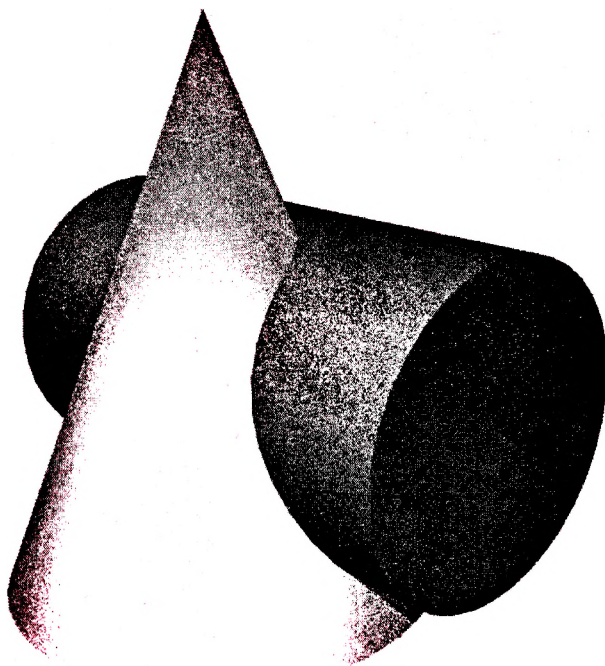


МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ
«БРЕСТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

КАФЕДРА НАЧЕРТАТЕЛЬНОЙ ГЕОМЕТРИИ
И ИНЖЕНЕРНОЙ ГРАФИКИ

Методические указания
к выполнению лабораторной работы
по начертательной геометрии на тему
«Моделирование задачи
на пересечение поверхностей»
для студентов технических специальностей



Брест 2013

УДК 621.391:514:76(075.8)

В методических указаниях рассмотрена структура геометрического моделирования, приведен аппарат моделирования в системе автоматизированного проектирования AutoCAD применительно к образованию поверхностей.

На примере задачи на пересечение поверхностей рассмотрен алгоритм формирования ортогональных и аксонометрических проекций из трехмерной модели. Приведен образец оформления лабораторной работы.

Данные методические указания могут быть использованы студентами дневной и заочной форм обучения на лабораторных занятиях по начертательной геометрии, а также для самостоятельной работы студентов.

Составители: Якубовская О.А., к.т.н.
Уласевич З.Н., к.т.н., доцент
Уласевич В.П., к.т.н., доцент
Шалобьта Н.Н., к.т.н., доцент

Рецензент: начальник отдела РУП «Институт БелНИИС» –
Научно-технического центра (г. Брест), к.т.н. Лебедь В.А.

Оглавление

1. Структура геометрического моделирования.....	4
2. Настройка рабочего пространства в AutoCAD	5
3. Моделирование геометрических тел.....	7
3.1 Моделирование базовых твердотельных элементов формы	7
3.2 Моделирование поверхностей вращения.....	8
3.3 Моделирование прямых и наклонных призм и цилиндров с помощью команды «Выдавить».....	9
3.4 Моделирование наклонных конусов и пирамид с помощью команды «По сечениям».....	11
3.5 Моделирование пересечения поверхностей	13
4. Создание ортогональных и аксонометрических проекций из 3D-модели	14
4.1 Подготовка пространства листа.....	14
4.2 Создание ортогональных проекций.....	15
4.3 Создание аксонометрической проекции	17
4.4 Создание чертежа проекций	18
5. компоновка и оформление чертежа.....	19
Литература	21

Лабораторная работа

«Моделирование задачи на пересечение поверхностей»

Цель работы: исследование различных случаев пересечения поверхностей посредством создания и изучения их трехмерных моделей в системе автоматизированного проектирования AutoCAD.

Задание: В соответствии с заданным вариантом необходимо:

1. Создать трехмерную модель двух пересекающихся поверхностей.
2. Из трехмерной модели получить плоскостные чертежи ортогональных проекций и аксонометрической проекции.
3. Оформить чертеж на формате А3 с использованием приложения СПДС GraphiCS.

1. Структура геометрического моделирования

Моделирование – это один из основных способов исследования реальных процессов и явлений, который используется практически во всех областях научных знаний. По сути, геометрическая и математическая модели, плоский чертеж реального объекта – это равноценные его модели, используемые для исследования тех или иных свойств [1, 2, 3].

В частности геометрическое моделирование позволяет изучать пространственные формы, отношения, закономерности и свойства объектов.

Структурная схема геометрического моделирования включает в себя четыре основополагающих компонента (рис. 1):

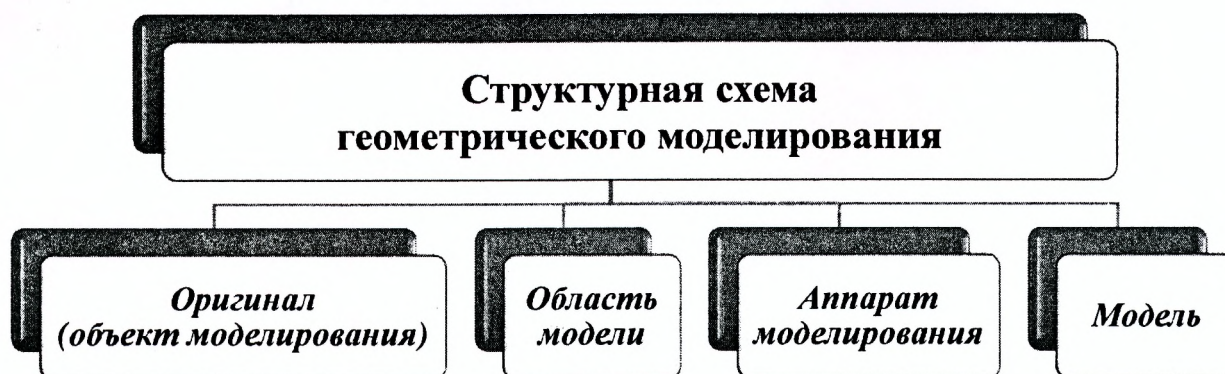


Рисунок 1 – Структурная схема геометрического моделирования

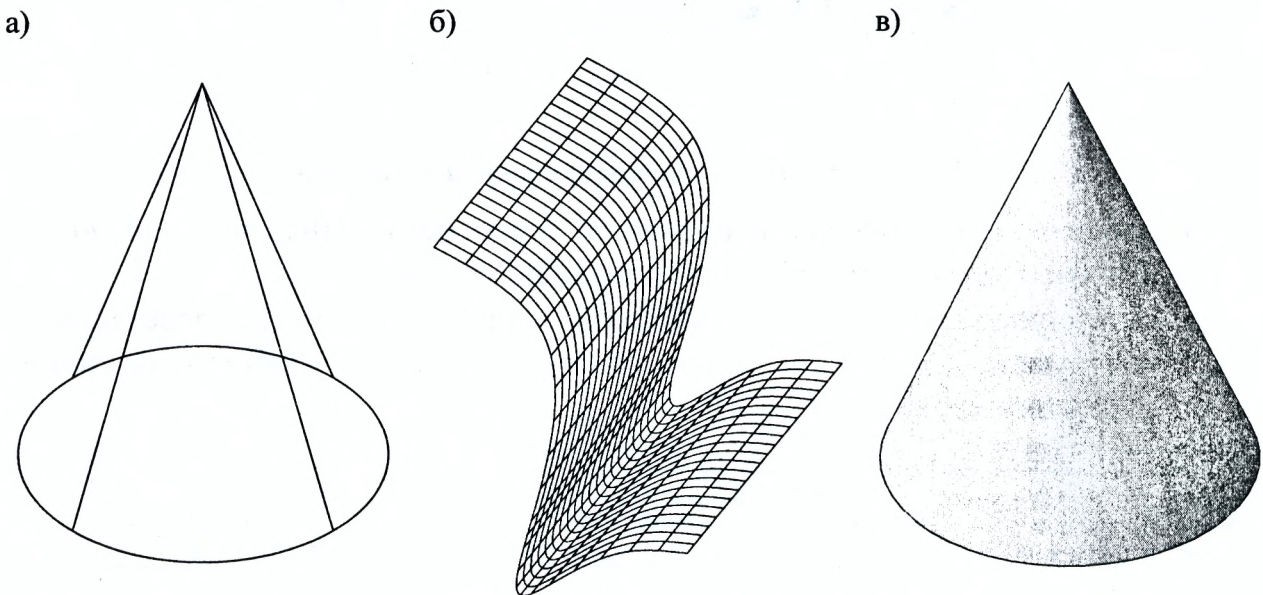
1. *Оригинал или объект моделирования.* При моделировании трехмерного пространства на экране монитора получают ортогональные проекции, аксонометрию, перспективу, проекции с числовыми отметками. Кроме того, объектами моделирования могут являться и любые другие многообразия, но это уже будут многомерные и нелинейные модели, исследование которых является актуальной и до сих пор нерешенной до конца проблемой для современной науки.

