен ниже.

Command: _move

Select objects: (Выберите объекты:, выбор объекта можно осуществлять с помощью метода **Рамка (Window)**, **Секрамка (Crossing Window)** или использовать прямой выбор всех отрезков созданного треугольника 1. Метод **Рамка (Window)** заключается в выделении объектов с помощью рамки, которая очерчивается в виде прямоугольника вокруг выбираемых объектов. В итоге, те объекты, которые полностью попадают в эту рамку, будут выделены. Рамка чертится слева на право – указываются два угла одной диагонали. Сама рамка отображается на экране сплошными тонкими линиями. Метод **Секрамка (Crossing Window)** в отличие от предыдущего позволяет выбирать не только те объекты, которые полностью попали внутрь рамки, но и объекты пересекаемые ею. Рамка имеет форму прямоугольника, вычерчивается справа налево, изображается на экране пунктирной линией. При прямом выборе объектов необходимо навести прицел (маленький квадрат) на выбираемый объект, в данном случае последовательно указываются все три отрезка треугольника 1, и щелкнуть левой кнопкой мыши. В результате линии выбранного объекта будут пунктирными. Завершить выбор объектов можно, нажав правую кнопку мыши или кнопку [Enter] на клавиатуре)

Select objects: 3 found [Enter] (Подтверждение выбора 3-х объектов)

Specify base point or displacement: (Укажите базовую точку или перемещение:, необходимо ввести базовую точку на объекте, используя объектную привязку, именно относительно данной точки произойдет перемещение треугольника на экране, после чего нажмите клавишу [Enter])

Specify second point of displacement or <use first point as displacement>: (Введите вторую точку перемещения или <считать перемещением первую точку>:, указав вторую точку на экране монитора, вы тем самым перенесете копию треугольника ниже его оригинала, после чего нажмите клавишу [Enter]).

В результате получите еще один треугольник 2.

3) Командой **Копировать (Copy)** необходимо получить еще один треугольник 3. Способ копирования объектов чертежа практически повторяет способ перемещения, рассмотренный ранее. Разница заключается только в том, что при перемещении исходные объекты стираются и появляются на новом месте, тогда как при копировании объекты не стираются, а на новом месте появляются их копии.

Command: _copy

Select objects: (Выберите объекты:, в ответ на запрос выберите треугольник 2)

Select objects: 3 found [Enter]

Specify base point or displacement, or [Multiple]:... (Укажите базовую точку или перемещение, или [Несколько]:, введите базовую точку на объекте относительно которой будет сделана копия объекта. Опция «Несколько» используется в том случае, когда необходимо создать несколько копий от оригинала.)

Specify second point of displacement or <use first point as displacement>: (Введите вторую точку

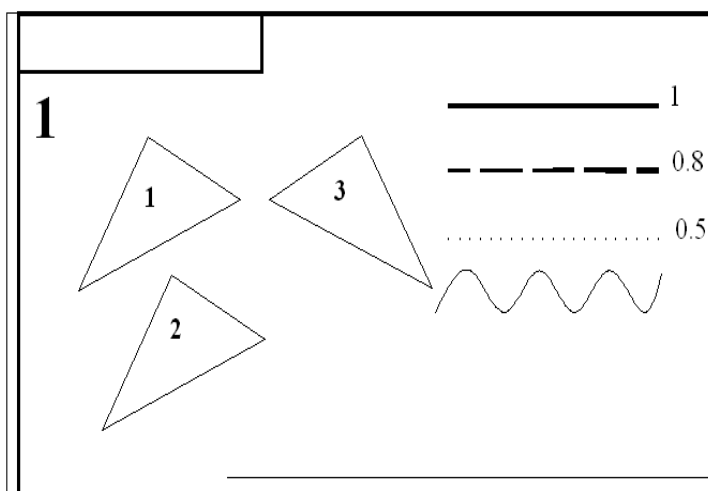


Рис. 27. Построение и редактирование объектов из отрезков

перемещения или <считать перемещением первую точку>:, вводя вторую точку, перенесите копию треугольника выше и правее его оригинала).

4) С помощью команды **Повернуть (Rotate)** поверните треугольник на выбранный угол (вокруг одной из его вершин, либо вокруг одной стороны).

Command: _rotate

Select objects: (**Выберите объект:**, необходимо указать объект, треугольник, который вы будете поворачивать)

Select objects: 3 found [Enter]

Specify base point: (**Ведите базовую точку:**, необходимо ввести базовую точку относительно которой будет поворачиваться объект)

Specify rotate angle or [Reference]: (**Введите угол поворота или [Произвольно]:**, введите в командной строке произвольное значение угла поворота объекта относительно ранее выбранной базовой точки. При выборе опции «**Произвольно (Reference)**» включается режим ссылки на произвольно расположенный вектор, относительно которого необходимо задать угол поворота. При этом отсчет угла поворота осуществляется относительно выбранного вектора).

5) Далее необходимо построить зеркальное отображение треугольника 3 относительно выбранной оси, используя при этом команду **Зеркало (Mirror)**. Данная команда позволяет автоматически строить зеркальное отображение уже построенных объектов, относительно указанной пользователем некоторой оси.

Command: _mirror

Select objects: (**Выберите объекты:**, необходимо указать отображаемый объект, в данном случае выбирается треугольник 3)

Select objects: 3 found [Enter]

Specify first point of mirror line: (**Укажите первую точку оси отображения:**, в данном случае следует на относительном расстоянии от сторон треугольника указать первую точку, которая будет являться верхним концом осевой линии)

Specify second point of mirror line: (**Укажите вторую точку оси отображения:**, вторая точка указанная вами будет являться нижним концом осевой линии)

Delete source objects [Yes/No] <N>: [Enter] (**Удалить исходные объекты [Да/Нет] <Н>:**, по умолчанию система предлагает сохранить объекты. В вашем случае, нажатием клавиши **[Enter]** вы подтверждаете, что копируемый объект должен быть сохранен)

6) Постройте отрезки прямых заданными на рисунке различными типами линий и заданной толщины.

Для этого необходимо использовать команду рисования **Полилиния (_pline)**, выставив в опции «**Ширина (Width)**» различные толщины отрезков.

Задание типа линии (пунктирная, точки и др.) удобно задавать в строке состояния объектов перед построения линии.

Щелкните мышью в столбце **Тип линии (Linetype)** и выберите строку **Другие (Other)**, в строке состояния объекта, появится диалоговое окно **Диспетчер типов линий (Linetype Manager)**. Для загрузки нужного типа линии в чертеж щелкните мышью на кнопке **Загрузить (Load)**. Появится диалоговое окно **Загрузка или перезагрузка типов линий (Load or Reload Linetype)**. Выберите нужный тип линии из списка и щелкните мышью на кнопке «**ОК**», для выхода из диалогового окна.

Для построения волнистой линии используется команда рисования **Сплайн (Spline)**, которая при включенном режиме рисования **Шаг (Snap) (10x10 мм)**, позволяет создать кривую линию с указанием точек перегиба. С помощью сплайнов можно вычерчивать фигуры с плавными переходами. Алгоритм построения следующий.

Command: _Spline

Specify first point or [Object]: (**Укажите первую точку или [Объект]:**, в нашем случае необходимо указать произвольно первую точку построения сплайна)

Specify next point: (Укажите следующую точку:, в нашем случае необходимо указать произвольно следующую точку построения сплайна)

Specify next point or [Close/Fit tolerance] <start tangent>: (Следующая точка или [Замкнуть/Допуск] <касательная в начале>:, в данном случае вы можете продолжить построения сплайна, указав другие точки принадлежащие волнистой линии, после чего нажать кнопку [Enter], в результате построение сплайна завершится и будет активизирована опция «Касательная в начальной точке (Start tangent)». При этом, перемещая с помощью мыши направление касательной, можно наблюдать, к каким изменениям в форме сплайна это приводит. После того, как вы зададите касательную в начальной точке, система попросит указать касательную в конечной точке (если у вас незамкнутый сплайн). Если вы согласны с выбранным направлением, то нажмите «Enter». Либо можно выбрать опцию «Замкнуть (Close)» или «Допуск (Fit tolerance)». При выборе первой опции, последняя точка сплайна будет соединена с его первой точкой. При выборе второй опции можно указать допустимое отклонение сплайна от ранее заданных точек).

