



Областное государственное бюджетное профессиональное
образовательное учреждение
«Ульяновский колледж градостроительства и права»

Низамова И.В.

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ
по выполнению самостоятельной работы на тему:

**СОЗДАНИЕ ТВЕРДОТЕЛЬНОЙ МОДЕЛИ
В РАБОЧЕМ ПРОСТРАНСТВЕ «3D МОДЕЛИРОВАНИЕ»
СИСТЕМЫ AutoCAD**

для студентов специальности
08.02.05 «Строительство и эксплуатация автомобильных
дорог и аэродромов»

Ульяновск, 2024

РАССМОТРЕНО

На заседании МЦК математических и общих естественно-научных дисциплин

Протокол № _____ от « _____ » _____ 2024 г.

Председатель МЦК _____ /Низамова И.В./

РЕКОМЕНДОВАНО

к внедрению и использованию в учебном процессе
на заседании Методического совета

Протокол № _____ от _____ 2024 г.

Заместитель директора по НМР _____ /Уханова О.А./

Учебно-методическое пособие предназначено для студентов, выполняющих аудиторную и самостоятельную работу в программе AutoCAD по ПМ 01 МДК 01.04 Информационные технологии в профессиональной деятельности, обучающихся по специальности 08.02.05 «Строительство и эксплуатация автомобильных дорог и аэродромов».

Пособие содержит основные сведения о типах трехмерных моделей, создаваемых в программе, используемых команд для просмотра, отображения, построения и редактирования твердотельных объектов. Приведены примеры создания твердотельных моделей разной сложности при выполнении практических работ, предусмотренных программой МДК 01.04 «Информационные технологии в профессиональной деятельности».

Предлагаемое пособие способствуют развитию у студентов профессиональных компетенций.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	4
1 Рабочее пространство «3D моделирование»	5
2 Системы координат	5
3 Команды просмотра	7
4 Отображение трехмерных объектов	8
5 Твёрдые модели	9
6 Редактирование тел	10
7 Создание твердых объектов	11
Литература	26

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время современные программные графические системы все больше направлены на трехмерное проектирование (моделирование), позволяющее создавать реальные трехмерные модели и на их основе получать двумерные проекции.

В AutoCAD можно создавать три типа моделей трехмерных объектов: каркасные, поверхностные и твердотельные.

Каркасная модель отображается в виде ребер. Модель прозрачна, потому что не содержит поверхностей – граней, скрывающих ребра. Каркасная модель имеет линейные размеры, но не имеет объема.

Поверхностные модели содержат информацию о ребрах и поверхностях, формирующих объем, поэтому они обеспечивают более точное описание объектов. Поверхностная модель имеет объем, но не имеет массы.

Твердотельные модели представляют собой точные копии реальных объектов, так как дают полную информацию о внешних поверхностях, ребрах объекта, объеме и массе объекта. Если монолитную модель разрезать, то станет видно ее внутреннее устройство.

Создание твердотельной модели дает возможность представить изделие в наглядном виде, проверять прочностные свойства проектируемого изделия, получать рабочие чертежи с изображениями всех основных видов, сечений и разрезов.

В результате изучения МДК 01.04 Информационные технологии в профессиональной деятельности, обучающиеся по специальности 08.02.05 «Строительство и эксплуатация автомобильных дорог и аэродромов» должны уметь выполнять чертежи и схемы по специальности с использованием прикладных программных средств и знать моделирование в рамках графических систем.

Пособие содержит информацию о командах, используемых для просмотра, отображения, построения и редактирования твердотельных объектов, рекомендации и последовательность действий при создании твердотельных моделей разной сложности при выполнении практических работ по теме «Трехмерное моделирование», предусмотренных программой МДК 01.04 Информационные технологии в профессиональной деятельности.

Обучающийся должен научиться формировать трехмерную модель, работая с различными трехмерными системами координат, задавать пользовательские системы координат и устанавливать необходимые виды трехмерных моделей.

1 РАБОЧЕЕ ПРОСТРАНСТВО «3D МОДЕЛИРОВАНИЕ»

Начиная с AutoCAD 2007 было разработано и встроено в программу специальное рабочее пространство, предназначенное для трехмерных построений.

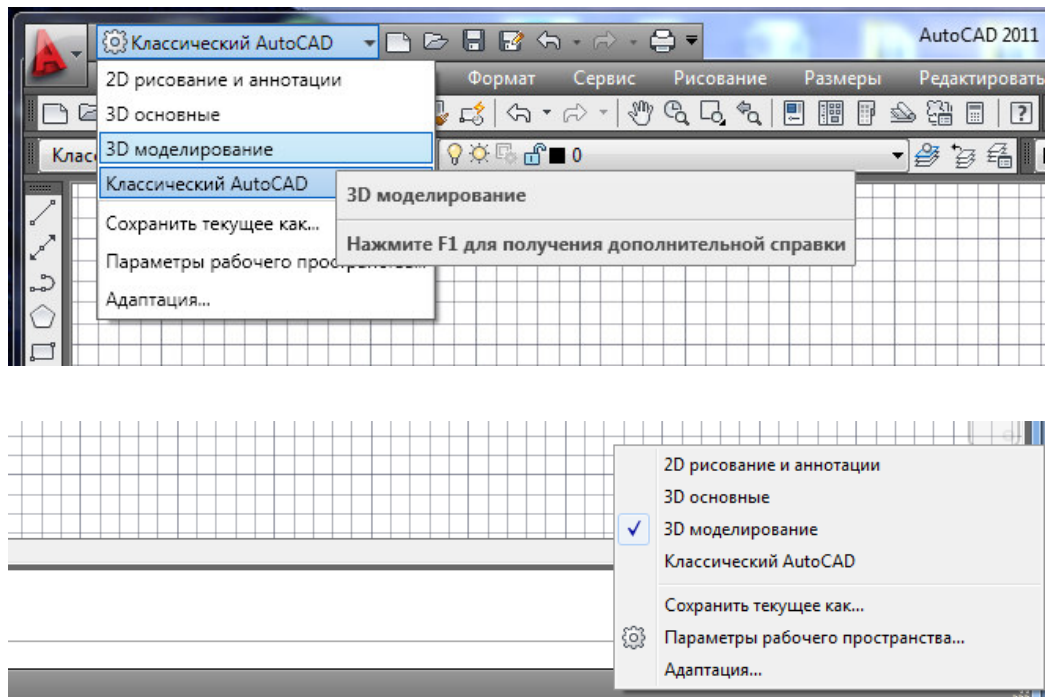


Рисунок 1.1 – Переход в рабочее пространство «3D моделирование»

Перейти в данное рабочее пространство можно либо в процессе загрузки AutoCAD сразу после запуска, либо уже по ходу работы, выбрав его в раскрывающемся списке на панели инструментов **Рабочие пространства** или из строки состояния (Рисунок 1.1).

2 СИСТЕМЫ КООРДИНАТ

Для задания положения отдельных точек в пространстве используется декартова система координат (X,Y,Z), которая называется *мировой системой координат* (МСК) и является текущей.

В мировой системе координат (МСК) точка начала координат находится в левом нижнем углу графической зоны экрана, там же находится знак, определяющий положительное направление осей X и Y.(Рисунок 2.1)

Третья ось (ось Z) МСК расположена перпендикулярно экрану и направлена от экрана к нам.

Для трехмерной графики важно знать, что система в пространстве сориентирована таким образом, что плоскость XY мировой системы координат (МСК) соответствует горизонтальной плоскости и всегда совпадает с плоскостью графического экрана. Плоскость, в которой строятся двумерные объекты, называется *плоскостью построений*.

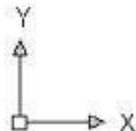


Рисунок 2.1 – Пиктограмма мировой системы координат (стиль 3D)

Значок курсора в режиме трехмерных построений состоит из цветных отрезков, параллельных осям текущей системы координат: отрезок оси X имеет коричневый цвет, отрезок оси Y - зеленый цвет, а отрезок оси Z - синий.

Помимо мировой системы координат в AutoCAD широко используется пользовательская система координат (ПСК).

Пользовательская система координат не имеет ограничений и может быть задана в любой точке пространства, что значительно облегчает построения трехмерных объектов.