2. *Область модели* – это носитель модели, где осуществляется ее отображение. Как правило, она представляет собой экран монитора, однако для отображения также может быть выбрано любое другое многообразие.

3. *Аппарат моделирования* определяет способы задания 3D-моделей. Выделяют:

- аналитические (моделирование с явным заданием геометрии – задание оболочки);
- кинематические (операции «Выдавить», «Сдвиг», «Вращать», «По сечениям» и некоторые другие);
- конструктивные (использование базовых элементов формы и булевых операций над ними – «Объединение», «Вычитание», «Пересечение»);
- параметрические (зависимые параметры, устанавливающие соотношение между размерными и геометрическими характеристиками);
- комбинированные способы.

4. И, наконец, *модели* по своему представлению подразделяют на каркасные, поверхностные и твердотельные (рис. 2).



а) – каркасная; б) – поверхностная; в) - твердотельная
Рисунок 2 – Виды моделей по представлению

2. Настройка рабочего пространства в AutoCAD

Система автоматизированного проектирования AutoCAD обладает гибким интерфейсом и позволяет настраивать рабочее пространство, представляющее собой определенным образом сгруппированные панели инструментов и меню, в соответствии с поставленной задачей.

По умолчанию в AutoCAD предопределены следующие рабочие пространства:

- 3D-моделирование;
- классический AutoCAD.

Их переключение осуществляется на соответствующей панели (рис. 3).

Для выполнения лабораторной работы создадим новое рабочее пространство:

- установим рабочее пространство «Классический AutoCAD»;
- щелчком правой кнопки мыши по свободному полю вызовем меню инструментальных панелей (рис. 4);

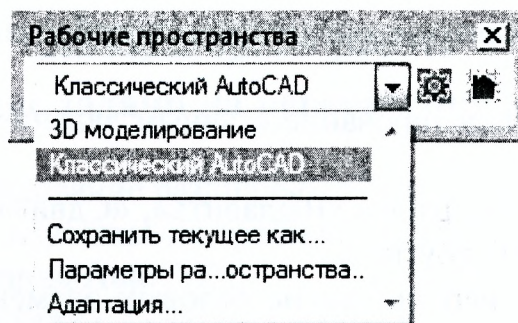


Рисунок 3 – Панель инструментов «Рабочие пространства»

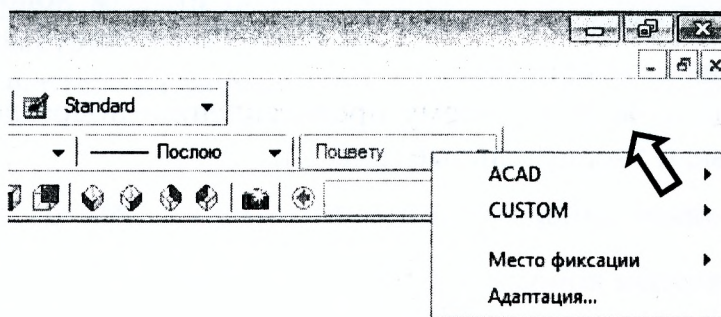


Рисунок 4 – Меню инструментальных панелей

- добавляем галочки для следующих инструментальных панелей: «Вид»; «Визуальные стили»; «Моделирование»; «Орбита»;
- путем удерживания левой кнопкой мыши (ЛК), можно перетаскивать инструментальные панели, располагая их с учетом удобства пользователя (например, как на рис. 5);

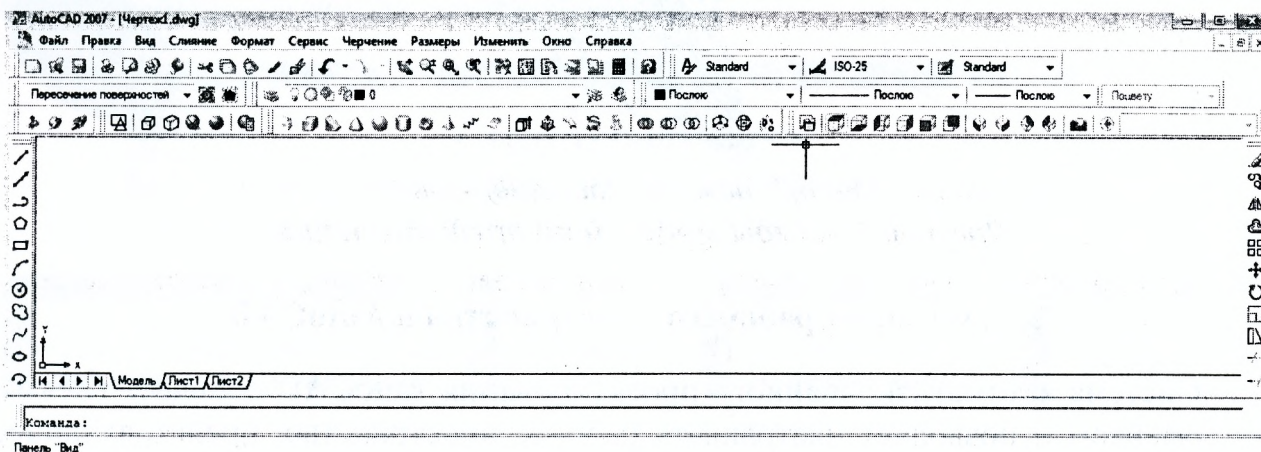


Рисунок 5 – Пример рабочего пространства

- на панели «Рабочие пространства» выбираем «Сохранить как...», задаем имя «Пересечение поверхностей», нажимаем «Сохранить».

Следует также различать пространство модели и пространство листов (рис. 6). Построение модели (плоской или пространственной) осуществляется, как правило, в пространстве модели в натуральную величину. компоновка и оформление чертежа производится в пространстве листа.

Следует отметить, что выполнение любой команды в AutoCAD может реализовываться различными способами, которые подробно описаны в справке по AutoCAD (рис. 7). Справка вызывается нажатием кнопки F1.

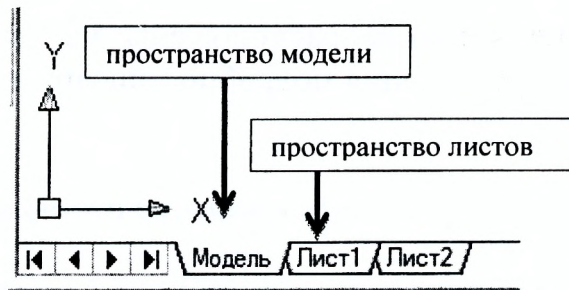


Рисунок 6 – Переключение пространств модели и листов

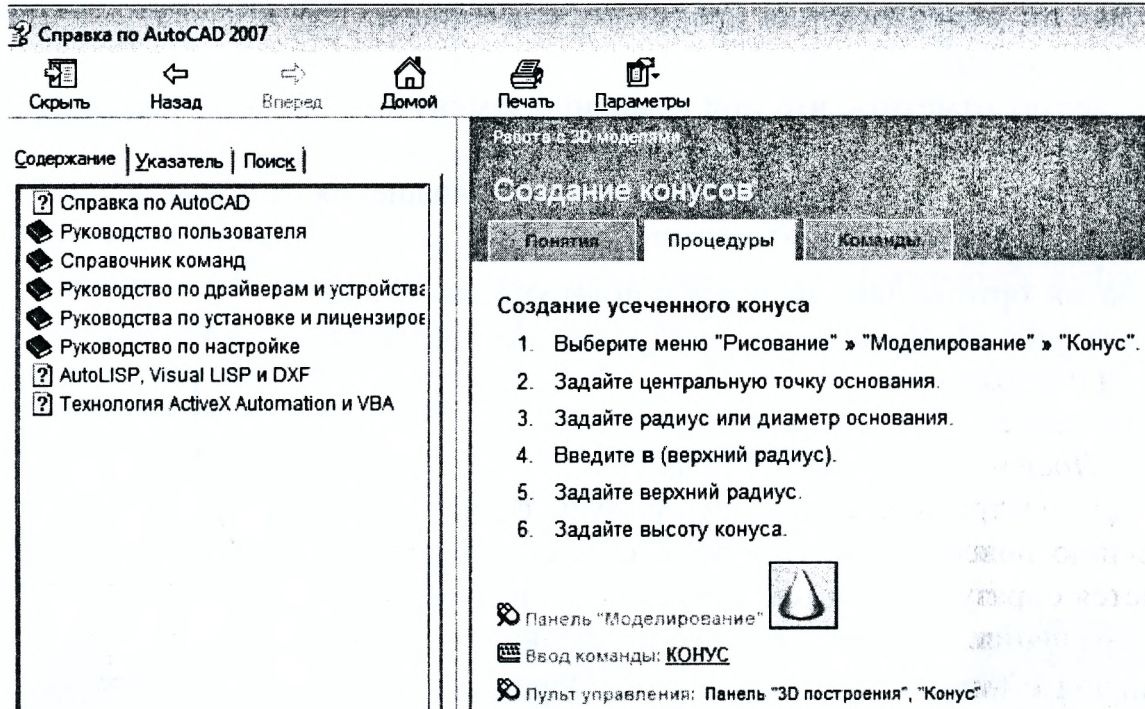


Рисунок 7 – Вид справки по AutoCAD

3. Моделирование геометрических тел

При моделировании твердотельных объектов используют тела и поверхности.