Построение дуг, кругов, сопряжение. Увеличьте вторую четверть чертежа до размеров экрана и выполняем задание на построение дуг, кругов и сопряжений (рис. 28).

1) Дуги окружности можно построить через команду меню **Рисовать→Дуга (Draw→Arc)**, в открывшемся списке можно выбрать один из способов построения дуги.

Постройте несколько дуг окружности различными способами:

- постройте дугу 1 используя способ: **Начальная точка, Конечная точка, Угол (Start,End,Angle)**. В этом способе задаются начальная и конечная точка дуги, а затем указывается внутренний угол между двумя радиусами воображаемого сектора, которому принадлежит дуга.

Command: _arc

Specify start point of arc or [Center]: (Укажите начальную точку дуги или [Центр]:, в нашем случае начальная точка вводится произвольно, для этого указывается начальная точка построения дуги на экране монитора. Либо вы можете воспользоваться способом построения дуги через центр).

Specify end point of arc: (Укажите конечную точку дуги:, произвольно введите конечную точку дуги).

Specify included angle: 40 (Введите величину угла: 40, необходимо ввести величину внутреннего угла равного 40 градусам).

- постройте дугу 2 используя способ: **Начальная точка, Центр, Конечная точка (Start,End,Angle)**. В этом случае при построении дуги задаются начальная точка, центр и конечная точка. Начальная точка и центр задают радиус дуги.

Command: arc

Specify start point of arc [Center]: (Укажите начальную точку дуги [Центр]:, укажите произвольно координаты начальной точки построения дуги на экране монитора).

Specify center point of arc: (Введите точку центра дуги:, произвольно введите точку центра дуги указав ее координаты на экране монитора).

Specify end point of arc or [Angle/chord Length]: (Укажите конечную точку дуги или [Величину угла/Длину хорды]:, произвольно укажите на экране монитора конечную точку дуги).

- постройте дугу 3 используя способ: **3 Точки (3 Points)**. В этом случае задаются три точки, через которые должна пройти дуга: начальная, промежуточная и конечная. Эти точки не должны лежать на одной прямой.

Для построения данной дуги первоначально используя команду **Отрезок (_line)** построите две пересекающиеся линии - оси, задав им тип линии – штрихпунктирная, а далее перейдите к построению дуги указанным способом.

Command: _arc

Specify start point of arc [Center]: (Укажите начальную точку дуги [Центр]:, произвольно укажите на экране точку).

Specify second point of arc or [Center/End]: (Укажите вторую точку дуги или [Центр/Конец]: произвольно укажите на экране точку).

Specify end point of arc: (Укажите конечную точку дуги:, произвольно укажите на экране точку, главное чтобы все введенные вами точки не оказались на одной прямой).

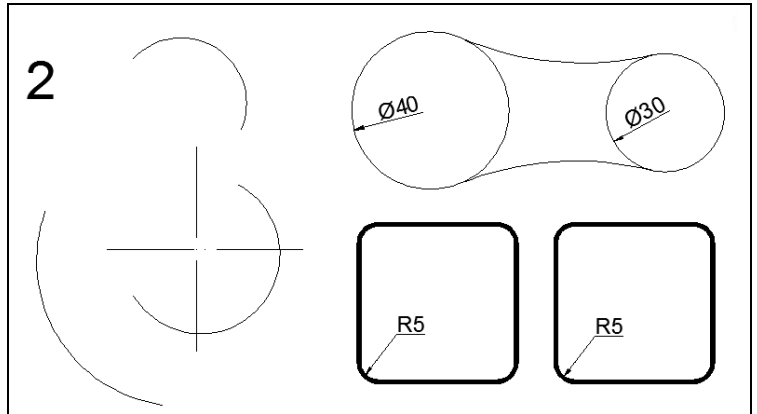


Рис. 28. Построение дуг, окружностей и сопряжений

2) Окружности в AutoCAD строятся с помощью команды меню **Рисовать→Окружность (Draw→Circle)**, в открывшемся списке можно выбрать один из способов построения круга.

- постройте в правом верхнем углу 2-й четверти две окружности различными способами, диаметр первой окружности **30 мм**, второй **40 мм**, центр окружностей выбирайте произвольно.
- окружность диаметром **30 мм**, постройте, используя способ **Центр, Диаметр (Center, Diameter)**. В этом случае окружность строится по центру и диаметру.

Command: _circle

Specify center point for circle or [2P/3P/Ttr (tan tan radius)]: (Укажите центральную точку круга или [2 Точки/3 Точки/ Ккр (Касательная касательная радиус)]:, в ответ на запрос введите координаты центра окружности, указав произвольную точку на экране монитора).

Specify radius of circle or [Diameter]: D [Enter] (Укажите радиус окружности или [Диаметр]: Д, по умолчанию система предлагает ввести радиус окружности. Если вы хотите построить окружность через диаметр, необходимо ввести опцию «Диаметр (Diameter)», после чего система перейдет к способу построения окружности через диаметр, а в командной строке появится сообщение:

Specify Diameter of circle: 30 [Enter] (Диаметр окружности: **30**, в результате вы должны задать значение диаметра окружности в **30**).

- окружность диаметром в **40 мм** строите на ваше усмотрение.

3) Сопряжение. Плавное сопряжение двух отрезков, дуг или окружностей дугой заданного радиуса осуществляется командой **Сопряжение (Fillet)**.

- постройте сопряжение ранее построенных окружностей диаметром **30** и **40 мм** используя радиус сопряжения **80 мм**.

Command: _fillet

Current settings: Mode=TRIM, Radius=0.0000 (Текущие настройки: Режим=С ОБРЕЗКОЙ, Радиус сопряжения=0.0000, система выдала информацию о текущих настройках сопряжения, указав что радиус сопряжения составляет **0.0 мм**)

Select first object or [Undo/Polyline/Radius/Trim/Multiple]: R [Enter] (Выберите первый объект или [оТменить/полИлиния/раДиус/оБрезка/Несколько]: Д, в нашем случае условием задачи сказано, что радиус сопряжения двух окружностей должен составить **80 мм**, а это значит, что необходимо выбрать опцию «раДиус (Radius)», что позволит изменить текущее значение радиуса сопряжения)

Specify fillet radius <0.0000>: 80 [Enter] (Введите радиус сопряжения <0.0000>: **80**, для установления нового радиуса сопряжения в командной строке вводится значение **80**)

Select first object or [Undo/Polyline/Radius/Trim/Multiple]: (Выберите первый объект или [оТменить/полИлиния/раДиус/оБрезка/Несколько]:, на данный запрос необходимо указать первый объект сопряжения – окружность диаметром **30 мм**)

Select second object or shift-select to apply corner: (Выберите второй объект или нажмите клавишу **shift** при выборе, чтобы создать угол:, на данный запрос необходимо указать второй объект сопряжения – окружность диаметром **40 мм**, в результате система построит требуемую дугу сопряжения с указанным вами радиусом, либо сообщит о том, что сопряжение с данным радиусом невозможно. Опция **Несколько (Multiple)** позволяет в цикле выполнить многократное сопряжение объектов. Опция **полиИлиния (Polyline)** позволяет скруглить заданным радиусом все вершины одной полилинии).

4) Для выполнения следующего задания, постройте два прямоугольника, произвольных размеров, используя команду **Полилиния (_pline)**, и выполните скругление их углов радиусом **5 мм**. Скругление всех углов замкнутого прямоугольника выполните с помощью команды **Сопряжение(_fillet)** используя опцию **полиИлиния (Polyline)**. Но при этом следует помнить, что при построении прямоугольников путем **Полилиния (_pline)** следует замыкать их начальную и конечную точку построения опцией «**Замкнуть (Close)**».

Построение плоской фигуры. Увеличьте третью четверть вашего чертежа и продолжите выполнение работы. Требуется построить пластину с отверстиями и нанести на нее размеры (рис. 29).