Пользовательскую систему координат можно создать, воспользовавшись меню **Сервис – Новая ПСК** (рисунок 2.2). Так же вызвать команду создания новой ПСК можно на вкладках **Главная** и **Вид** (рисунок 2.3)

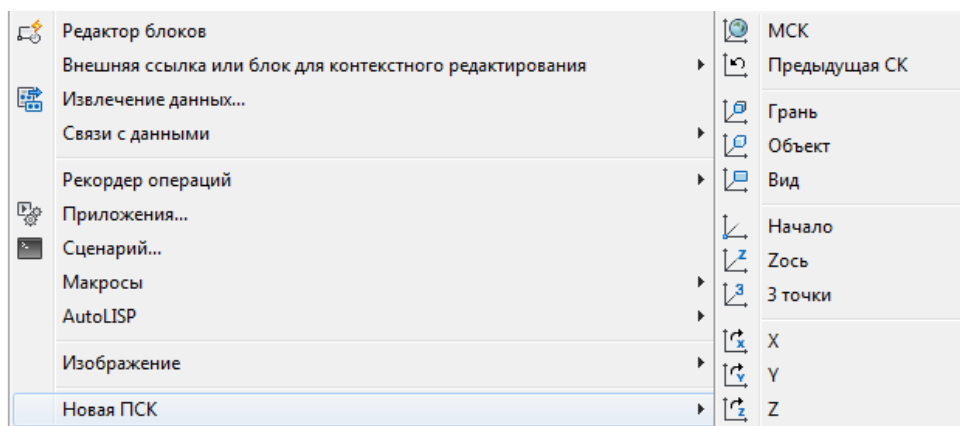


Рисунок 2.2 – Меню создания новой ПСК

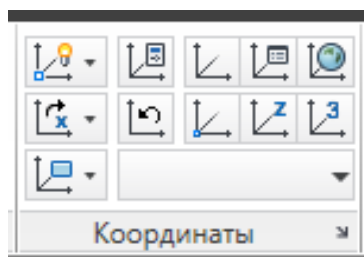


Рисунок 2.3 – Команды создания новой ПСК ленты Главная и Вид

Наиболее часто используются команды создания ПСК:

- с перемещением начала координат (**Сервис – Новая ПСК – Начало**)
- поворот вокруг оси (**Сервис – Новая ПСК – X**)
- построение по трем точкам (**Сервис – Новая ПСК – 3 точки**)

3 КОМАНДЫ ПРОСМОТРА

Для проектирования и просмотра объектов программа AutoCAD предлагает шесть основных видов и четыре изометрических проекции, которые устанавливаются:

меню **Вид – 3D виды** или вкладка **Вид** – панель **Виды** (рисунок 3.1)

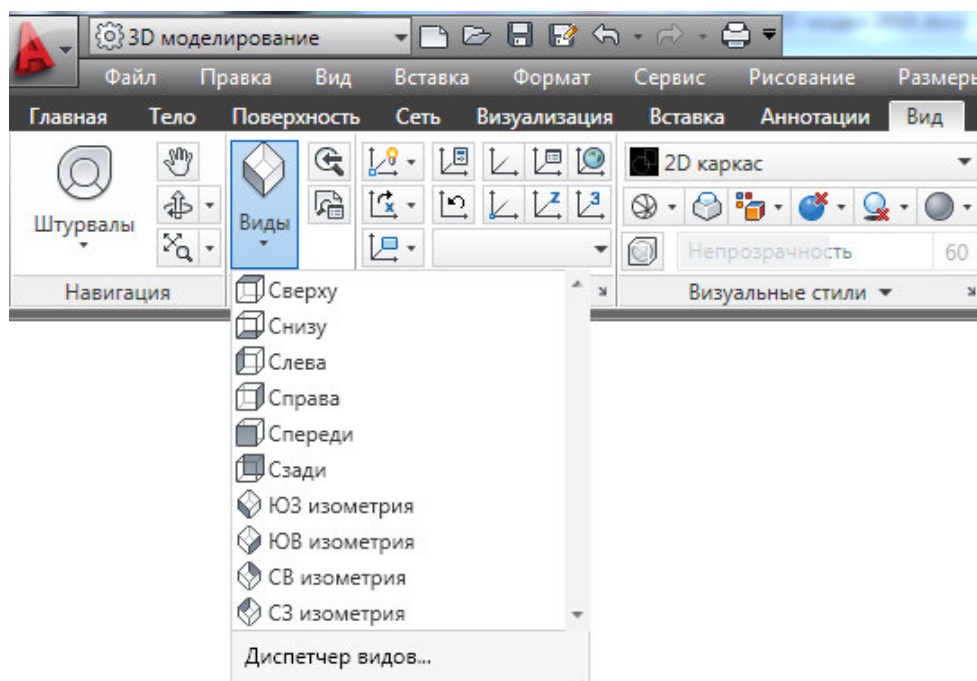


Рисунок 3.1 – Выбор стандартного вида

Итак, можно выбрать один из следующих типовых видов.

- **Сверху** – точка зрения находится над моделью. Это основной вид – вид в плане.
- **Снизу** – объект отображается так, если смотреть на него снизу.
- **Слева** – модель показывается с левой стороны.
- **Справа** - модель показывается с правой стороны.
- **Спереди** – вид соответствует фронтальной проекции на чертежах.
- **Сзади** – модель изображается так, если бы на нее смотрели сзади.
- **ЮЗ изометрия** – юго-западный изометрический вид. В данном случае видны левая, передняя и верхняя стороны модели.
- **ЮВ изометрия** – юго-восточный изометрический вид, пользователю видны правая, передняя и верхняя стороны модели.
- **СВ изометрия** –северо-восточный изометрический вид позволяет увидеть правую, заднюю и верхнюю стороны модели.
- **СЗ изометрия** – северо-западный изометрический вид приближает к пользователю левую, заднюю и верхнюю стороны конструкции.

4 ОТОБРАЖЕНИЕ ТРЕХМЕРНЫХ ОБЪЕКТОВ

Способ отображения модели задается визуальным стилем. Вызвать команду **Визуальные стили** можно, выбрав меню **Вид – Визуальные стили** либо выбрать один из значков на панели **Визуальные стили** вкладки **Вид** ленты (рисунок 4.1).

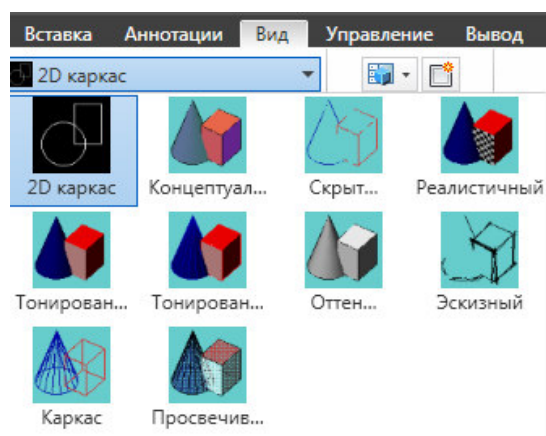


Рисунок 4.1 – Раскрытый список Визуальные стили на вкладке Вид ленты.

По умолчанию в программе имеются 10 различных стилей визуализации.

- **2D – каркас** – объекты отображаются в виде отрезков и кривых, являющихся представлением контуров. Видны растровые и OLE-объекты, учитываются типы и веса линий.
- **Каркас** - объекты отображаются в виде отрезков и кривых, являющихся представлением контуров.
- **Скрытие линий** - объекты отображаются в каркасном представлении; отрезки, изображающие задние грани, скрыты.
- **Реалистичный** – объекты раскрашиваются с учетом присвоенного им цвета или типа материала.
- **Концептуальный** – объекты также заливаются с учетом присвоенного им цвета или типа материала; поверхности сглажены и плавные цветовые переходы.
- **Тонированный** – использование тонирования с плавными переходами.
- **Тонированный с кромками** - использование тонирования с плавными переходами и видимыми кромками.
- **Оттенки серого** - использование тонирования оттенками серого с плавными переходами.
- **Эскизный** – объекты показываются так, как будто нарисованы от руки.
- **Просвечивание** – объекты отображаются частично прозрачными.