Для их построения важно знать закон образования поверхности, предопределяющий соответствующий алгоритм для ее создания посредством аппарата моделирования (см. п.1).

3.1 Моделирование базовых твердотельных элементов формы


В AutoCAD предусмотрена возможность создания следующих базовых твердотельных форм, называемых твердотельными примитивами:

- прямого конуса с круговым или эллиптическим основанием, а также усеченного конуса;
- прямого цилиндра с круговым или эллиптическим основанием;
- шара;
- тора;
- пирамиды, основанием которой является многоугольник (от 3 до 32 сторон), вписанный в окружность, а высота параллельна оси Z, а также усеченной пирамиды.

Соответствующие команды расположены на инструментальной панели «Моделирование». Их реализация подробно описана в справке (нажать кнопку команды, затем F1).

3.2 Моделирование поверхностей вращения с помощью команды «Вращать»

Поверхности вращения – это поверхности, получаемые от вращения некоторой образующей вокруг неподвижной линии – оси вращения.

Для их моделирования предусмотрена команда  «Вращать» на панели «Моделирование».

Следует отметить, что при вращении замкнутого объекта получается тело, а при вращении разомкнутого – поверхность.


Рассмотрим моделирование поверхности вращения на примере.

Пример 1.


Задан ортогональный чертеж поверхности вращения (см. рис. 8). Необходимо построить 3D-модель заданной поверхности.

Решение:

1. Построение контура вращения.

Для построения модели используем фронтальную проекцию поверхности. При этом объектом вращения является образующая, находящаяся по одну сторону от оси вращения. Поэтому обрезаем проекцию до оси вращения с помощью команды  «Обрезать» на панели инструментов «Изменить» («Редактирование») (рис. 9, а). Также удаляем лишние линии с помощью клавиши Delete.

Для создания тела необходимо вращать замкнутый контур, поэтому достраиваем недостающий вертикальный отрезок (рис. 9, б).

Для создания замкнутого контура используем команду  «Область» на панели «Черчение» («Рисование»). Важно, что область создается только из попарно соединенных прямых и (или) кривых линий, имеющих **общие конечные точки**. При успешном выполнении команды наведение курсора мыши на любую линию области приводит к выделению всего замкнутого контура (рис. 9, в).

2. Создание 3D-модели осуществляем с помощью команды  «Вращать».

3. Изменение представления модели осуществляется с помощью панели «Визуальные стили». Выбираем визуальный стиль «Концептуальный». Устанавливаем вид «СВ-изометрия» на панели «Вид» (рис. 10, а).

4. Ориентация модели в пространстве. Ось вращения поверхности должна быть направлена вдоль оси Z, поэтому необходимо осуществить ее поворот относительно оси X на 90° .

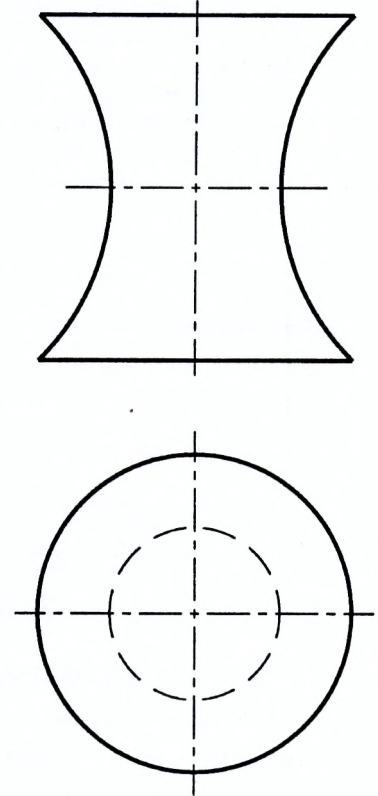


Рисунок 8 – Задание к примеру 1

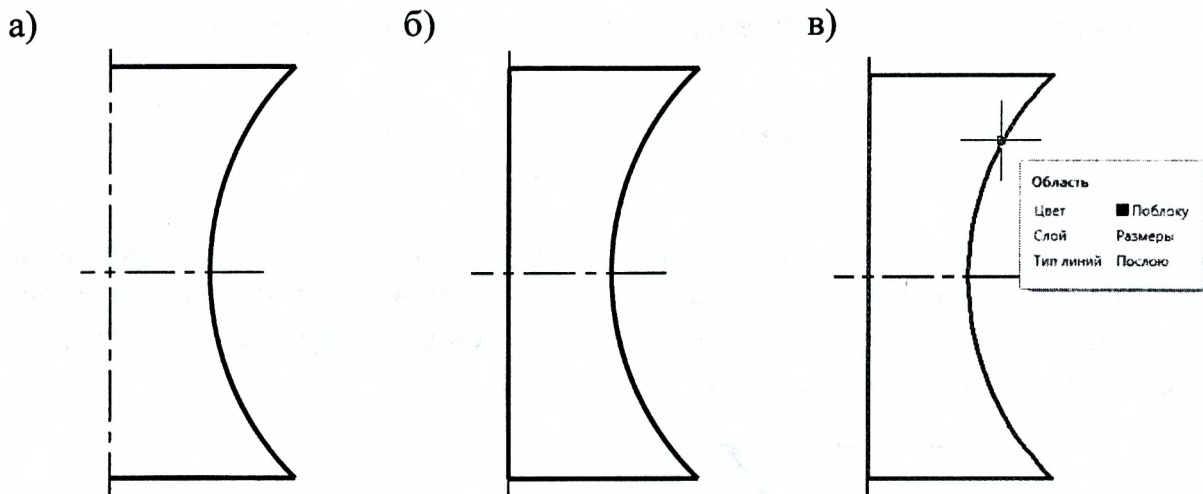



Рисунок 9 – Этапы создания замкнутого контура

Для этого выбираем команду  «3D-поворот» на панели «Моделирование». Выбираем ЛК объект вращения, нажимаем Enter. Появляются ручки вращения в соединении с курсором. ЛК выбираем базовую точку, затем наводим курсор на красную ручку до появления оси вращения (ось X) (рис. 10, б). Вводим с клавиатуры угол поворота 90 и нажимаем Enter (см. рис. 10, в). Следует отметить, что по умолчанию в AutoCAD при задании положительного значения угла поворот осуществляется против часовой стрелки, отрицательного – по часовой стрелке.

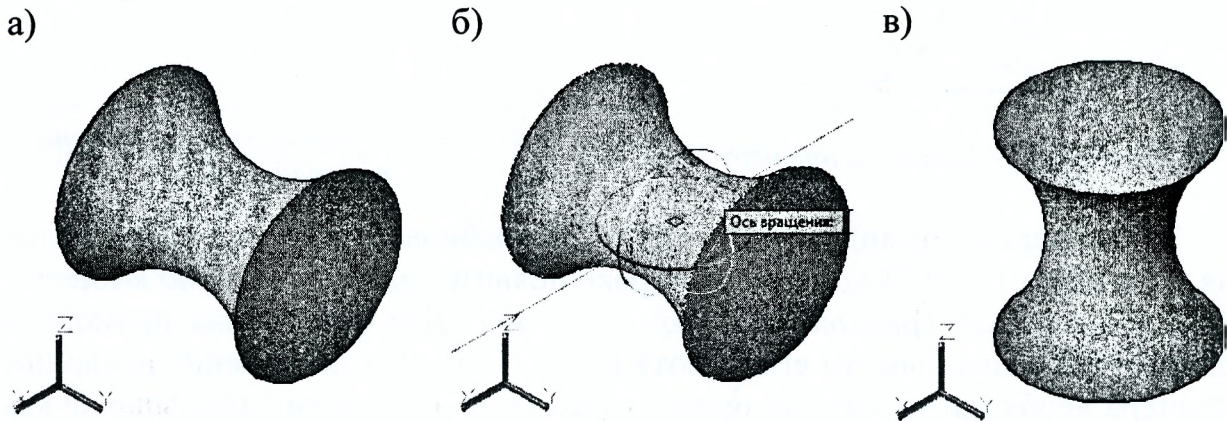



Рисунок 10 – Ориентация 3D-модели в пространстве

Примечание: Последовательность действий при выполнении всех команд подробно описана в справке по AutoCAD, которая вызывается нажатием клавиши F1.