1) Построение начинаем с проведения двух взаимно перпендикулярных штрихпунктирных линий (горизонтальной и вертикальной), данные линии будут являться осевыми линиями у вновь создаваемой плоской фигуры.

Чтобы построить штрихпунктирную линию впишите в командной строке **Тип линии (_linetype)**. Появится диалоговое окно **Типы линий (Linetype Control)**, где вы можете просмотреть все возможные типы линий. Выберите штрихпунктирную линию, с длиной штрихов **20-25 мм**.

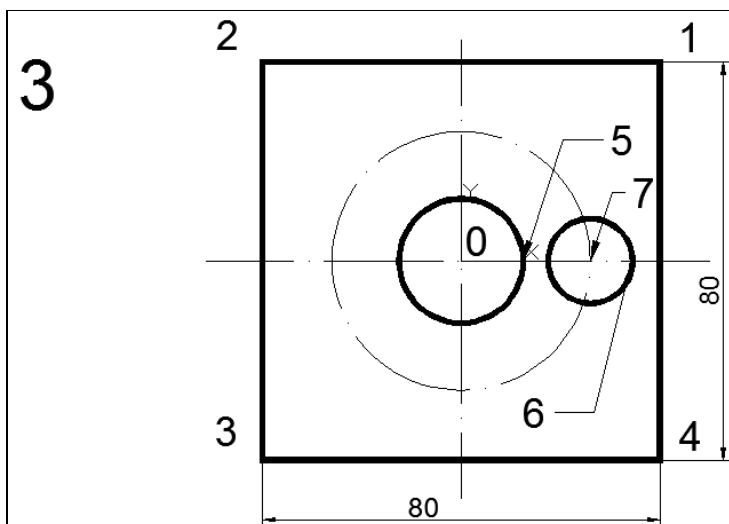


Рис. 29. Построение плоской фигуры

- постройте две взаимно перпендикулярные линии, не забывая, включить режим **Орто (ORTHO)**, чтобы рисование производилось параллельно осям координат.

2) Из точки пересечения двух пересекающихся прямых, осевых линий, используя команду **Окружность (_circle)** постройте окружность диаметром **52 мм**. После чего вновь устанавливаем тип линии «**Сплошная**» для последующего построения объектов.

3) Для удобства построения самой плоской фигуры перенесем начало координат в точку пересечения штрихпунктирных линий. Выполняется это командой **Пользовательская система координат ПСК (UCS)**, которая позволяет задать не только начало новой системы координат, но и положение новых осей **X** и **Y**, что может дать новую плоскость построения. Т.е. из **Мировой системы координат МСК (WCS)**, где ранее выполнялся чертеж, и начало координат, которой находится в нижнем левом углу чертежа, необходимо перейти в точку пересечения ранее построенных отрезков (рис. 29).

- выполните настройку новой **ПСК (UCS)** используя **Сервис→Новая ПСК (Tools→New UCS)**, либо щелкните правой кнопкой мыши на значке **ПСК (UCS)**, после чего откроется специальное контекстное меню, далее выберите команду **Начало (Origin)**, после чего используя объектную привязку Пересечение (Intersection) укажите в точку пересечения отрезков, где и будет установлена новая **ПСК (UCS)**.

4) С помощью команды **Полилинии (_pline)** строим пластину в виде квадрата со сторонами **80 мм**. Идем от точки с координатами **(40,40)** - положение точки **1** относительно

центра новой системы координат, устанавливаем при этом ширину полилиний **0,8 мм**. После чего продолжаем построение сторон пластины, используя ввод относительных координат, в результате строим линии к точкам **2,3,4**, замыкаем полилинию опцией «Замкнуть (Close)». В результате будет построена пластина в форме квадрата со сторонами равными **80 мм**.

5) Строим две окружности диаметрами **17** и **25 мм** используя команду **Полилиния** (**_pline**), опцию «Дуга (Arc)», при этом ширина полилинии должна быть выставлена в **0.8 мм**. Для окружности диаметром **25 мм** за начальную точку принимаем точку 5 (рис. 29) с координатами **X=12.5, Y=0**, а для окружности диаметром **17 мм** началом построения является точка 6 с координатами **X=34.5, Y=0**.

- построение окружностей в режиме **Дуга (Arc)** позволяет отрисовывать полилинией дуговые сегменты с определенной толщиной линии, осуществляя при этом следующий последовательный выбор опций (для нашего случая):
 - **Центр (Center)** - введите цент построения дуг как **0,0** (Для второй окружности центром построения будет точка 7 (рис. 29), являющаяся точкой пересечения осевых линий);
 - **Угол (Angle)** – введите угол **180**;
 - **Замкнуть (Close)** – при выборе данной опции произойдет автоматическое замыкание дуги, после чего будет построена окружность. Данным способом строим обе окружности используя команду **Полилиния** (**_pline**), опцию «Дуга (Arc)» и далее по списку изменяя координаты начальной точки построения;
- создаваемая пластина имеет три окружности диаметром **17 мм**. Построить несколько равномерно расположенных элементов можно с помощью команды **Массив (Array)**, которая позволяет копировать объекты относительно исходного и далее может расположить группы объектов в прямоугольной или круговой структуре.

Вызвать команду можно через строку меню **Редактировать (Modify)→Массив (Array)**, либо введя в командной строке: **_array**. Для построения трех равномерно распределенных окружностей необходимо установить переключатель **Круговой массив (Polar Array)** (рис. 30) и далее осуществить следующий выбор опций:

- **Центр (Center point)** – укажите координаты центральной точки построения массива по оси **X=0, Y=0**;
- **Число элементов (Total number of items)** – укажите общее количество элементов в массиве, включая изначальный объект **3**.
- **Угол заполнения (Angle to Fill)** – укажите размер кругового сектора, который будет отведен для всех элементов массива **360**.
- также не забудьте выделить объект, окружность диаметром **17 мм**, нажав кнопку **Выбор объектов (Select objects)**, в просмотровом окне появятся созданные объекты, после чего нажмите кнопку «**ОК**».

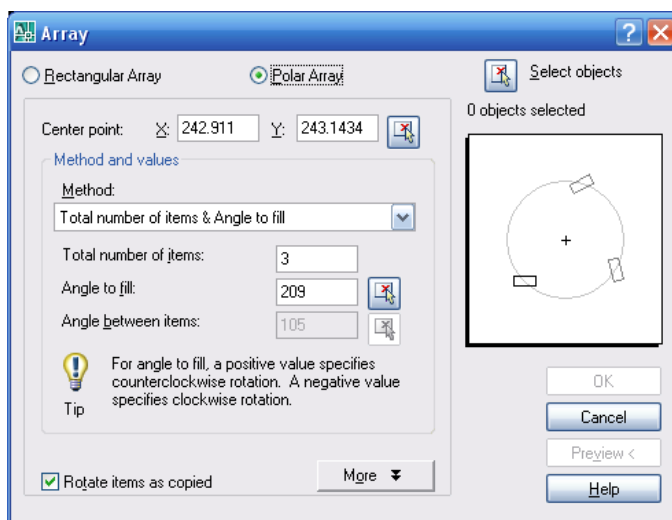


Рис. 30. Параметры **Кругового массива(Polar Array)** в диалоговом окне **Массив (Array)**

По умолчанию система создает ассоциативные массивы, т.е. создается единая группа связанных объектов, однако в процессе работы часто возникает ситуация когда необходимо данные объекты сделать не связными. Для этого можно воспользоваться командой **Расчленив (Explode)** и указать ассоциативный массив, в результате произойдет разбиение группы на отдельные объекты.

6) На углах пластины необходимо построить фаску длиной **5 мм** (рис. 31), используя команду **Фаска (Chamfer)**, данная команда выполняет операцию подрезки двух пересекающихся прямолинейных сегмента, строя при этом новый отрезок, соединяющий

точки подрезки. Вызвать команду можно через строку меню **Редактировать (Modify)→Фаска (Chamfer)**, либо введя в командной строке: **_chamfer**. Структура команды чем-то похожа на структуру команды **Сопряжения (Fillet)**, в данном случае указываются длины отрезков, относительно которых произойдет подрезка сторон пластины.