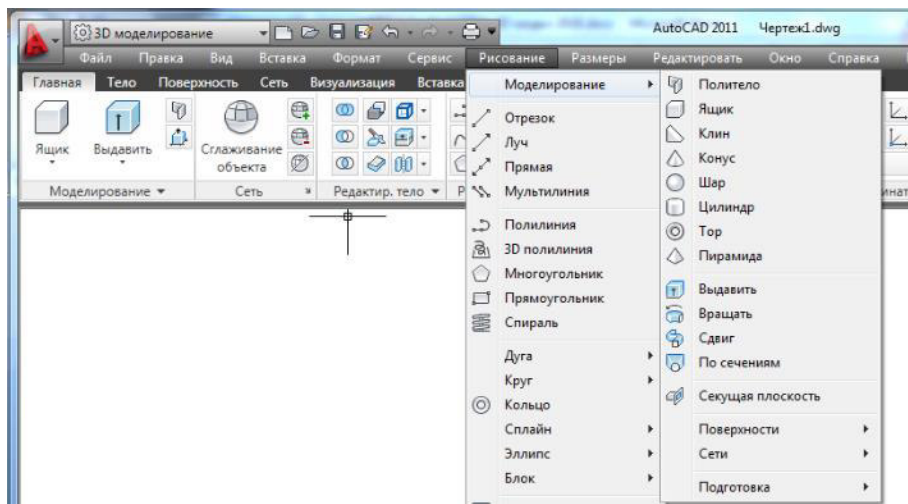
Поэкспериментируйте с отображением модели при различных стилях визуализации, чтобы подобрать наиболее подходящий стиль.

5 ТВЕРДОТЕЛЬНЫЕ МОДЕЛИ

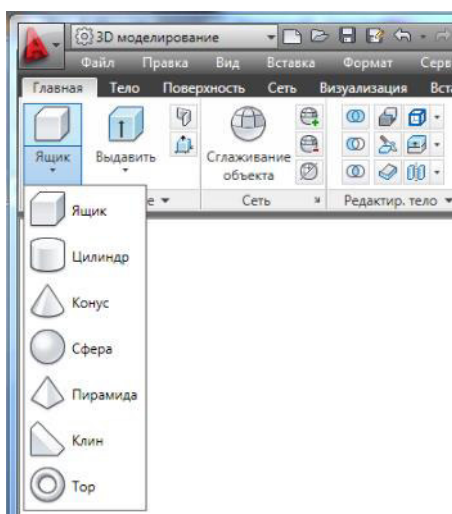
В системе AutoCAD для пространственного моделирования объектов используются:

- Стандартные тела – параллелепипед, цилиндр, конус, сфера, пирамида, клин, тор.
- Объемные тела, полученные в результате выдавливания замкнутого плоского контура на заданную длину или вдоль заданной линии.
- Тела вращения, созданные в результате вращения замкнутого плоского контура вокруг оси.

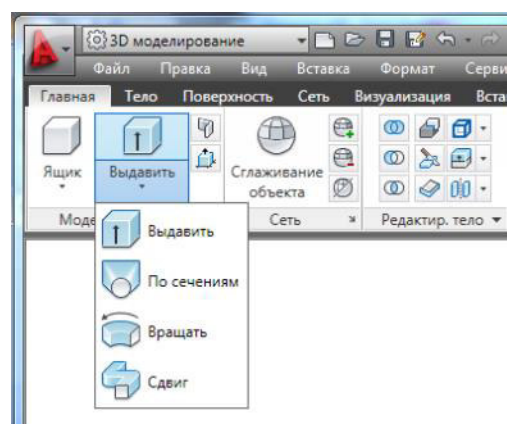
Средства (инструменты) построения тел можно выбрать: в меню **Рисование - Моделирование** и вкладка **Главная** ленты – **Моделирование** (в соответствии с рисунком 5.1 а,б,в).



а)



б)



в)

Рисунок 5.1 – Выбор инструментов построения тел
а) – в меню Рисование – Моделирование; б) - вкладка Главная ленты – Моделирование (выбор стандартных тел); в) – выбор Выдавить и Вращать.

6 РЕДАКТИРОВАНИЕ ТЕЛ

На основе стандартных и простых тел можно создавать более сложные объекты путем их комбинирования. Такие операции называют *булевыми* (логические операции).

Команды для редактирования тел могут быть выбраны:

- Меню **Редактирование – Редактирование тел**,
- вкладка **Главная** ленты **Редактировать тело** (рисунок 6.1),
- вкладка **Тело** ленты – **Логические операции** (рисунок 6.2).

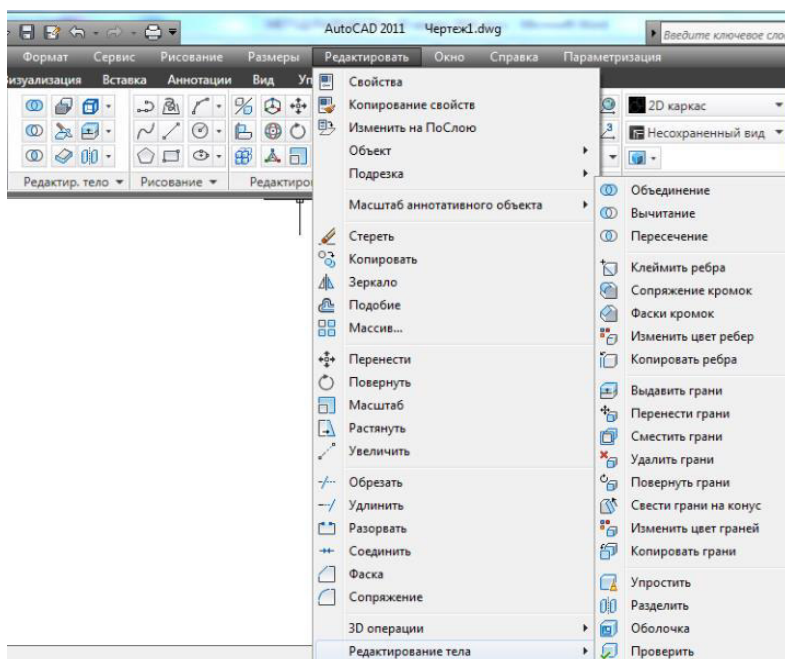


Рисунок 6.1 – Выбор операций редактирования в меню Редактировать – Редактирование тела

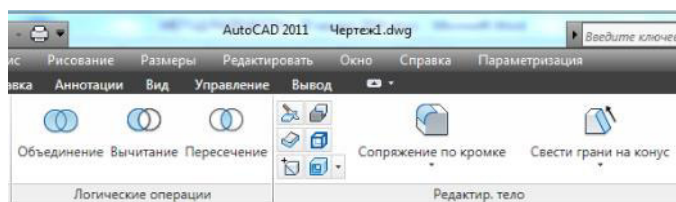


Рисунок 6.2 – Выбор логических операций на вкладке Тело ленты

- **Объединение** – создание объекта сложением нескольких выбранных объектов.
- **Вычитание** – создание отверстий, полостей в твердотельных объектах или для отрезания части объекта.
- **Пересечение** – создание из нескольких пересекающихся объектов один, который является их общей частью.

7 Практическое занятие для выполнения самостоятельной работы СОЗДАНИЕ ТВЕРДОТЕЛЬНЫХ ОБЪЕКТОВ

7.1 Модель 1

Существует несколько способов создания твердотельного объекта. Твердотельную модель можно получить в виде совокупности базовых примитивов, в результате вращения или выдавливания плоского контура или

в результате комбинаций этих способов с использованием булевых операций – объединения, вычитания, пересечения.

Рассмотрим создание модели, изображенной на рисунке 7.1.1

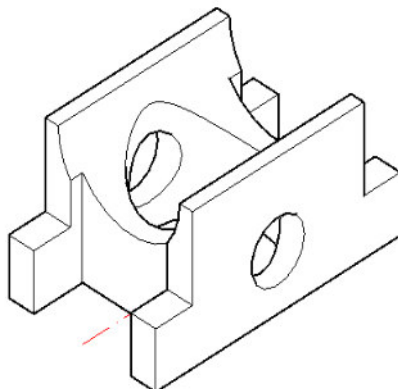
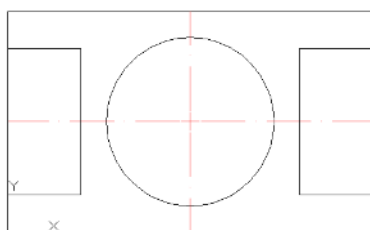


Рисунок 7.1.1- Пример задания

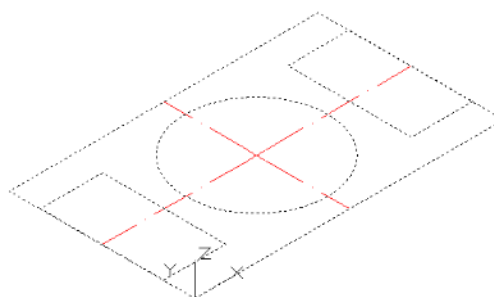
Работу выполняем на формате А3 в следующей последовательности:

7.1.1 Создание замкнутого контура

- Построить в любом месте формата прямоугольник размером 100х60. Команда **Прямоугольник** выбрать в меню **Рисование** или на панели **Рисование** 
- Перенести начало координат в левый нижний угол. Выбрать меню **Сервис – Новая ПСК – Начало**. Использовать объектную привязку при указании точки.
- Провести окружность радиусом 23 мм.
- Построить два прямоугольника размером 20 х 40 в соответствии с рисунком 7.1.2.