3.3 Моделирование прямых и наклонных призм и цилиндров с помощью команды «Выдавить»

Команда  «Выдавить» на панели «Моделирование» позволяет создавать 3D-тела путем выдавливания объекта в заданном направлении и на заданное расстояние. Важно, что для создания тела необходимо выдавливать замкнутый контур. По умолчанию выдавливание объекта осуществляется вдоль оси Z, однако возможно выдавливание и вдоль заданной траектории (оси).

Рассмотрим моделирование наклонного кругового цилиндра.

Пример 2

Задан ортогональный чертеж наклонного кругового цилиндра (см. рис. 11). Необходимо построить 3D-модель заданной поверхности.

Решение:

1. Для выдавливания используем горизонтальную проекцию. Переключаем вид «ЮЗ-изометрия». Из центра верхнего основания восстанавливаем перпендикуляр на высоту цилиндра (100). Проводим ось цилиндра 12 и удаляем лишние линии, как показано на рис. 12.

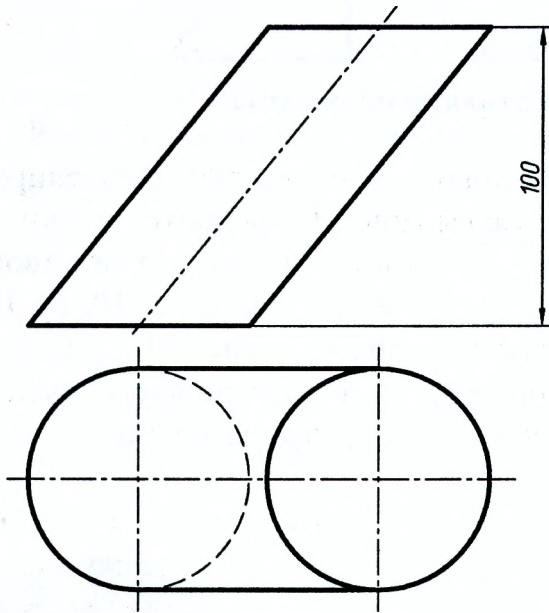


Рисунок 11 – Задание к примеру 2

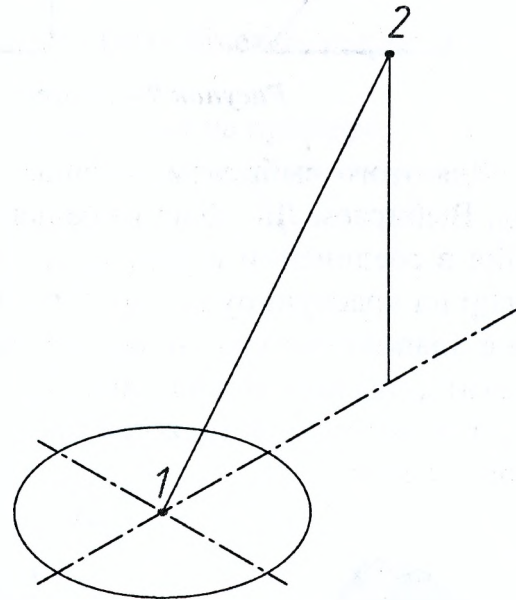
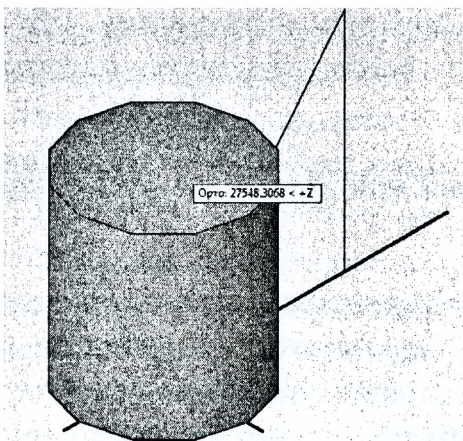


Рисунок 12 – Контур и траектория выдавливания

2. Вызываем команду «Выдавить». ЛК выбираем контур для выдавливания, нажимаем Enter. В командной строке появится запрос: *Высота выдавливания [Направление\ Траектория\ Угол сужения]*. Для построения прямого цилиндра необходимо ввести его высоту (рис. 13, а). Для построения наклонного цилиндра необходимо вызвать опцию «Траектория» (ввести т (большая буква в команде) +Enter) и выбрать ЛК ось 12 (рис. 13, б).

а)



б)

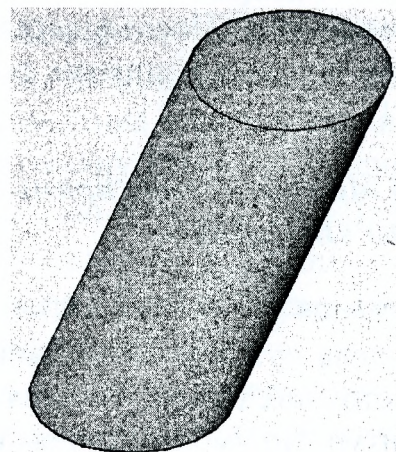



Рисунок 13 – Моделирование цилиндра: а) прямого; б) наклонного

3.4 Моделирование наклонных конусов и пирамид с помощью команды «По сечениям»

С помощью команды «По сечениям» на панели «Моделирование» выполняется построение 3D-тела или поверхности между поперечными сечениями. При использовании команды необходимо задать не менее двух поперечных сечений. В качестве первого или последнего поперечного сечения может быть задана точка. Точка устанавливается в необходимое место с помощью команды  «Точка» на панели «Черчение» («Рисование») (рис. 14).

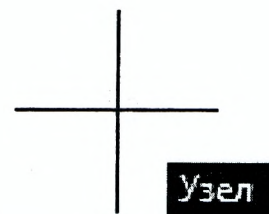


Рисунок 14 – Пример установки точки

Рассмотрим моделирование наклонного кругового конуса.

Пример 3

Задан ортогональный чертеж наклонного кругового конуса (см. рис. 15). Необходимо построить 3D-модель заданной поверхности.

Решение:

1. Для построения модели используем горизонтальную проекцию. Переключаем вид «ЮЗ-изометрия». Из вершины конуса восстанавливаем перпендикуляр на высоту конуса (100) (рис.16, а). Удаляем лишние линии. На вершине перпендикуляра с помощью команды «Точка» устанавливаем точку (на месте точки 1 на рис. 16, б).

2. Вызываем команду «По сечениям». ЛК выбираем сечения в восходящем порядке – сначала точку, затем окружность и нажимаем Enter. В командной строке по умолчанию стоит опция [Только поперечные сечения]. Нажимаем Enter. Появляется диалоговое окно «Настройки сечений» (рис. 17), нажимаем ОК.