Command: _chamfer

Current chamfer Dist1=0.0000, Dist2=0.0000 (Параметры фаски Длина 1=0.0000, Длина2=0.0000, указывается текущая длина 1-й и 2-й линии подрезки равная 0.0000)

Select first line or [Undo/Polyline/Distance/Angle/Trim/Method/mUltiple]: (Выберите первый отрезок или

[отменить/полилиния/Длина/Угол/Обрезка/Метод/Несколько];, для построения фаски указанного размера необходимо осуществить выбор опции **Длина (Distance)** – после чего в командной строке указывается **Первая длина фаски – 5** и **Вторая длина фаски – 5**. Далее необходимо указать две пересекающиеся стороны пластины, которые будут подрезаны).

Повторяем несколько раз эту операцию для всех сторон пластины.

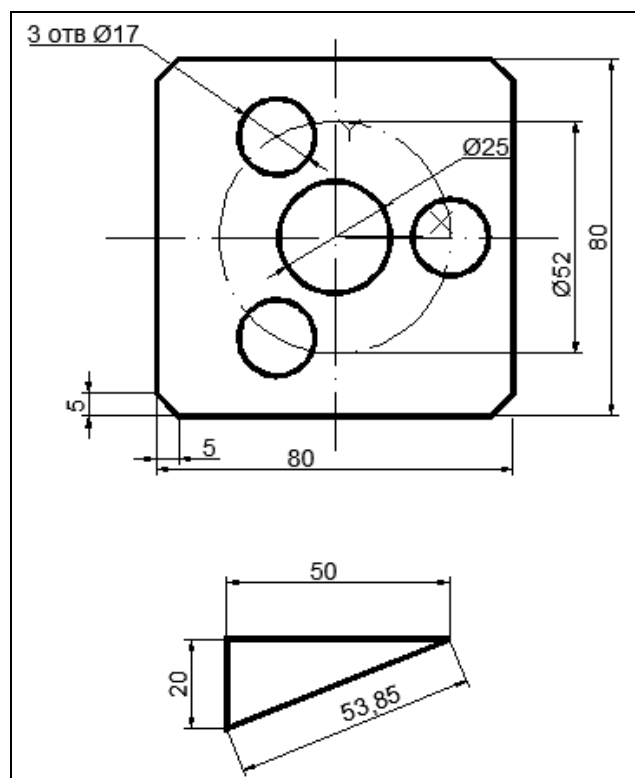


Рис. 31. Готовый вид объектов созданных в 3 четверти

Нанесение размеров. Для нанесения размеров в AutoCAD существует специальная вкладка выпадающего меню **Размеры (Dimension)**, на которой выбирается один из предложенных типов размерных линий. Настройку высоты размерных чисел, длины и типа линий, их расположение можно установить через диалоговое окно **Диспетчер размерных стилей (Dimension Style Manager)**, используя редактирование текущего стиля, для этого нажмите кнопку «**Редактировать (Edit)**», на вкладке **Символы и стрелки (Symbols and Arrows)** установите высоту стрелок 3-4 мм, а на вкладке **Текст (Text)** высоту шрифта 3,5 мм. В соответствии требованиям ГОСТ размерное число должно быть расположено над размерной линией по центру.

- при нанесении размеров на запрос системы о положениях начала первой и второй выносных линий используются средства объектной привязки **Конточка (Endpoint)** и **Пересечение (Intersection)**. AutoCAD производит образмеривание объектов чертежа и автоматически выставляет размерные числа, при нанесении размеров радиуса и диаметра выставляет автоматически знаки **R** и **Ø** соответственно;
- если существует необходимость добавить символ **Ø** самостоятельно, то он зашифрован в AutoCAD как **%%C**, таким образом, чтобы написать **Ø25** надо ввести **%%C25**, либо выбрать символ из палитры символов.

В соответствии с рисунком 24 нанесите размеры на объекты во 2 и 3 четверти.

7) Чтобы закончить построение объектов в данной четверти, выполните построение прямоугольного треугольника с размером катетов **20** и **50 мм**, и нанесите размеры согласно рисунку 31.

Штриховка. Увеличим четвертую четверть чертежа и выполним задание по нанесении штриховки на объекты чертежа (рис. 32).

1) Используя команду **Полигон (Polygon)** постройте произвольный пятиугольник. Отобразите построенную фигуру относительно произвольной оси.

2) Заштрихуйте построенные изображения многоугольников, меняя тип и цвет штриховки. Делается это командой **Штриховка (Hatch)**:

- в открывшемся диалоговом окне надо указать, масштаб, тип и цвета будущей штриховки, а также точку внутри нашего многоугольника **Точка вставки (Pick Points)** или точку на контуре нашего многоугольника, куда будет накладываться штриховка, после чего выбрать примитив (многоугольник) в качестве контура накладываемой штриховки **Выбор объекта (Select Objects)**.

3) Используя команду **Полилиния (Polyline)** построить две проекции коробки, показанные на рисунке 29. Толщину полилинии принять равной **0.8**. Обводку сечения выполнить по порядку **1-2-3-4-5-6-7-8**-и далее опция **«Замкнуть (Close)»**.

Далее необходимо заштриховать полученное изображение, и обозначить для разреза, где проходит секущая плоскость, указав линию разрыва.

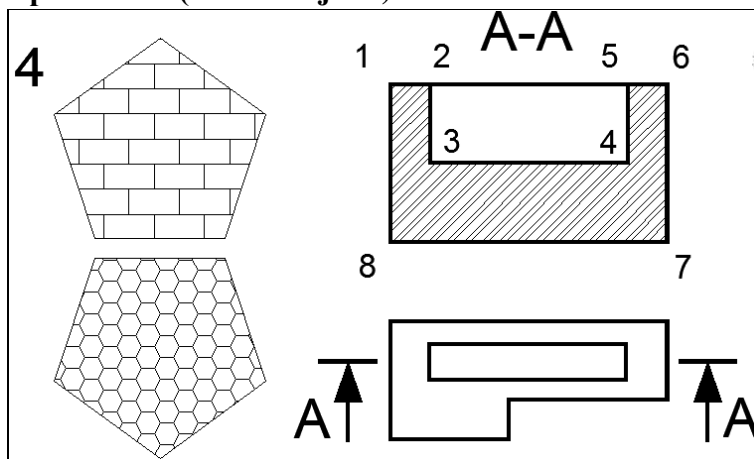


Рис. 32. Выполнение штриховки

Для того чтобы вычертить стрелки при выполнении обозначения разреза, нужно воспользоваться командой **Полилиния (Polyline)**, и далее задать различную начальную и конечную ширину полилинии, например:

Command: _pline

Specify start point:... (Начальная точка:..., используя объектную привязку привяжитесь к середине линии разрыва)

Current line-width is 0.8000 (Текущая ширина полилинии равна 0.8000)

Specify next point or [Arc/Halfwidth/Length/Undo/Width]: W (Следующая точка или [Дуга/Полуширина/длина/Отменить/Ширина]: Ш, в ответ на данный запрос вы указываете опцию «Ширина (Width)»)

Specify starting width <0.8000>: 0 (Начальная ширина <0.8000>: 0, для задания начальной толщины полилинии вы устанавливаете значение в **0 мм**).

Specify ending width <0.0000>: 7 (Конечная ширина <0.0000>: 7, для задания конечной толщины полилинии в командной строке указывается значение **7 мм**)

Specify next point or [Arc/Halfwidth/Length/Undo/Width]:... (Следующая точка или [Дуга/Полуширина/длина/Отменить/Ширина]:..., на данный запрос системы вы должны протягиванием указать на какую длину будет сформирована ваша стрелка, после чего на следующий запрос системы опять изменить ширину линии, установив ее значение в **0,8 мм**, используя опцию «Ширина (Width)»), чтобы сформировать хвостик стрелки).

Заполнение основной надписи. Увеличиваем фрагмент изображения основной надписи. Вписываем в соответствующие строки фамилию студента, преподавателя, аббревиатуру названия кафедры, номер группы и заполняем оставшиеся графы. При выполнении этой части работы воспользуемся режимом ОРТО и командой создания однострочного текста **Рисовать→Текст→Однострочный текст (Draw→Text→Single Text)**. При выполнении надписи «**ПИ1.XXXXXX.001**» следует иметь в виду, что начало текстовой строки находится в правой части, а конец в левой. В этом случае надпись вписывается перевернутой.