а)



б)

Рисунок 7.1.2 - Плоский контур:

а – ортогональная проекция; б – изометрическая проекция.

7.1.2 Выдавливание контура

- Вызвать команду **Выдавить** – меню **Рисование – Моделирование**
- или Лента **Главная**



- Выбрать объекты для выдавливания – 3 прямоугольника и окружность. Для завершения выбора нажать **Enter**.
- Задать высоту выдавливания : **50 мм**, нажать **Enter**. Выдавливание производится вверх, вдоль положительного направления оси **Z**.

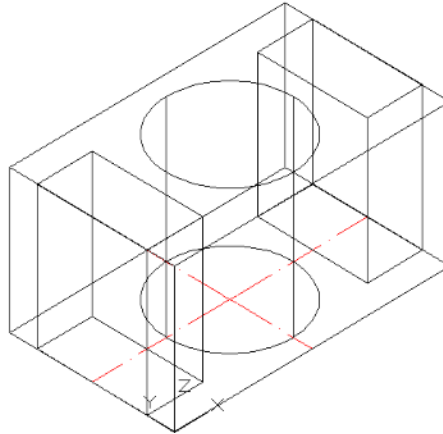


Рисунок 7.1.3 - Выдавливание замкнутого контура. Каркасное представление
7.1.3 Булевы операции. Вычитание.

- Вызвать команду **Вычитание** – меню **Редактировать** – **Редактирование тела** или Лента **Главная**
- На запрос **Выберите объекты:** Выбрать большой параллелепипед для вычитания. Для завершения выбора нажать **Enter**.
- На запрос **Выберите объекты:** Указать два малых параллелепипеда и цилиндр, которые будут вычитаться. Для завершения выбора нажать **Enter**.
- Выбрать в меню **Вид – Скрыть**. Рисунок 7.1. 4

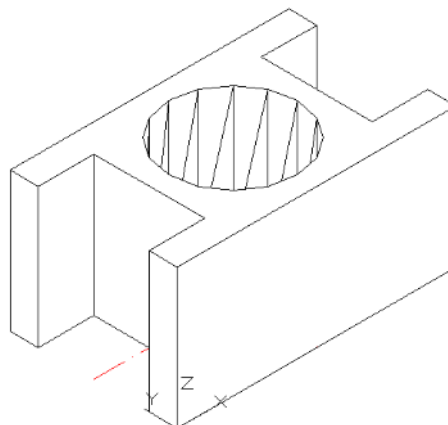


Рисунок 7.1.4 - Модель в режиме удаления невидимых линий

7.1.4 Создание пользовательской системы координат

- Выполнить последовательность **Сервис – Новая ПСК – 3 точки** – построение системы координат по 3 точкам.
- На запрос **Новое начало координат <0,0,0>**: Указать начало координат. Использовать объектную привязку.
- На запрос **Точка на положительном луче оси X <1,0,0>**: Указать точку на положительном направлении оси **X**. Использовать объектную привязку.
- На запрос **Точка на положительном луче оси Y в плоскости XY ПСК <0,1,0>**: Указать точку на положительном направлении оси **Y**. Использовать объектную привязку в соответствии с рисунком 7.1.5.

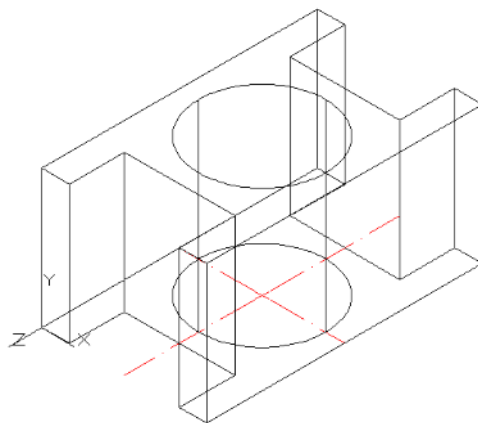


Рисунок 7.1.5 – Создание пользовательской системы координат

7.1.5 Создание замкнутого контура

- Провести окружность с центром 30,50 и радиусом 25 мм в соответствии с рисунком 7.1.6.

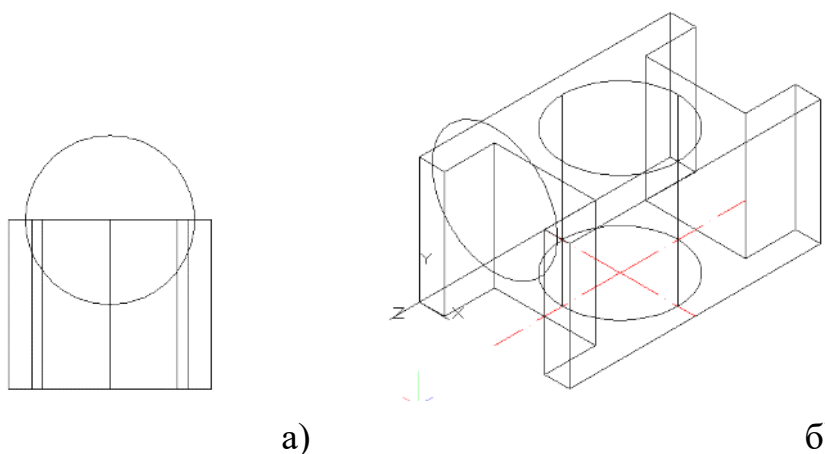


Рисунок 7.1.6 - Плоский контур:

а – ортогональная проекция; б – изометрическая проекция.

7.1.6 Выдавливание контура

- Вызвать команду **Выдавить** – меню **Рисование – Моделирование**

- Выбрать окружность для выдавливания. Для завершения нажать **Enter**
- Задать высоту выдавливания: - 100 мм, **Enter**. Рисунок 7.1.7

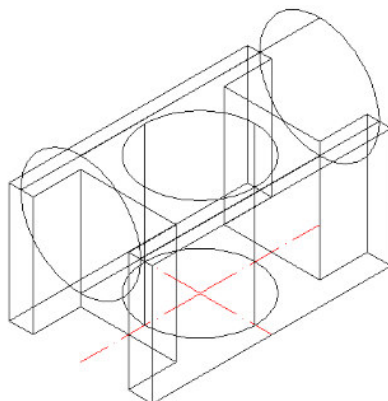


Рисунок 7.1.7 - Выдавливание контура

7.1.7 Булевы операции. Вычитание.

- Вызвать команду **Вычитание** – меню **Редактировать** – **Редактирование тела** или Лента **Главная**
- На запрос **Выберите объекты:** Выбрать параллелепипед для вычитания. Для завершения нажать **Enter**
- На запрос **Выберите объекты:** Указать цилиндр, который будет вычитаться. Для завершения нажать **Enter**.
- Выбрать в меню **Вид – Скрыть**. Рисунок 7.1.8

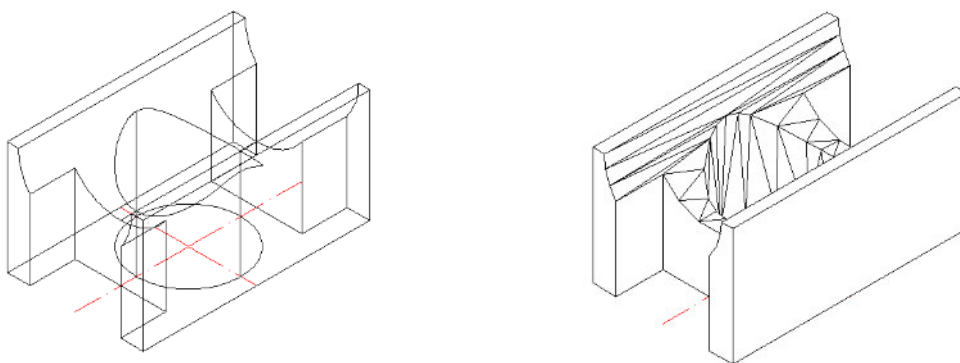


Рисунок 7.1.8 - Модель в режиме удаления невидимых линий

7.1.8 Создание пользовательской системы координат

- Выполнить последовательность **Сервис – Новая ПСК – 3 точки** – построение системы координат по 3 точкам.
- На запрос **Новое начало координат <0,0,0>**: Указать начало координат. Использовать объектную привязку.