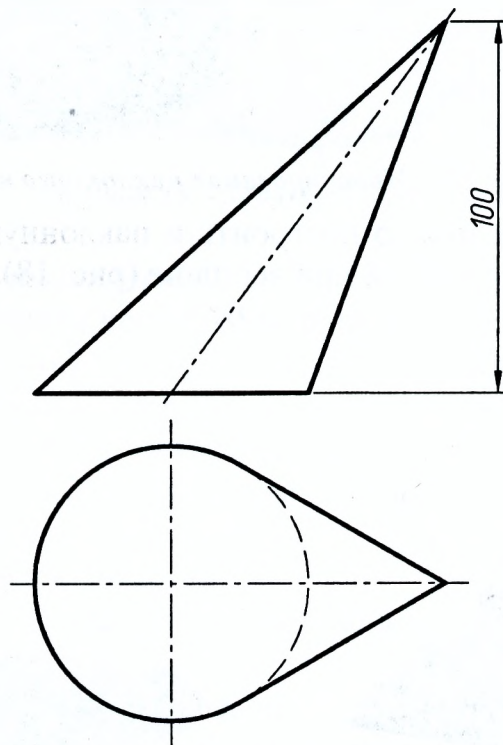
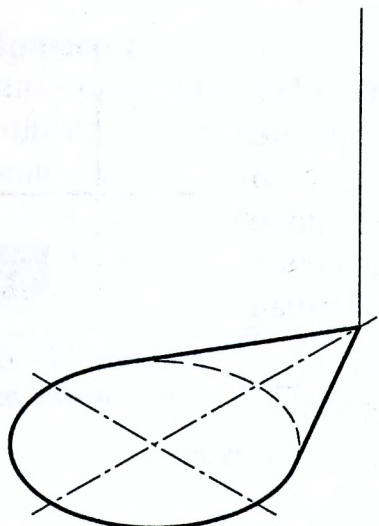


Рисунок 15 – Задание к примеру 3

а)



б)

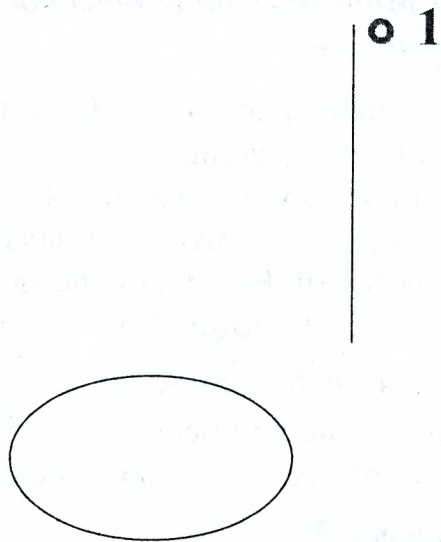


Рисунок 16 – Подготовка к построению модели наклонного конуса

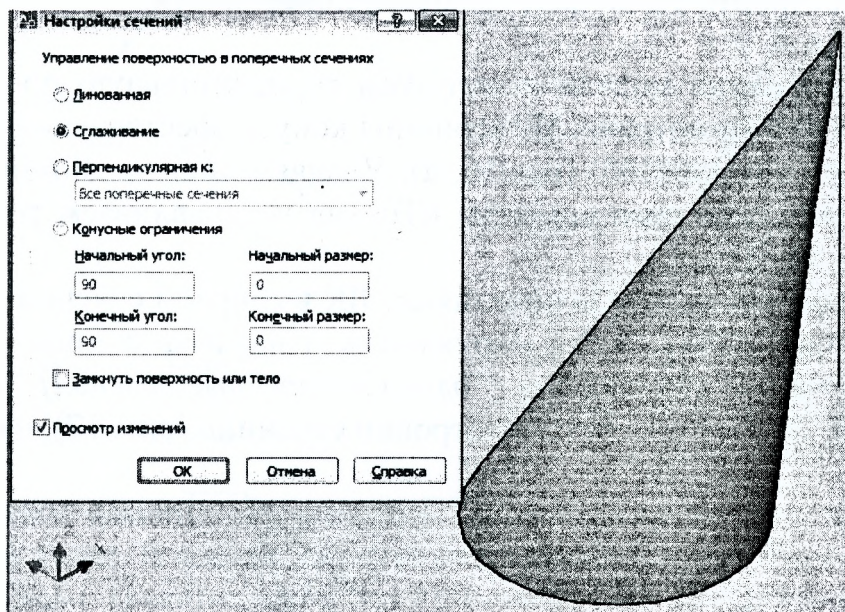
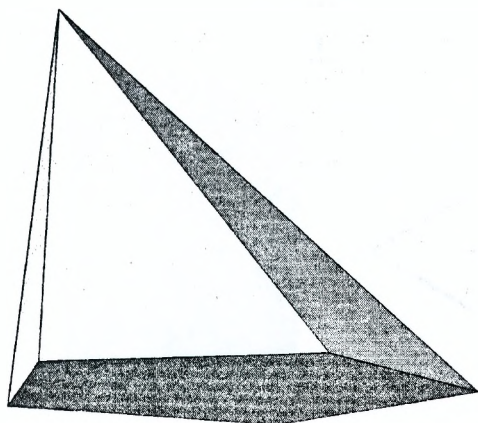


Рисунок 17 – Моделирование наклонного конуса

Подобным образом можно построить и наклонную пирамиду, имеющую произвольное основание с точкой при вершине (рис. 18).

а)



б)

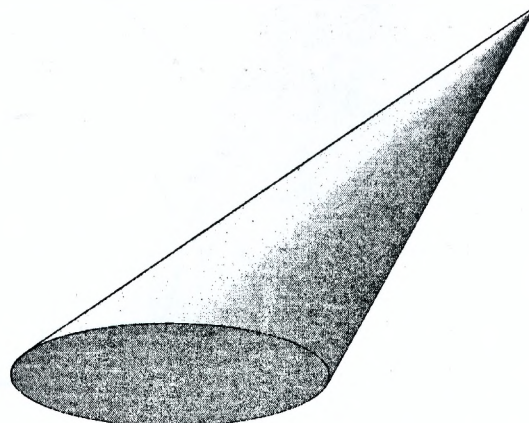



Рисунок 18 – 3D-модели: а) наклонной пирамиды; б) наклонного конуса

3.5 Моделирование пересечения поверхностей

Для пересечения поверхностей используем команду  «Объединение» на панели «Моделирование», которая позволяет объединить выбранные тела посредством сложения.

Рассмотрим пример.

Пример 4.

Задан ортогональный чертеж двух пересекающихся поверхностей (см. рис. 19). Необходимо построить 3D-модель пересекающихся поверхностей и найти линию пересечения.

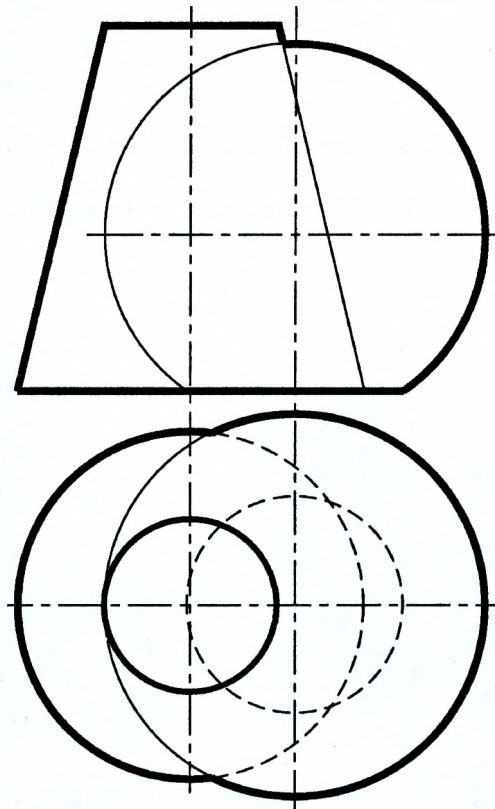


Рисунок 19 – Задание к примеру 4

Решение:

1. Моделирование поверхностей.

Для построения модели используем фронтальную проекцию. Заданные поверхности вращения – это усеченный конус и усеченный шар. Для их моделирования можно использовать твердотельные примитивы (см. п. 3.1) или команду «Вращать». Выбираем второй способ (см. пример 1). Создаем контуры вращения (рис. 20, а) и с помощью команды «Вращать» создаем модели заданных поверхностей.

2. Объединение поверхностей.

С помощью команды «Объединение» моделируем пересечение поверхностей (рис. 20, б).

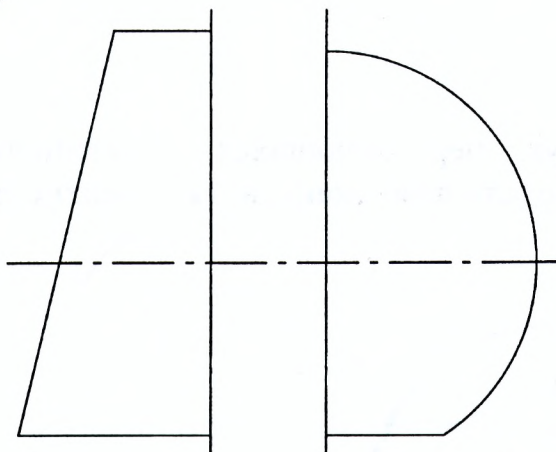
3. Изменение представления модели.

Выбираем визуальный стиль «Концептуальный». Устанавливаем вид «ЮЗ-изометрия».

4. Ориентация модели в пространстве.

Ось вращения поверхности должна быть направлена вдоль оси Z, поэтому необходимо осуществить ее поворот относительно оси X на 90° (рис. 21).