Изображение, представленное на рис. 24 – это то, что вы должны получить после выполнения всей выше перечисленной работы.

3. ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №2. Создание чертежа детали

Задание на выполнение лабораторной работы:

Для изучения дополнительных возможностей по созданию чертежей деталей в AutoCAD предлагается выполнить ряд заданий, пример реализации представлен на рисунке 33. Работу по созданию чертежа детали разделим на несколько этапов:

- создание на экране чертежа листа формата **A3 (420x297)**, командой **Отрезок (_line)**, построение внешней рамки командой **Полилиния (_pline)**, настройка рабочего окружения AutoCAD и режимов рисования: **Шаговая привязка – 1 мм** (одинаковый по оси X и Y), **Шаг сетки → 10 мм**;
- вставка таблицы с основной надписью, выполненной по **ГОСТу 2.104-68 «Основные надписи»** и ранее сохраненной в виде блока, точка вставки (**415,5**). Заполнение основной надписи и дополнительной графы на данную работу;
- выполнение обучающего задания: 1. Анализ чертежа; 2. Создание слоев и настройка их свойств; 3. Создание главного вида детали; 4. Создание второго вида детали; 5. Нанесение размеров;
- выполнение индивидуального задания.

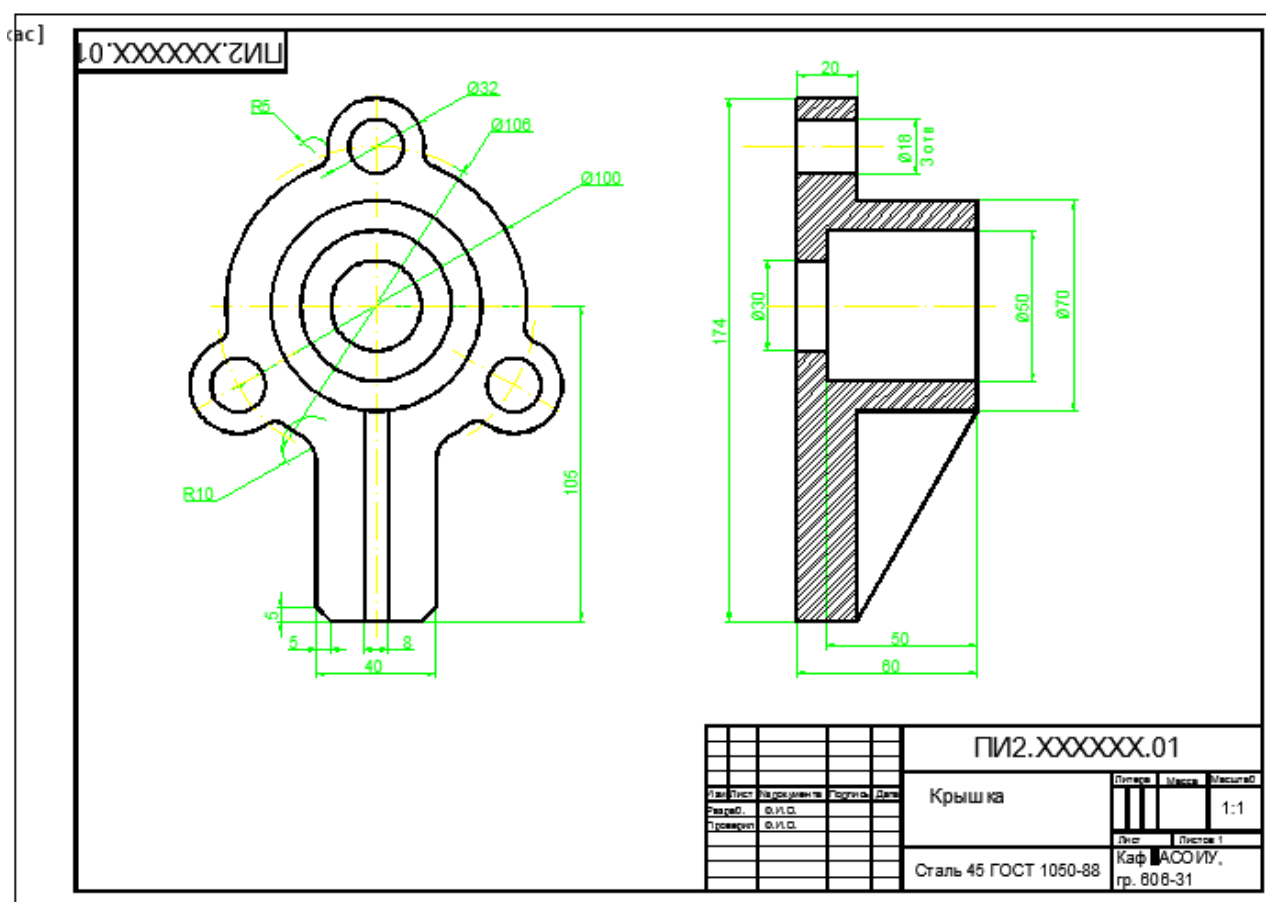


Рис. 33. Готовый чертеж детали

1. Анализ чертежа

Анализируя чертеж детали «Крышка», представленный на рисунке 33 можно сделать вывод, что он содержит: два изображения (главный вид и вид слева с выполненным на нем разрезом); размеры изделия, технические требования, основную надпись и дополнительную графу.

При выполнении изображений детали целесообразно вначале выполнить чертеж в тонких линиях (вспомогательные построения), а затем обвести его. При этом необходимо

воспользоваться такой возможностью AutoCAD, как проведение различных линий (создание объектов) в разных слоях.

2. Создание и выбор текущего слоя

Слой – это условный носитель графической информации с определенными свойствами. Слои можно уподобить прозрачным калькам, которые могут быть наложены друг на друга и из которых в итоге будет составлен чертеж изделия. На разных листах кальки (слоях) располагаются объекты, объединенные по какому-то признаку, например, на одном листе – осевые линии, на другом – вспомогательные построения, на третьем – размеры и т.д. Во всех слоях действительна одна и та же система координат и все связанные в ней параметры.

Число слоев в создаваемом документе не ограничено. Их можно делать видимыми и невидимыми, удалять, переименовывать, менять их свойства: цвет, тип линий и т.п.

Формирование слоев осуществляется командой **Слой (Layers)**, после чего появляются опции позволяющие управлять почти всеми свойствами слоев. Либо выбрать команду из выпадающего меню **Формат→Слой (Format→Layers)**, после чего откроется диалоговое окно **Диспетчер свойств слоев (Layers Properties Manager)** (рис. 34).

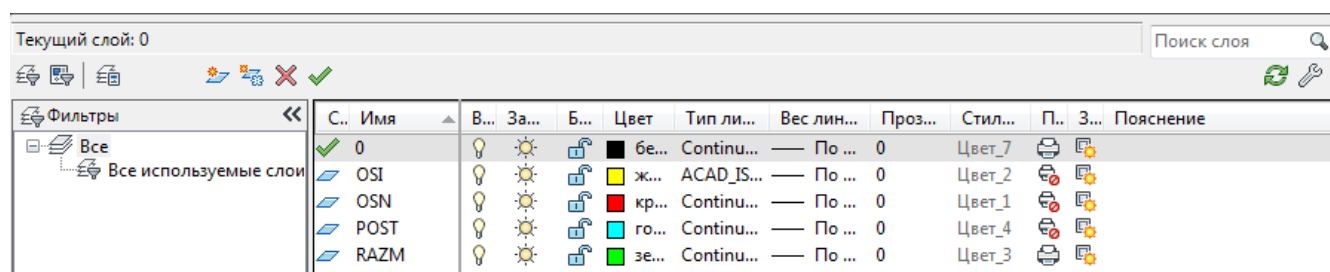


Рис. 34. Диалоговое окно управления слоями

При создании нового рисунка автоматически создается слой, называемый **0** (нулевым), которому по умолчанию присваивается белый цвет, непрерывный тип линии, вес (толщина) линии составляет 0,25 мм, это так называемый установочный слой, он не может быть удален или переименован.