- На запрос **Точка на положительном луче оси X <1,0,0>**: Указать точку на положительном направлении оси X. Использовать объектную привязку.
- На запрос **Точка на положительном луче оси Y в плоскости XY ПСК <0,1,0>**: Указать точку на положительном направлении оси Y. Использовать объектную привязку в соответствии с рисунком 7.1.9.

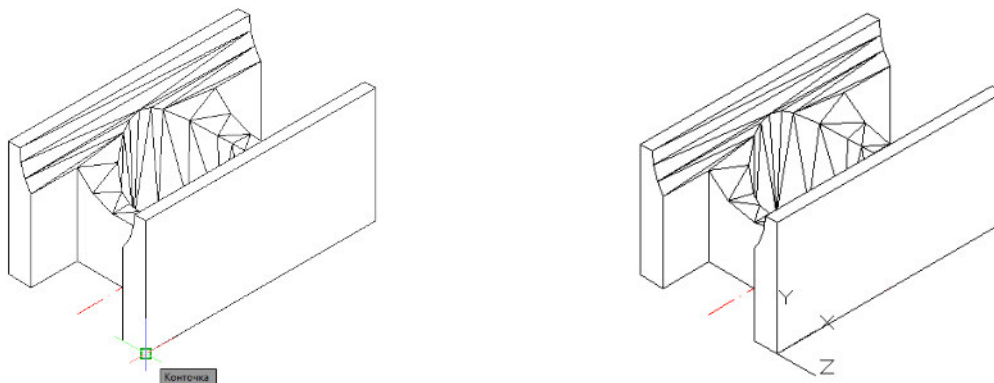


Рисунок 7.1.9 - Создание пользовательской системы координат

7.1.9 Создание замкнутого контура

- Построить 2 прямоугольника размером 15 x 30 мм. Использовать объектную привязку.
- Провести окружность с центром 50,20 и радиусом 11 мм. Рисунок 7.1.10.

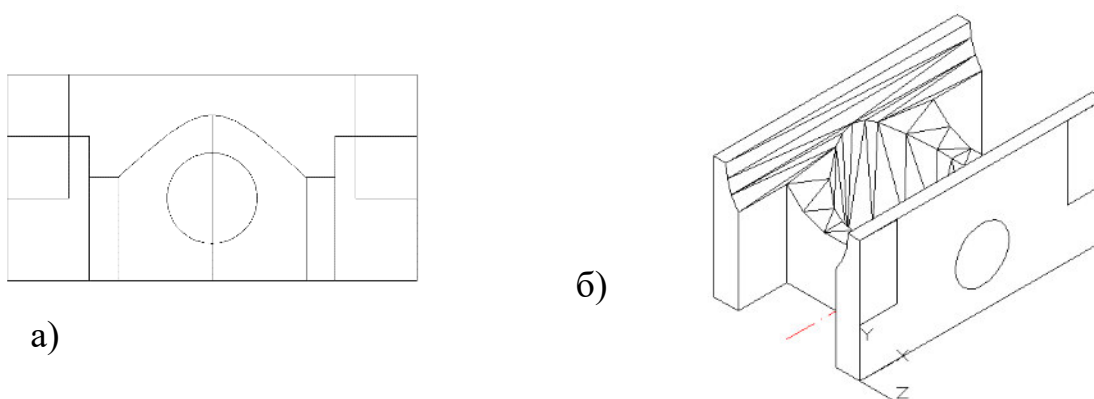


Рисунок 7.1.10 - Плоский контур:

а – ортогональная проекция; б – изометрическая проекция.

7.1.10 Выдавливание контура

- Вызвать команду **Выдавить** – меню **Рисование – Моделирование**
- Выбрать окружность и 2 прямоугольника для выдавливания. Для завершения нажать **Enter**
- Задать высоту выдавливания: - 60 мм. Для завершения нажать **Enter**.

Рисунок 7.1.11

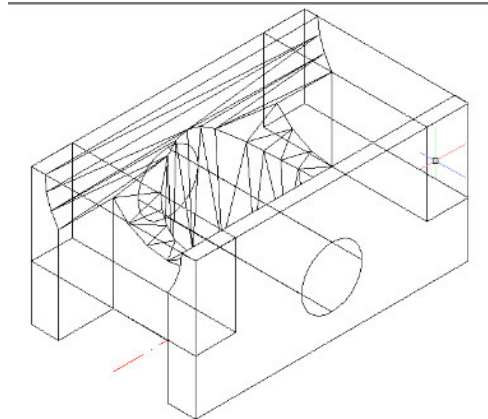


Рисунок 7.1.11 - Выдавливание контура

7.1.11 Булевы операции. Вычитание.

- Вызвать команду **Вычитание** – меню **Редактировать** – **Редактирование тела** или Лента **Главная**
 - На запрос **Выберите объекты:** Выбрать параллелепипед для вычитания. Для завершения нажать **Enter**
 - На запрос **Выберите объекты:** Указать 2 созданных параллелепипеда и цилиндр, которые будут вычитаться. Для завершения нажать **Enter**.
 - Выбрать в меню **Вид** – **Визуальные стили** – **Концептуальный**.
- Рисунок 7.1.12

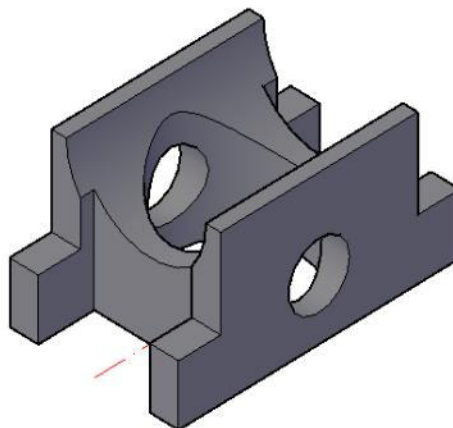


Рисунок 7.1.12 - Твёрдотельная модель детали

7.2 Модель 2

Какую бы сложную форму не имела деталь, ее надо рассматривать как совокупность простейших геометрических тел или их частей.

Построим модель, представленную на рисунке, предварительно выполним следующие действия:

- Проанализируем модель, которую будем создавать, разобьем ее на элементарные тела (примитивы).
- Создадим новый слой **Модель**, сделаем его текущим.
- С учетом габаритных размеров модели по длине и ширине зададим лимиты чертежа: левый нижний угол – **0,0**, правый верхний – **140,120**. Впишем установленное поле в графическую зону экрана, для этого выполним **Вид ⇒ Зумирование ⇒ Все**.
- Установим шаг привязки – 1, шаг сетки – 5 и включим режимы **Шаг** и **Сетка**
- Сохраним файл с присвоением имени **Твердотельная модель**.

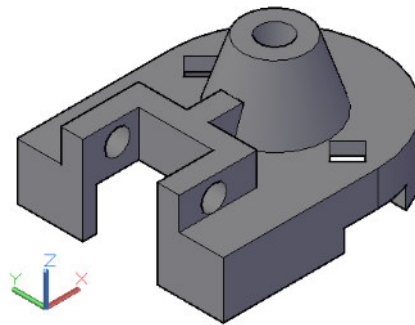


Рисунок 7.2.1 – Твердотельная модель

7.2.1 Построение основания детали

- Создать пользовательскую систему координат, поместив точку начала координат в точку **90,60**. Выбрать меню **Сервис – Новая ПСК – Начало**. Сохранить созданную ПСК под именем **Низ основания**. Выбрать меню **Сервис – Именованные ПСК...** В диалоговом окне на вкладке **Именованные ПСК** курсор поместить в поле имен ПСК на имя «**Без имени**» - щелкнуть правой кнопкой мыши и в контекстном меню выбрать **Переименовать** – ввести имя ПСК **Низ основания** – щелкнуть по кнопке **Установить – ОК**.
- Создать слой **Оси** и установить тип линии - штрихпунктирная. Начертить две осевые, проходящие через точку начала координат - **90,60** вдоль осей X и Y. В случае необходимости изменить масштаб линий на **0.5**.