а)



б)

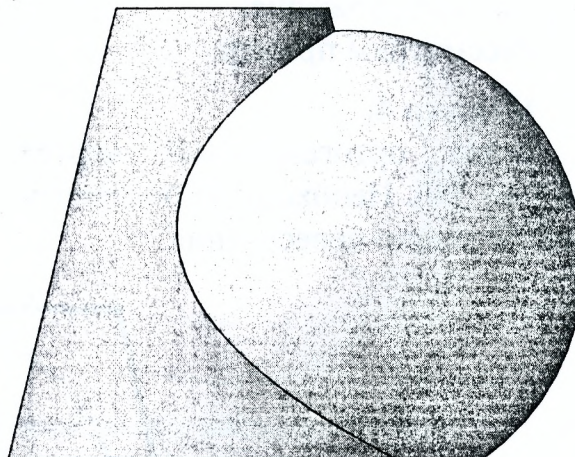
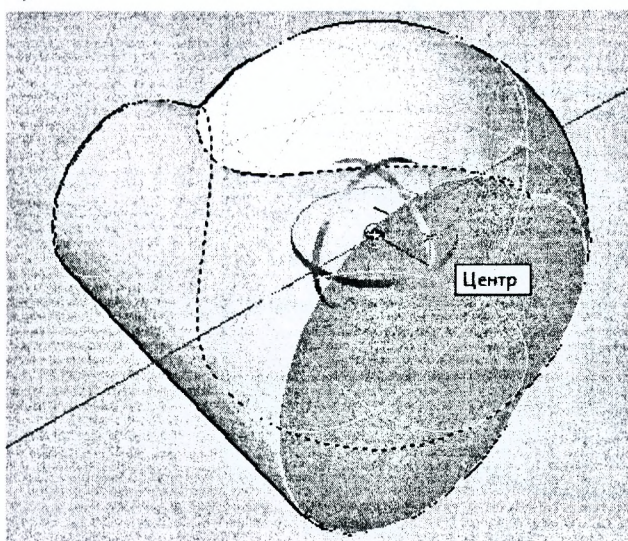


Рисунок 20 – Моделирование поверхностей

а)



б)

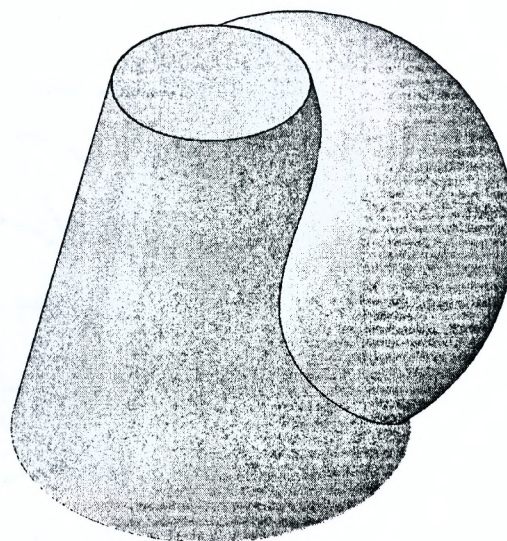


Рисунок 21 – Ориентация модели в пространстве

4. Создание ортогональных и аксонометрических проекций из 3D-модели

4.1 Подготовка пространства листа

Как было отмечено ранее, моделирование осуществляется в пространстве модели, а готовые чертежи располагают в пространстве листа.

По умолчанию в пространстве листа установлен формат А4. Для изменения формата активизируем пространство листа (см. рис. 6) и щелчком правой кнопки мыши по вкладке «Лист 1» вызываем диалоговое меню (рис. 22), в котором выбираем «Диспетчер параметров листов...». Устанавливаем требуемый формат листа А3 и альбомную ориентацию.

На листе автоматически создается видовой экран, отображающий текущий вид модели в пространстве модели, который мы удаляем.

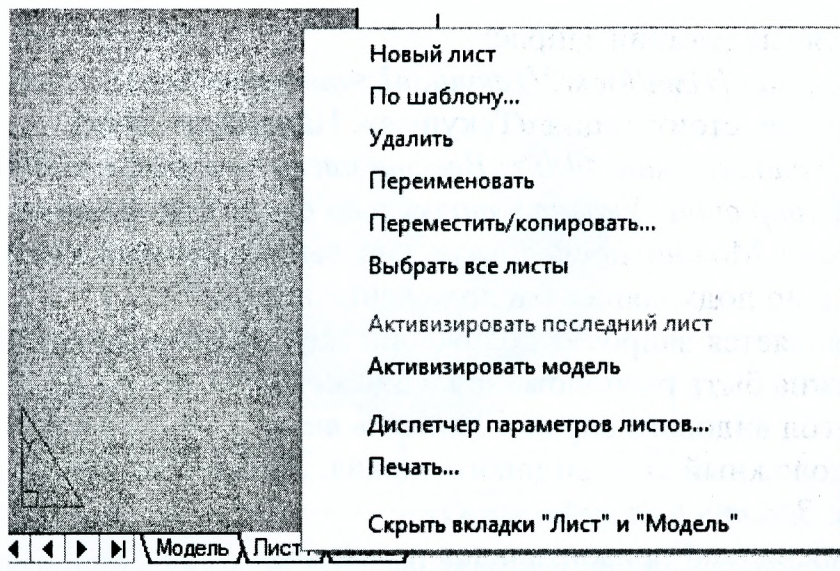


Рисунок 22 – Вызов свойств листа

4.2 Создание ортогональных проекций

В пространстве модели устанавливаем вид «Сверху», как на рис. 23.

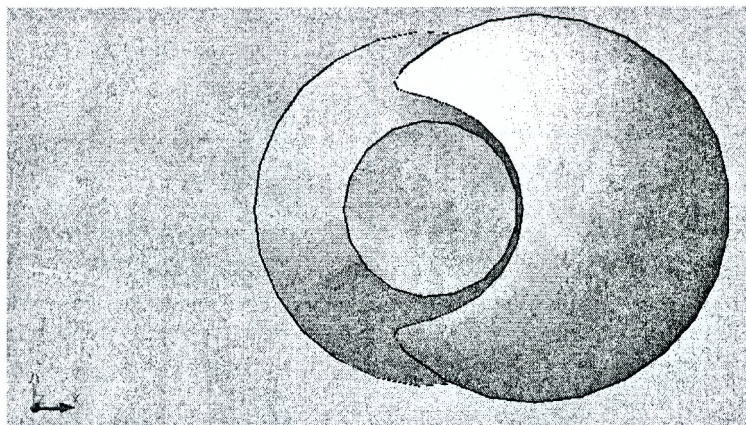


Рисунок 23 – Текущий вид модели в пространстве модели

Затем переходим в пространство листа для построения ортогональных проекций.

Для этого используем команду «Т-ВИД», которая вызывается: Меню «Рисование» \ «Моделирование» \ «Подготовка» \ «Вид».

Сначала необходимо создать исходный видовой экран, относительно которого будут создаваться другие ортогональные проекции. Для этого используют опцию «ПСК».

При вызове команды «Т-ВИД» в командной строке появляется запрос: *Задатьте опцию [Пск \ Орто \ Дополнительный \ Сечение].*

Вводим большую букву из нужной опции «п» и нажимаем Enter.

Примечание: для задания плоскости вида используется либо текущая ПСК, либо предварительно сохраненная ПСК. Проекция на видовом экране создается параллельно плоскости ХУ ПСК с осью Х, направленной вправо, и осью Y, направленной вверх. Именно поэтому предварительно в пространстве модели необходимо установить вид «Сверху», соответствующий данному требованию.

Появляется следующий запрос:

Задайте опцию [Имя/Мск/?/Текущая] <текущая>:

По умолчанию стоит опция «Текущая». Нажимаем Enter.

Запрос: *Масштаб вида <1.0>: Ввести число или нажать ENTER.*

Запрос: *Центр вида: Указать точку и по окончании нажать ENTER*

Примечание: Можно последовательно выбрать несколько точек, пока не будет установлено подходящее расположение вида.

Затем появляется запрос о положении двух противоположных углов вида (проекция должна быть расположена на листе, как на рис. 24):

Первый угол видового экрана: *Указать точку.*

Противоположный угол видового экрана: *Указать точку.*

Имя вида: *Задать имя вида.*

Задаем имя вида «Горизонтальная проекция».