Слои обладают следующими свойствами:

- **Статус (Status)** – указывает тип элемента: используемый слой; пустой слой или текущий. Выбрав тот или другой слой ему можно назначить статус текущего;
- **Имя (Name)** – имя слоя. Состоит из алфавитно-цифровой информации, включающей специальные символы и пробелы. Чтобы изменить имя достаточно щелкнуть по нему левой кнопкой мыши и ввести другое;
- **Вкл (On)** – указывается состояние слоя: включен **Вкл. (On)** или выключен **Выкл. (Off)**. При этом на экране будут отображаться только те примитивы, которые принадлежат видимому слою, однако примитивы, находящиеся в скрытых слоях являются частью рисунка и участвуют в регенерации чертежа. Чтобы изменить состояние слоя, достаточно щелкнуть по лампочке, которая при этом будет то «загораться», то «затухать»;
- **Заморозить (Freeze)** – показывает, заморожен или разморожен слой. По умолчанию каждый слой разморожен, о чем свидетельствует значок в виде солнышка, щелкнув на данном значке мышкой вы делаете данный слой замороженным, появляется значок в виде снежинки. Замораживание означает отключение видимости слоя при регенерации чертежа и исключение из генерации примитивов, принадлежащих данному слою;
- **Блокировать (Lock)** – здесь производится блокировка (значок в виде закрытого замка) или разблокировка слоя (значок в виде открытого замка). Примитивы в заблокированном слое отображаются на экране, но их нельзя редактировать.

Блокированный слой можно сделать текущим, создавать в нем новые объекты, замораживать и применять к его примитивам команды справок и объектную привязку;

- **Цвет (Color)** – в этом столбце указывается цвет, который будет использоваться для всех примитивов на данном слое, у которых в свойствах в качестве цвета указано значение **По слою (ByLayer)**;
- **Тип линии (Linetype)** – задается тип линии для слоя. Он будет использоваться для всех объектов на данном слое, у которых в свойствах в качестве типа линии указано значение **По слою (ByLayer)**;
- **Вес линии (Lineweight)** – указывается толщина линии, будет использоваться для всех объектов на данном слое, у которых в свойствах в качестве веса линии указано значение **По слою (ByLayer)**;
- **Стиль печати (Plot Style)** – указывается стиль вычерчивания объектов на слое;
- **Печать (Plot)** – задается будет ли печататься данный слой при выводе на печать чертежа или нет;
- **Замораживание на новых ВЭ (Freeze...)** – позволяет замораживать выбранные слои на новых видовых экранах.

В лабораторной работе необходимо создать пять слоев, и настроить их свойства:

Имя слоя	Назначение	Цвет	Тип линии
0	Установочный	Белый	Сплошная
OSI	Осевые линии	Желтый	Штрих - пунктирная
POST	Вспомогательные построения	Голубой	Сплошная
OSN	Линии обводки	Белый	Сплошная
RAZM	Размерные линии	Зеленый	Сплошная

Имена существующих слоев удобно просматривать в диалоговом окне **Диспетчер свойств слоев (Layers Properties Manager)** (рис. 34), которое содержит полную информацию о состоянии, цвете и типе линии каждого слоя.

3. Создание главного вида детали

1) Построение осевых линий:

- установите текущим слой **OSI** (Осевые линии);
- по заданным координатам точек с помощью команды **Отрезок (line)** постройте вертикальную (**A1-A2**) и горизонтальную (**A3-A4**) осевые линии (рис. 35);
- введите координаты точек: **A1 (120,90)**; **A2 (120,270)**; **A3 (65,200)**; **A4 (175,200)**;
- постройте окружность **C1** диаметром **106 мм**, используя команду **Окружность (Circle)** с центром в точке **1**, которая является точкой пересечения осевых линий, используя объектную привязку **Пересечение (Intersection)**.

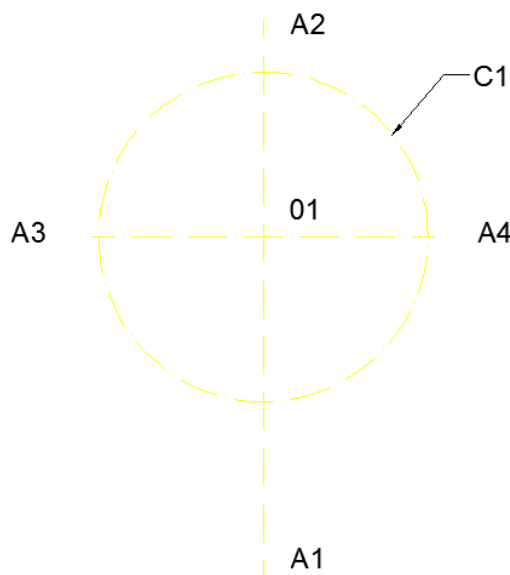


Рис. 35 Построение осевых линий главного вида

2) Вспомогательные построения:

- установите текущим слой **POST**, на котором будет строиться очерк детали;

- установите текущим слой **OSN** (Линии обводки);
- обводку необходимо произвести графическим примитивом **ПОЛИЛИНИЯ (Polyline)** или можно воспользоваться командой **Полилиния (_pline)**, обводите только левую часть детали;
- начинайте обводку от точки **T1**, используя объектный захват точек (**Объектная привязка ...**→**Пересечение (Intersection)** или **Конточка (Endpoint)**) (рис. 38).

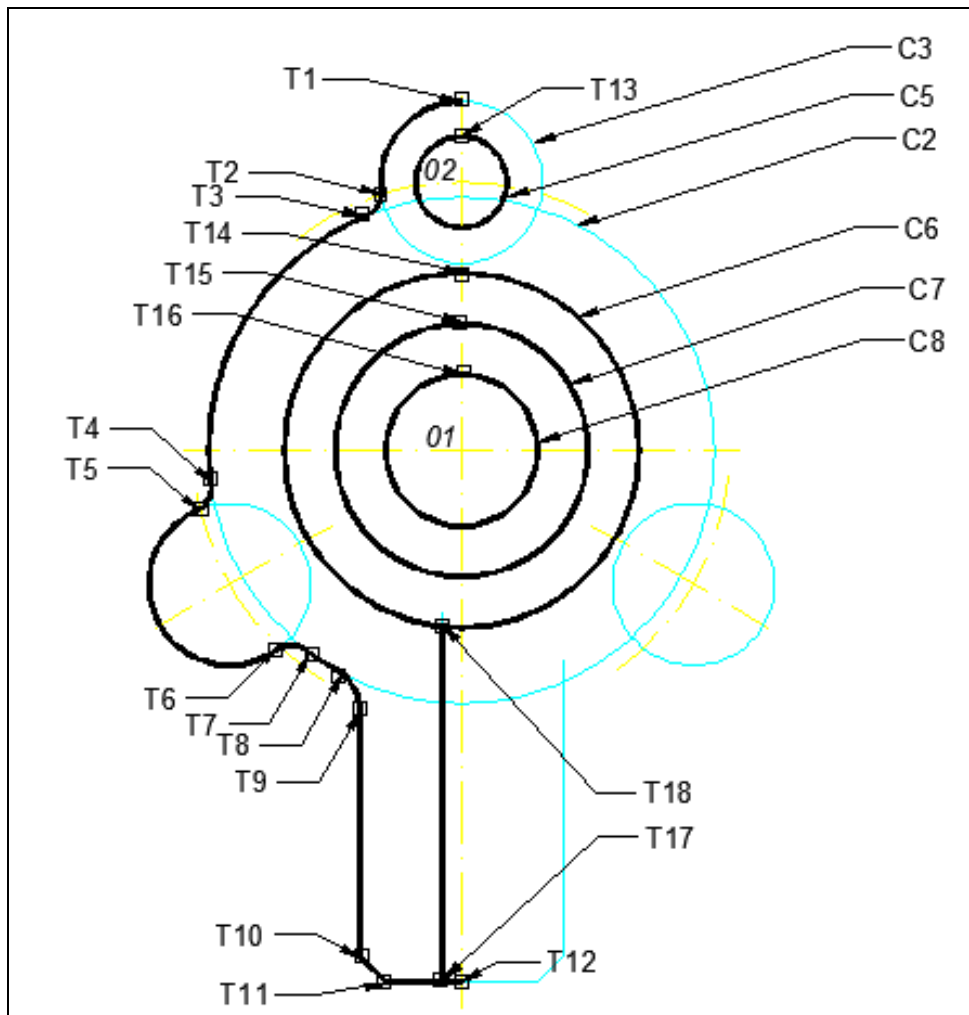


Рис. 38. Построение окружностей и обводки контура

Command: _pline

Specify start point:... (Начальная точка:..., используя объектную привязку **Пересечение (Intersection)** привяжитесь к точке **T1**, нажмите левую клавишу мыши)