- Слой **Модель** сделать текущим. Вычертить по размерам наружный контур основания командой **Полилиния** (рисунок 7.2.2а.)
- Командой **Разорвать в точке** сделать разрыв полилинии в точке **А**. Аналогичное действие выполнить в точке **В**.
- Командой **Подобие** на расстоянии 6 мм внутрь от наружного контура построить внутренний контур в соответствии с рисунком 7.2.2б

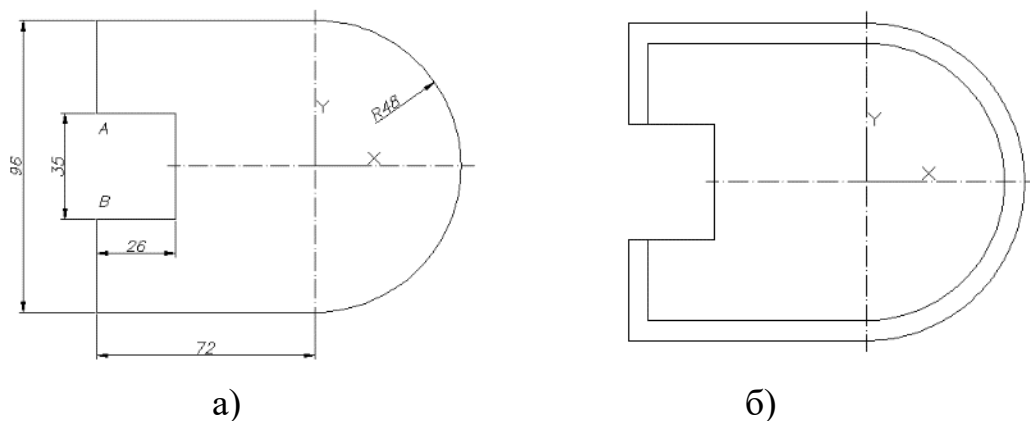


Рисунок 7.2.2 - Построение низа основания детали,
а) – наружный контур основания с размерами; б) – внутренний контур.

- Командой **Область** преобразовать наружный контур в область.
- Командой **Контур** создать область из внутреннего контура (предварительно отключить слой **Оси**). Выбор команд выполнить в меню **Рисование**.
- Командой **Выдавить** (меню **Рисование** – **Моделирование**) выдавить наружный контур на 26 мм, а внутренний на 20 мм.
- Для наглядности установить **Юго-Западную изометрию** (Вид -3D виды - ЮЗ изометрия).
- Командой **Вычитание** из наружного тела вычесть внутреннее.

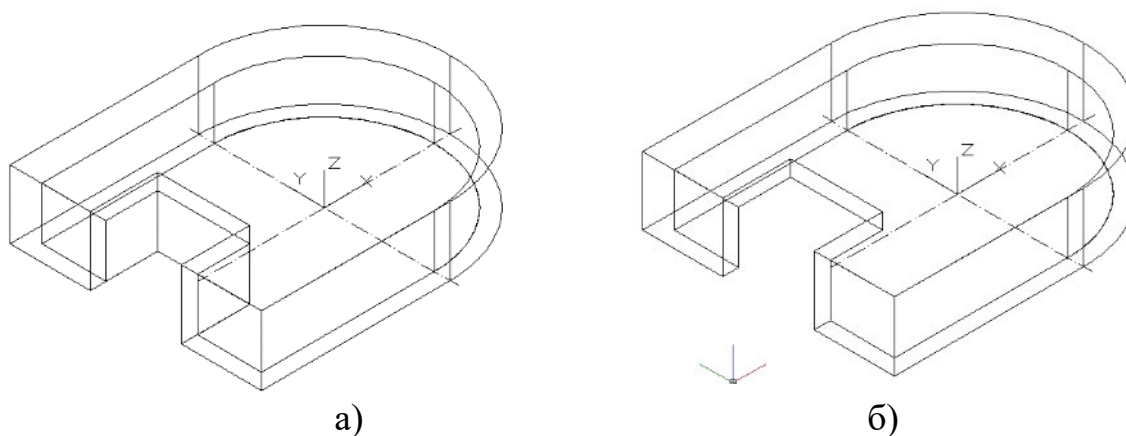
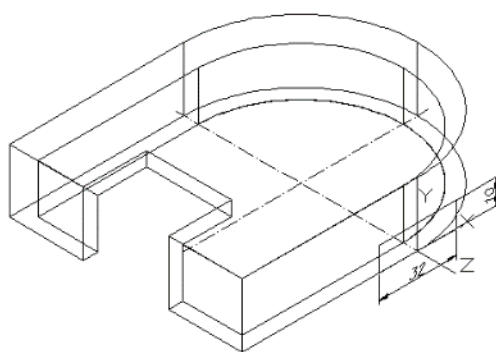


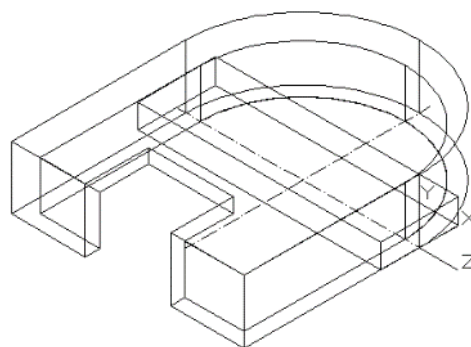
Рисунок 7.2.3 – Применение команды Вычитание

а) – два тела до выполнения команды Вычитание; б) – одно тело после выполнения команды Вычитание.

- Выполнить призматический паз в основании детали. Для этого создать новую ПСК. Выбрать в меню **Сервис – Именованные ПСК...** В диалоговом окне на вкладке **Ортогональные ПСК** выбрать **Спереди** и щелкнуть по кнопке **Установить – ОК**;
- Перенести новую ПСК на переднюю грань детали. Выбрать меню **Сервис – Новая ПСК – Начало**. Использовать объектную привязку **Конточка** в плоскости нижнего основания детали в соответствии с рисунком 7.2 .4а.



а)



б)

Рисунок 7.2.4 – Построение паза

а) – применение опций ПСК Спереди и Начало; б) – создание параллелепипеда командой Выдавить.

- Командой **Полилиния** построить прямоугольник по заданным размерам 32x10 (рисунок 7.2.7а) и командой **Выдавить** выдавить его на высоту (-100), т.к. в текущей ПСК ось Z направлена на пользователя.
- Командой **Вычитание** из тела основания вычесть призму. Рис. 7.2.5

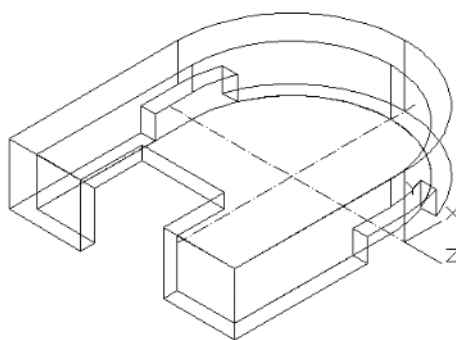


Рисунок 7.2.5 – Результат действия команды Вычитание.

- В плоскости верхнего основания выполнить призматические отверстия: для этого вернуться к сохраненной (именованной) ПСК Низ основания;
- Скопировать оси в плоскость верхнего основания детали;
- Перенести ПСК Низ основания в верхнюю плоскость основания детали в точку пересечения осей опцией **Начало** и сохранить вновь созданную ПСК под именем **Верх основания**.
- Командой Многоугольник построить квадрат с центром в точке **0,34** диаметром описанной окружности **6** и повернуть его на угол **45**.
- Выдавить квадрат на (- 6 мм) и скопировать полученное тело на расстояние **@0, -68** относительно центра квадрата;
- Вычесть призмы из основания (рисунок 7.2.6). Для наглядности использована команда в меню **Вид - Скрыть**.

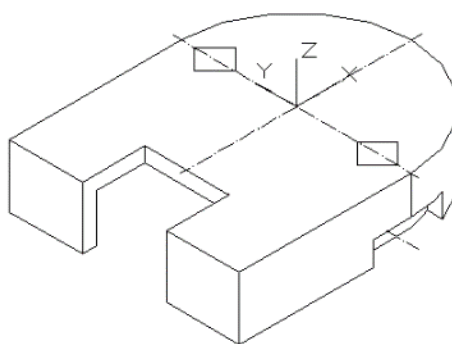


Рисунок 7.2.6 – Заключительный этап построения основания

7.2.2 Построение верхней части детали

- Текущую ПСК повернуть вокруг оси **X** на **90** в соответствии с рисунком 7.2.7а.
- Для создания усеченного конуса в текущей ПСК построить полилинией замкнутый четырехугольник из точки **0,0**. На рисунке

7.2.7б показана полилиния с размерами, взятая в качестве исходного профиля для тела вращения.