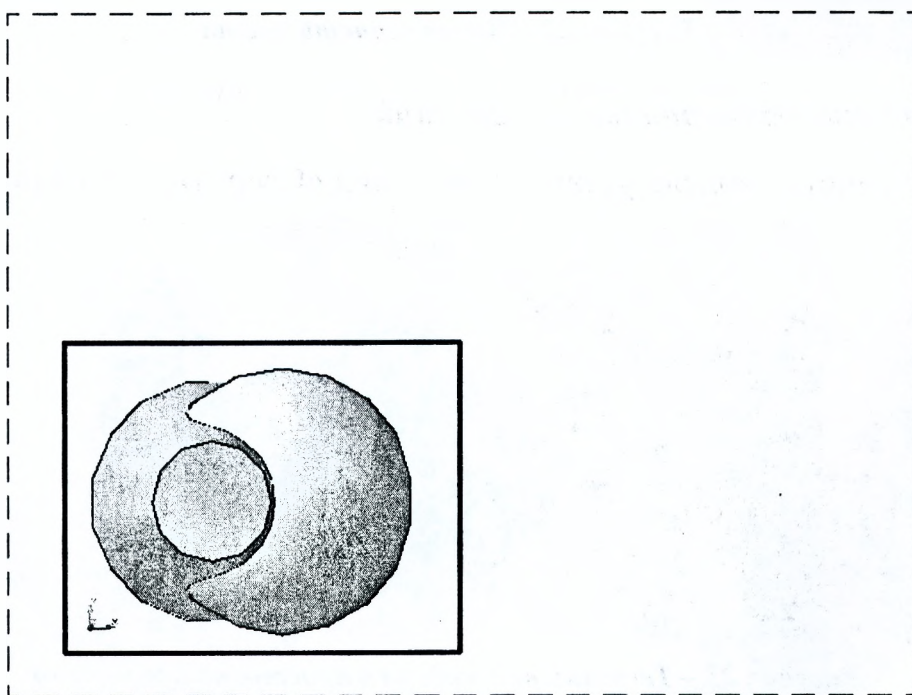


Рисунок 24 – Создание горизонтальной проекции из 3D-модели

После создания горизонтальной проекции вновь появляется запрос: *Задайте опцию [Пск \ Орто \ Дополнительный \ Сечение].*

Выбираем опцию «Орто», которая создает вид, ортогональный имеющемуся. Для этого вводим большую букву из нужной опции «О» и нажимаем Enter.

Появляется следующий запрос: *Укажите сторону видового экрана для проекции.*

С помощью появившегося маркера указываем середину нижней стороны видового экрана, как показано на рис. 25.

Затем появляются запросы о центре вида, углах видового экрана и имени вида, аналогично опции «ПСК».

Положение видового экрана устанавливаем, как показано на рис. 26. Назначаем имя вида «Фронтальная проекция».

Для завершения команды нажимаем Enter.

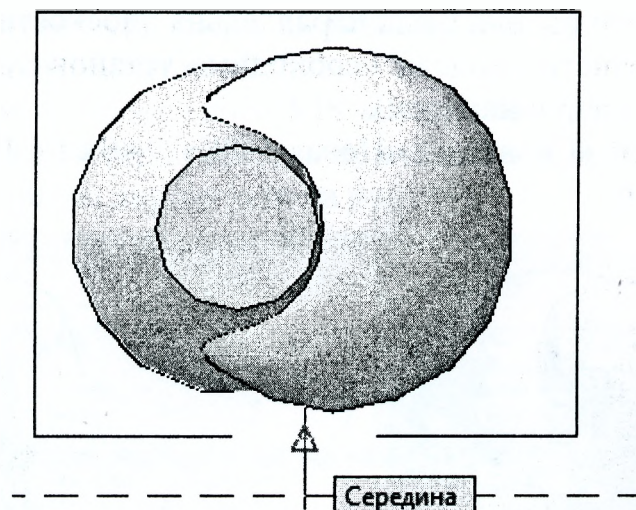


Рисунок 25 – Указание стороны видового экрана для проекции

При необходимости аналогичным образом можно создать профильную проекцию модели. В этом случае при указании стороны видового экрана для проекции указываем середину левой стороны видового экрана фронтальной проекции.

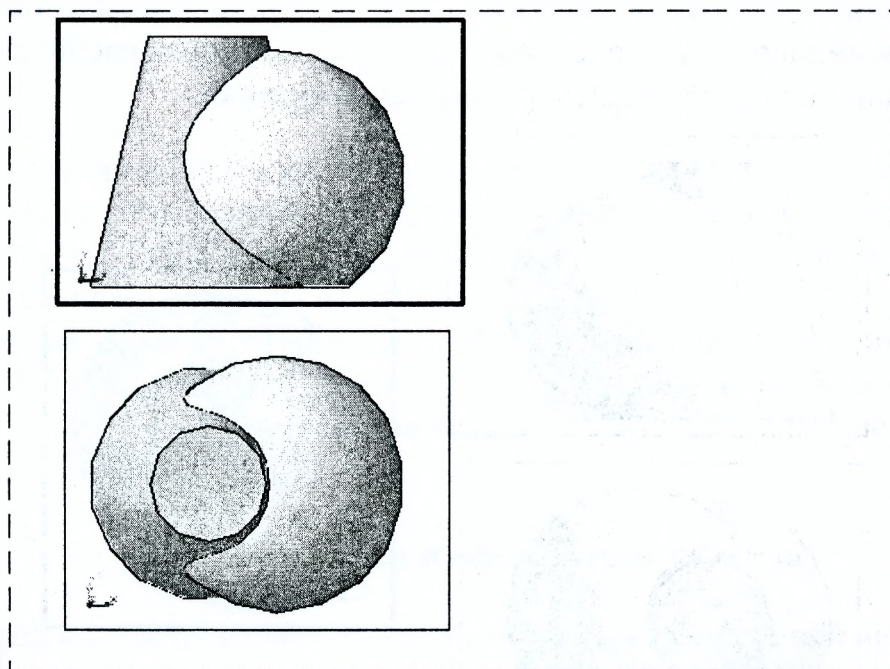


Рисунок 26 – Создание фронтальной проекции из 3D-модели

4.3 Создание аксонометрической проекции

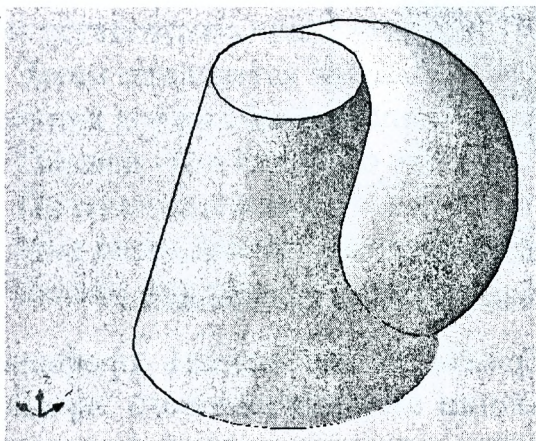
Для построения аксонометрической проекции переходим в пространство модели и устанавливаем вид «ЮЗ-изометрия» (рис. 27, а). Следует отметить, что в AutoCAD в качестве стандартных видов предусмотрена только прямоугольная изометрия. Для построения прямоугольной диметрии необходимо произвести некоторые дополнительные построения.

Для построения аксонометрической проекции будем использовать команду «Т-ВИД» и опцию «Пск». При этом, как было сказано ранее, для создания про-

екции необходимо, что бы она была параллельна плоскости ХУ. Поэтому предварительно в пространстве модели необходимо установить требуемую пользовательскую систему координат (пск).

Вызываем Меню «Сервис» \ «Новая ПСК» \ «Вид». Пск примет вид, как показано на рис. 27, б).

а)



б)

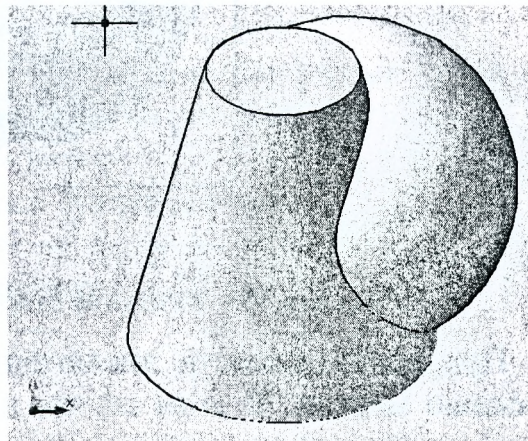


Рисунок 27 – К построению аксонометрической проекции модели

Дальнейшие построения аналогичны построению горизонтальной проекции. При этом видовой экран аксонометрической проекции располагаем на листе, как показано на рис. 28. Задаем имя «Аксонометрия».