Current line-width is 0.0000 (Текущая ширина полилинии равна 0.0000)

Specify next point or [Arc/Halfwidth/Length/Undo/Width]: W (Следующая точка или [Дуга/Полуширина/длина/Отменить/Ширина]: Ш, в ответ на данный запрос вы укажите опцию «Ширина (Width)»)

Specify starting width <0.8000>: 0.8 (Начальная ширина <0.8000>: 0.8, для задания начальной толщины полилинии вы установите значение в **0.8 мм**).

Specify ending width <0.8000>: 0.8 (Конечная ширина <0.8000>: 0.8, для задания конечной толщины полилинии в командной строке укажите значение **0.8 мм**)

Specify next point or [Arc/Halfwidth/Length/Undo/Width]:... (Следующая точка или [Дуга/Полуширина/длина/Отменить/Ширина]:..., на данный запрос системы вы должны используя опцию «Дуга (Arc)», начать формирование дуговых сегментов линии обводки);

- на следующий запрос системы **Конечная точка дуги:** выберите опцию **«Центр (Center)»** – используя объектную привязку **Пересечение (Intersection)** установите прицел в точке **T2** и далее нажмите левую клавишу мыши;
- на следующий запрос системы **Конечная точка:** используя объектную привязку **Конточка (Endpoint)** установите прицел в точке **02** и нажмите левую клавишу мыши;
- на следующий запрос системы **Конечная точка:** используя объектную привязку **Конточка (Endpoint)** последовательно «захватите» точки **T3, T4, T5, T6, T7, T8, T9** и выполните построение дуговых сегментов;
- на следующий запрос системы **Конечная точка:** выберите опцию **«Отрезок (Line)»** и, используя объектную привязку **Конточка (Endpoint)** последовательно выполните построение линейных сегментов «захватывая» точки **T10, T11 и T12.**
- обводим окружности **C5, C6, C7** и **C8**, используя команду **Полилиния (_pline)**, опция **«Дуга (Arc)»**, объектная привязка **Пересечение (Intersection)**, начиная от точек **T13, T14, T15** и **T16**, соответственно (рис. 38). Необходимо учесть, что для построения окружности **C5**, устанавливаете центр в точке **02**, для построения остальных окружностей устанавливаете центр в точке **01**;
- обводим вертикальную линию, используя команду **Полилиния (_pline)**, от точки **T17** к точке **T18**;
- используя команду **Массив (_array)**, можно через строку меню **Редактировать (Modify)→Массив (Array)**, выполните построение еще двух копий окружности **C5**, центр кругового массива в точке **01**;
- закончив обводку левой части изображения, произведите зеркальное отражение всех его объектов относительно вертикальной оси, используя команду **Зеркало (Mirror)**;
- создание главного вида закончено, необходимо приступить к выполнению второго изображения.

4. Создание второго вида детали

1) Вспомогательные построения:

- установите текущим слой **POST** (Вспомогательные построения);
- построение изображения необходимо начать с проведения вертикальных линий, ограничивающих контур изделия **B1-B20** и **B21-B22**, расстояние между которыми **60 мм** (рис. 39). Точки **B1, B20, B21** и **B22** имеют следующие координаты **B1 (260, 268)**, **B20 (260, 95)**, **B21 (320, 268)**, **B22 (320, 95)**;
- постройте вертикальную линию **B2-B19**, зная, что расстояние между точками **B1** и **B2** составляет **20 мм**, и линию **B10-B15**, координаты точек **B10 (270, 225)** и **B15 (270, 175)**, соответственно;
- постройте горизонтальные линии связи от **L1** до **L10**, используя объектный захват точек на главном виде изображения (рис. 39);

2) Построение осевых линий:

- установите текущим слой **OSN** (Линии обводки);
- проведите осевые линии **1-2** и **3-4** (рис. 39).

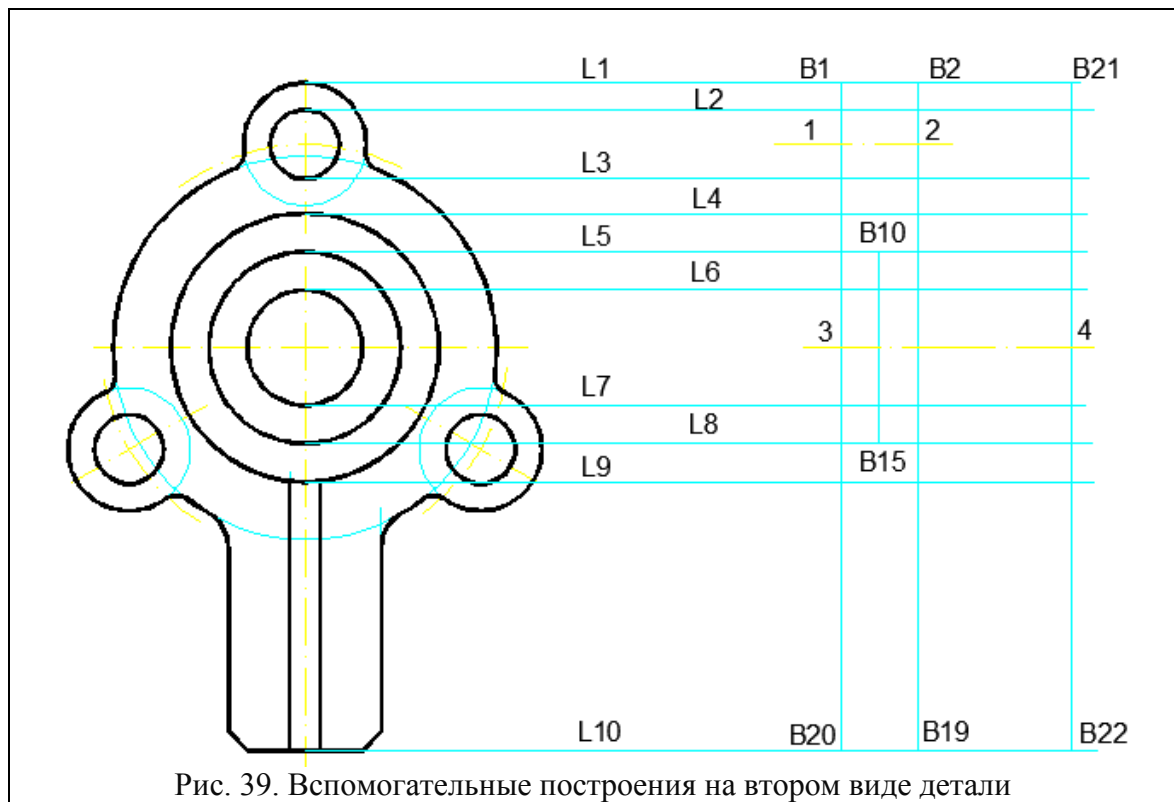


Рис. 39. Вспомогательные построения на втором виде детали

3) Обводка изображения:

- установите текущим слой **OSN** (Линии обводки);
- обводку необходимо произвести используя команду **Полилиния** (**_pline**) в два этапа;

- на первом этапе обведите фигуры, попавшие в секущую плоскость, по контуру каждую отдельно (**B1→B2→B3→B4→B1**), (**B5→B6→B7→B8→B9→B10→B11→B12→B5**), (**B13→B14→B15→B16→B17→B18→B19→B20→B13**) (рис.40). Необходимость этого обусловлена особенностью выполнения штриховки. Контур штриховки должен быть обязательно замкнутым;
- произведите наложение штриховки на созданные контуры, для этого выберите команду **Штриховка** (**Hatch**), где установите соответствующий образец штриховки для заполнения;
- на втором этапе обведите контур изображения детали (**B1→B2→B7→B8→B17→B19→B20→B1**) (рис.40).