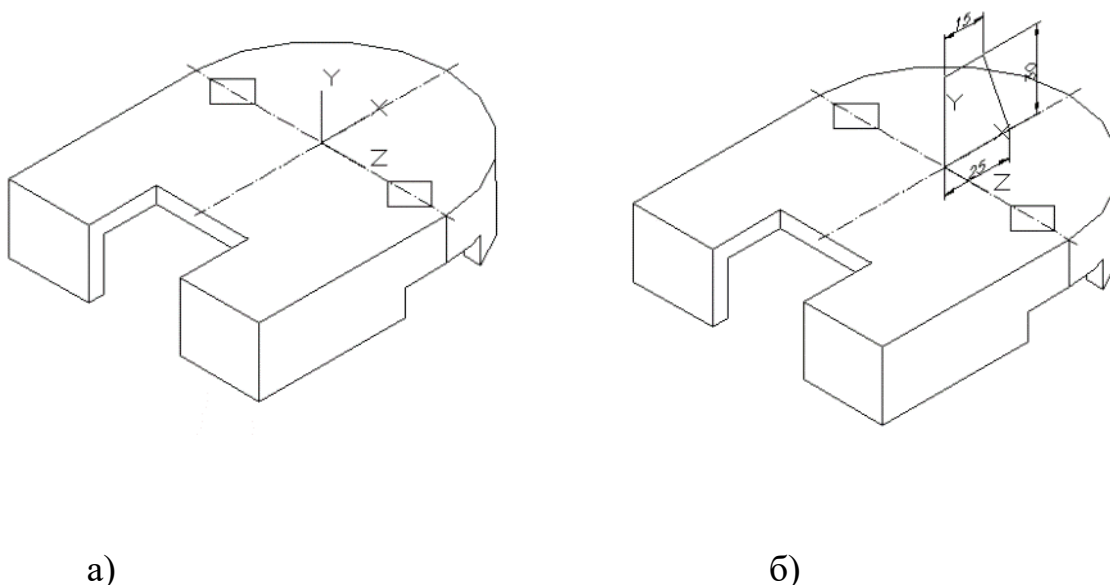


Рисунок 7.2.7 – Построение конуса

а) поворот оси X на 90; б) построение полилинией исходного профиля.

- Командой **Вращение** повернуть исходный профиль вокруг оси Y на 360 и объединить его с основанием детали командой **Объединение**. Теперь это твердотельный объект.
- Установить: меню **Вид – 3D виды – Вид в плане – Текущая ПСК**.
Рисунок 7.2.8

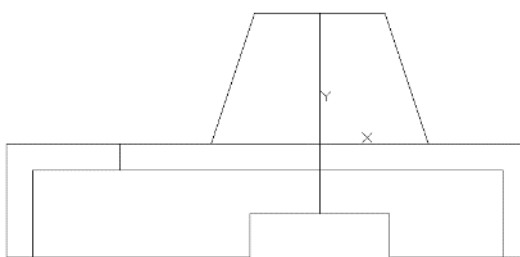


Рисунок 7.2.8 – Вид в плане Текущей ПСК

- Выполнить отверстия в теле детали, состоящее из сферы и цилиндра. Командой **Сфера** из центра **0,-6** (относительно текущей ПСК) вычертить сферу (твердотельную). Команду выбрать **Рисование – Моделирование**.
Цилиндр построить аналогично конусу вращения: построить прямоугольник из точки начала координат со стороной основания равной радиусу цилиндра 7.5 мм (по оси X) и высотой (по оси Y) равной высоте конуса или чуть больше в соответствии с рисунком 7.2.9а.

- Командой **Вращение** повернуть прямоугольник вокруг оси **Y** на 360. Рисунок 7.2.9б.
- Командой **Вычитание** вычесть сферу и цилиндр из тела детали в соответствии с рисунком 7.2.9в.
- Результат построений можно посмотреть установив Юго-западную изометрию и использовать команду **Скрыть**. Рисунок 7.2.9г.

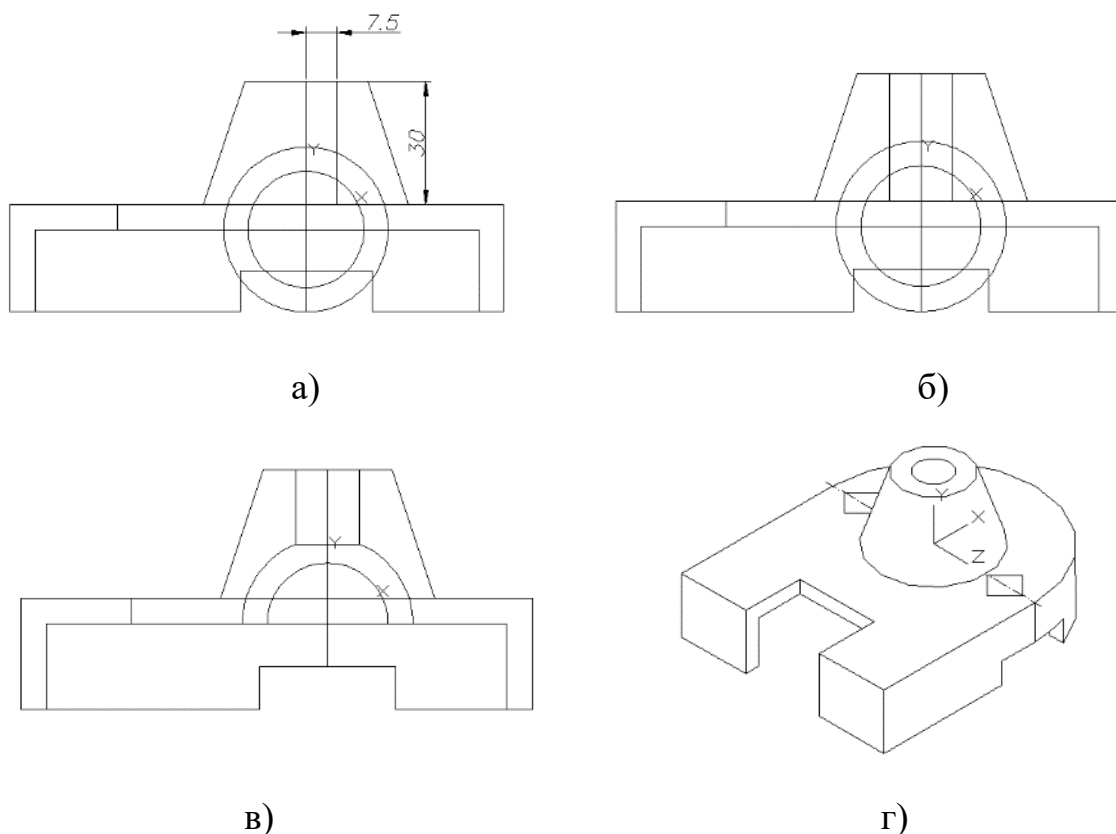


Рисунок 7.2.9 – Построение цилиндра и сферы

7.2.3 Построение выступа

- Создать новую ПСК: использовать **Сервис – Новая ПСК – 3 точки** – построение системы координат по 3 точкам.
- Указать начало координат с использованием объектной привязки, указать точку на положительном направлении оси **X**, указать точку на положительном направлении оси **Y** в соответствии с рисунком 7.2.10а
- Установить вид сверху: меню **Вид – 3D виды – Вид в плане – Текущая ПСК**. Рисунок 7.2.10а
- Вычертить командой **Полилиния** плоскую фигуру (на рисунке 7.2.10б выделена толстой линией). Вид сверху можно не устанавливать, построения производить на изометрической проекции.
- Выдавить построенную плоскую фигуру на высоту 15 мм. Объединить созданные тела. Результат представлен на рисунке 7.2.10в. Использовать команду **Скрыть**.