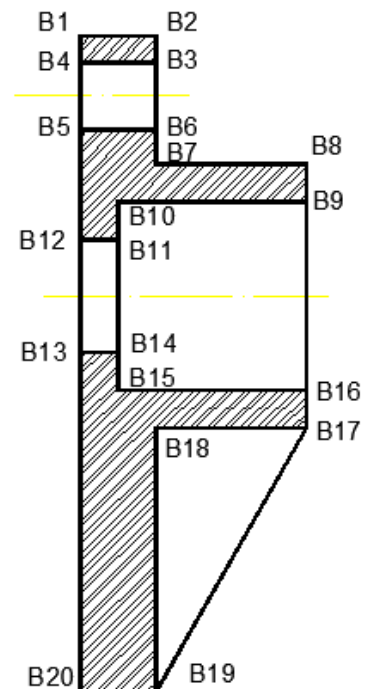


Рис. 40. Построение линии обводки контура

4) Удаление вспомогательных построений:

- для удобства чтения созданного чертежа необходимо удалить с изображения вспомогательные линии построения. Это необходимо сделать, отключив или заморозив слой **POST** (Вспомогательные построения), в котором были выполнены

данные построения. Для этого необходимо выбрать команду из выпадающего меню **Формат→Слои (Format→Layers)**, после чего откроется диалоговое окно **Диспетчер свойств слоев (Layers Properties Manager)**, где необходимо указать соответствующее свойство слоя - **Заморозить (Freeze)** или **Вкл (On)**.

5) Нанесение размеров:

- установите текущим слой RAZM (Размерные линии);
- для нанесения размеров используйте команду меню **Размеры (Dimension)**, на которой выбирается один из предложенных типов размерных линий. Последовательно выполняйте нанесение размерных линий (рис. 33), внимательно отвечайте на запросы системы.

5. Заполнение основной надписи и дополнительной графы

При заполнении основной надписи и дополнительной графы используйте команду **Текст (Text)**. В основную надпись (рис. 41) необходимо внести следующую информацию:

- Наименование детали – **Крышка**
- Обозначение детали – **ПИ2.751620.001**
- Материал – **Сталь 45 Гост 1050-88**

При заполнении дополнительной графы необходимо помнить, что начало текстовой строки находится в правой части, а конец в левой. В этом случае надпись вписывается перевернутой.

					ПИ2.XXXXXX.01				
					Крышка	Литера	Масса	Масштаб	
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата					1:1
Разраб.		Ф.И.О.							
Проверил		Ф.И.О.				Лист	Листов 1		
					Сталь 45 ГОСТ 1050-88	Каф. АСОИУ, гр. 606-31			

Рис. 41. Таблица с основной надписью для лабораторной работы №2

6. Индивидуальное задание

Заключительной частью лабораторной работы является выполнение индивидуального задания согласно указанному преподавателем варианту (рис. 41).

Суть индивидуального задания заключается в построение 2-х видов детали средствами **AutoCAD**, используя способ создания многослойного изображения, нанесение штриховки и размеров.

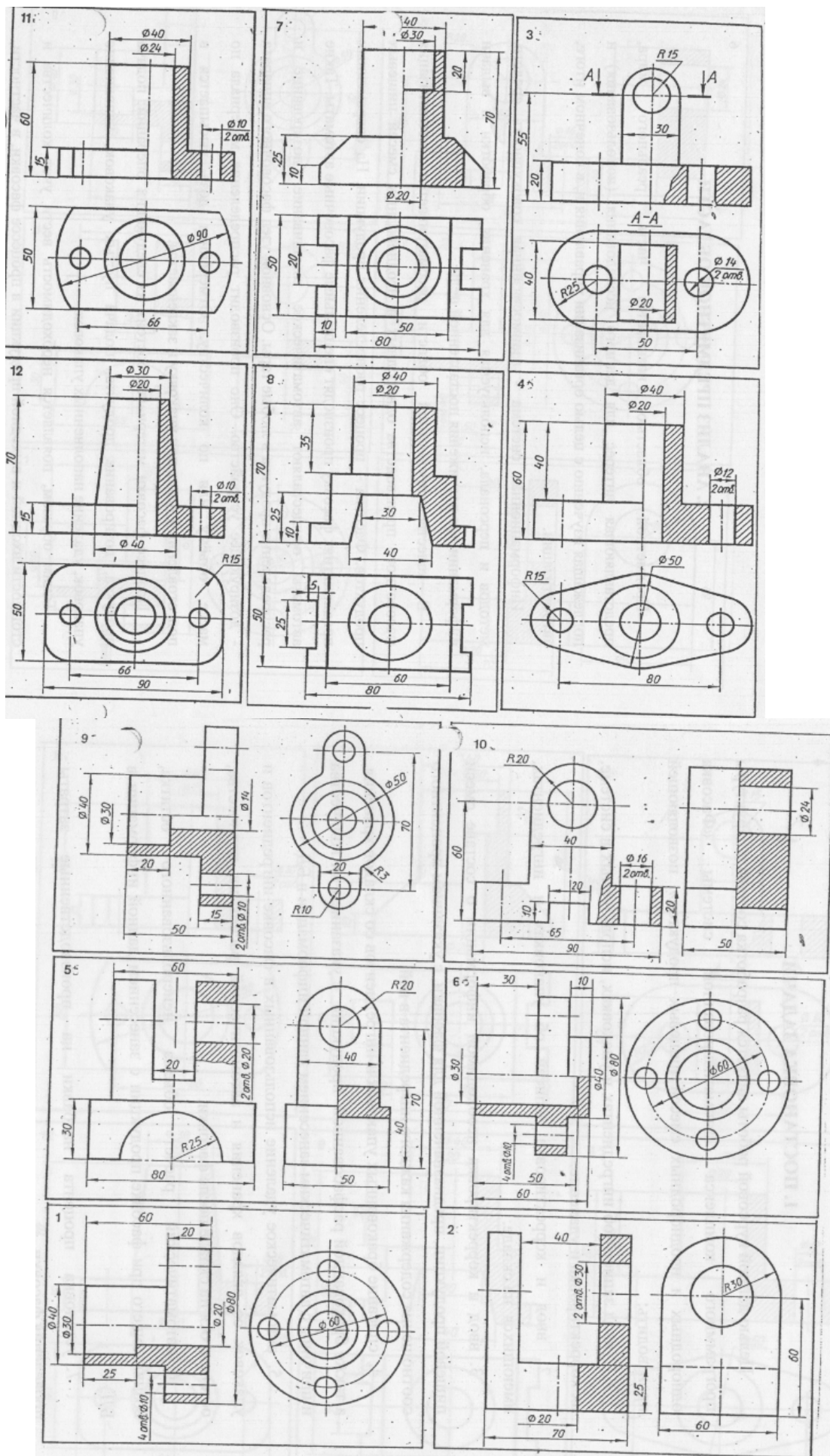


Рис. 41. Варианты индивидуальных заданий

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Машихина Т.П. Компьютерная графика: Учебное пособие /Машихина Т.П. - Волгоград: Волгоградский институт бизнеса, Вузовское образование, 2013 .— 146 с. Книга находится в базовой версии ЭБС IPRbooks.
2. Финкельштейн Э. AutoCAD 2007 и AutoCAD LT 2007. - М.: «Вильямс», 2007. – 1312 с.
3. Погорелов В.И. AutoCAD. Экспресс курс. - СПб: БХВ-Петербург, - 2003. – 352 с.
4. Аввакумов А.А., Жарко Н.В. и др. AutoCAD за 14 часов. Курс молодого бойца. – СПб.: Наука и Техника, 2011. – 240 с.
5. Полещук Н.Н. Самоучитель AutoCAD 2012. - СПб: БХВ-Петербург, - 2011. – 464 с.