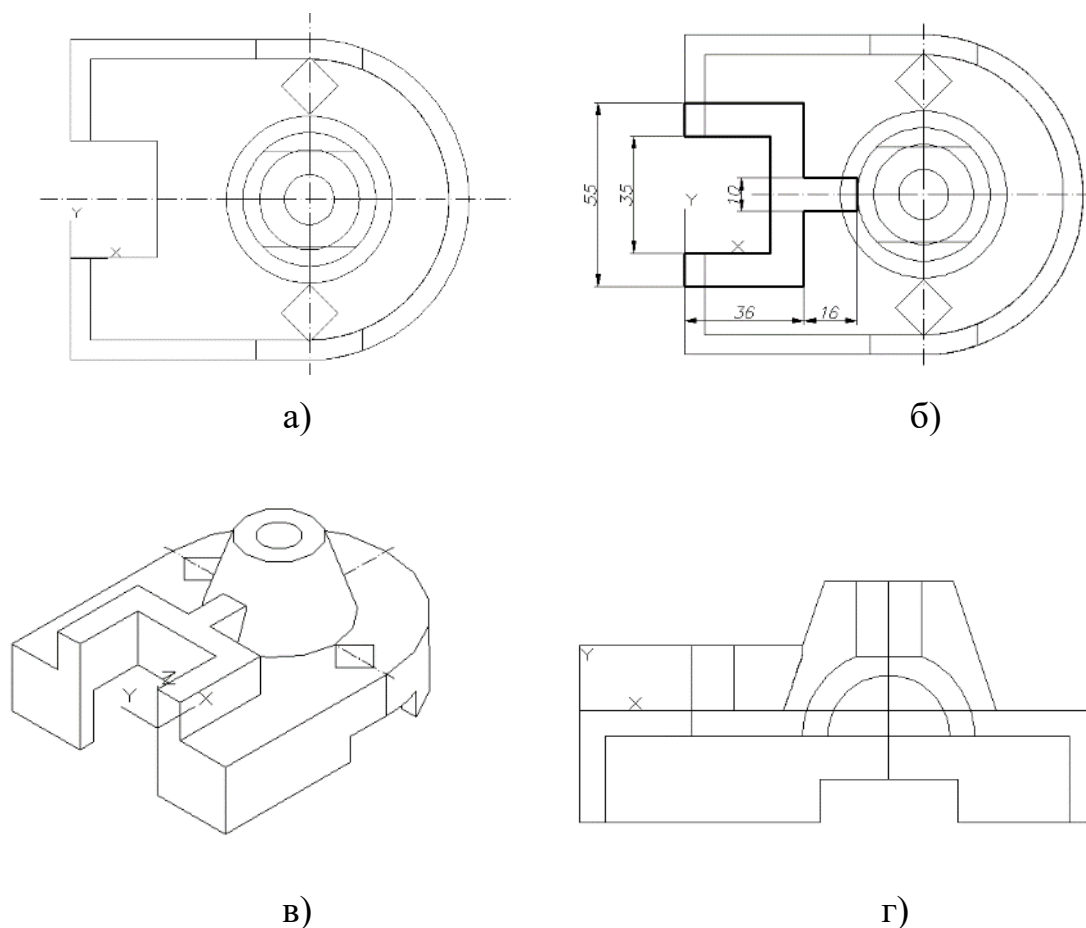
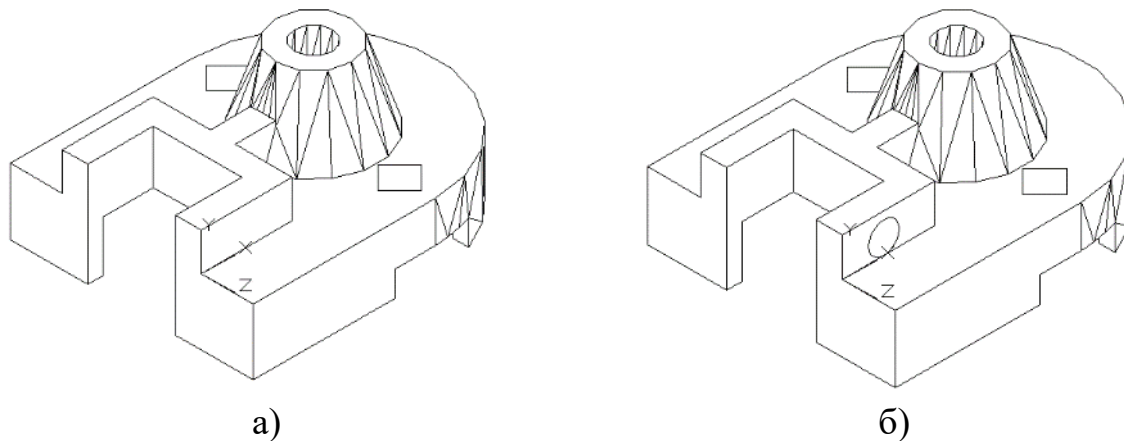
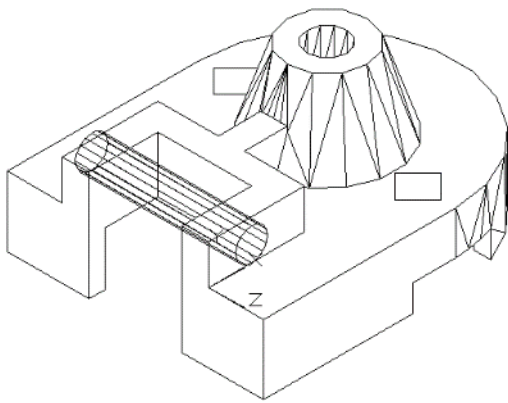


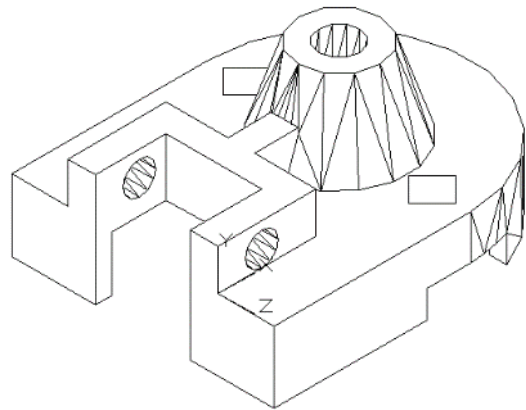
Рисунок 7.2.10 – Построение выступа детали

- Повернуть текущую ПСК на 90° вокруг оси **X** и установить **Вид в плане**: меню **Вид – 3D виды – Вид в плане – Текущая ПСК**.
- Возвратиться в юго-западную изометрию и перенести **ПСК** опцией **Начало** на переднюю грань выступа в соответствии с рисунком 7.2.11а.
- В текущей ПСК вычертить окружность с центром **16,6** и радиусом **6** мм в соответствии с рисунком 7.2.11б.
- Выдавить на высоту минус **60** мм в соответствии с рисунком 7.2.11в.
- Вычесть полученный цилиндр из основной детали в соответствии с рисунком 7.2.11г.





в)



г)

Рисунок 7.2.11 – Построение отверстий в выступе

На рисунке 7.2.11г показан окончательный результат всех построений с применением команды **Вид – Скрыть** (системная переменная DISPSILH =0)

Контрольные вопросы:

1. Какие типы трёхмерных моделей используются в AutoCad для представления реальных объектов?
2. Приведите сравнительную характеристику достоинств и недостатков каркасных, поверхностных и монолитных моделей.
3. Опишите команды и их опции для отображения и просмотра трёхмерных объектов.
4. Дайте характеристику методам ввода координат, поддерживаемых AutoCad.
5. Что представляют собой фильтры точек?
6. Какие системы координат используются в AutoCad?

ЛИТЕРАТУРА

Боголюбов С.К. «Инженерная графика: учебник для средних спец. уч. зав. – М.: Изд-во: Машиностроение, 2006, 2009.

Жарков Н.В. AutoCAD 2011: официальная русская версия. Эффективный самоучитель. – СПб.: Наука и Техника, 2011

Миронов Р. С. Индивидуальные задания по курсу черчения – М., Высшая школа, 2002

Орлов А. AutoCAD 2014 (+CD с видеокурсом) – СПб.: Питер, 2014.- 384с.: ил.

Погорелов В.И. AutoCAD 2009: 3D – моделирование, СПб., ВХВ-Петербург, 2009 -400с., ил.

Полищук Н., Савельева В. Самоучитель AutoCAD 2009. Трехмерное проектирование. - СПб., ВХВ-Петербург, 2009 -416 с.: ил.