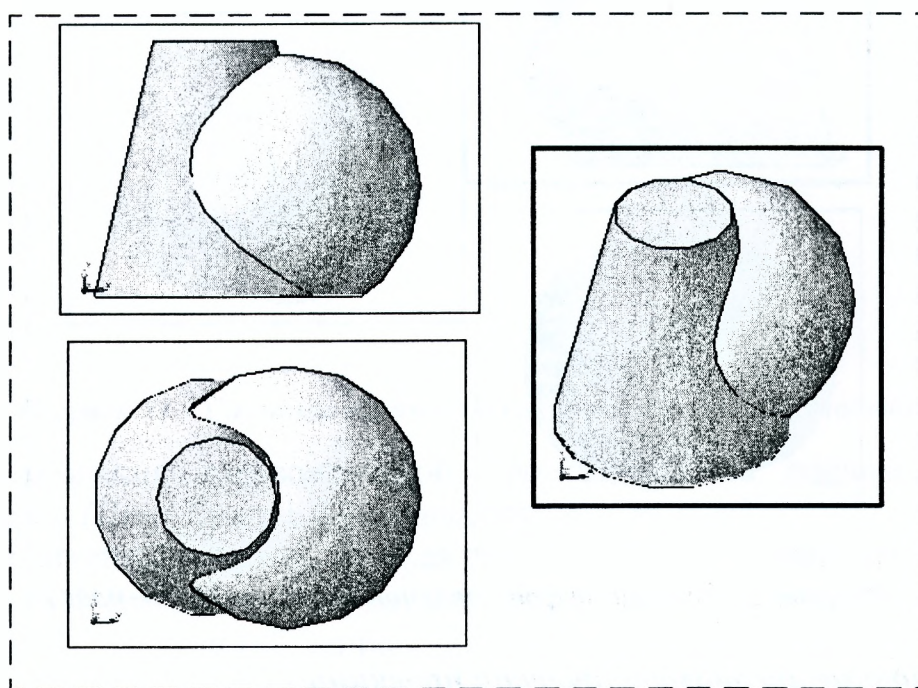



Рисунок 28 – Видовые экраны проекций в пространстве листа

4.4 Создание чертежа проекций

Команда «Т-ВИД» создает слои, которые используются командой «Т-РИСОВАНИЕ» для размещения видимых линий (*имя вида-VIS*), невидимых линий (*имя вида-HID*) и слой для размещения размеров (*имя вида-HAT*) для каждого вида.

Для вызова диспетчера слоев вызываем команду  «Диспетчер свойств слоев» на панели инструментов «Слой».

Устанавливаем для всех слоев VIS вес линии 1 мм, для всех слоев НІD – тип линии GOST2.303 4 (при работе в приложении СПДС GraphiCS), либо любую другую пунктирную линию (как на рис. 29).

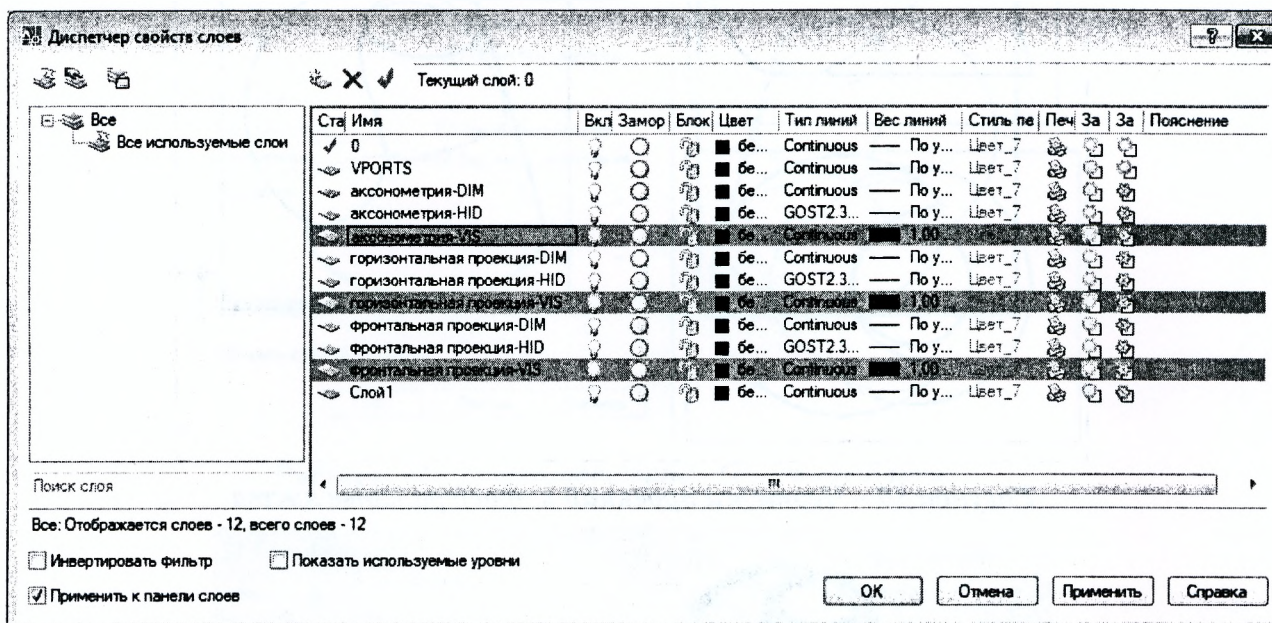


Рисунок 29 – Изменение свойств слоев



Для создания чертежа используем команду «Т-РИСОВАНИЕ», которая вызывается: Меню «Рисование» \ «Моделирование» \ «Подготовка» \ «Чертеж».

Команда «Т-РИСОВАНИЕ» применима только к видовым экранам, созданным с помощью команды «Т-ВИД».

Вызываем команду «Т-РИСОВАНИЕ», выделяем ЛК все видовые экраны, нажимаем ENTER. Видовые экраны примут вид, как на рис. 30.

В это же время в пространстве модели образуются плоские проекции, как показано на рис. 31.

5. Компоновка и оформление чертежа

Для возможности редактирования полученных чертежей необходимо вывести их из пространства модели в пространство листа. Для этого используем команды  «Создать блок» и  «Вставить блок» на панели «Черчение» («Рисование»).

Активизируем видовой экран, нажав двойным щелчком курсором мыши внутри него.

Вызываем команду «Создать блок». Появляется диалоговое окно «Описание блока» (см. рис. 32).

Необходимо последовательно выбрать объект в видовом экране, выбрать базовую точку и задать имя блока (например, имя «1»).

Деактивируем видовой экран путем нажатия двойным щелчком мыши за пределами видового экрана

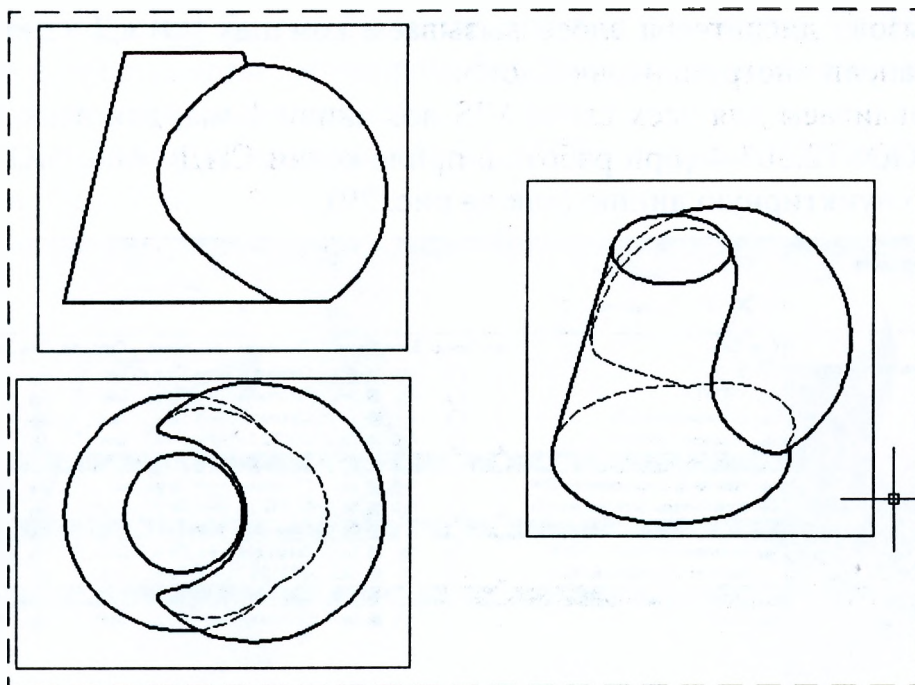


Рисунок 30 – Чертежи проекций в пространстве листа

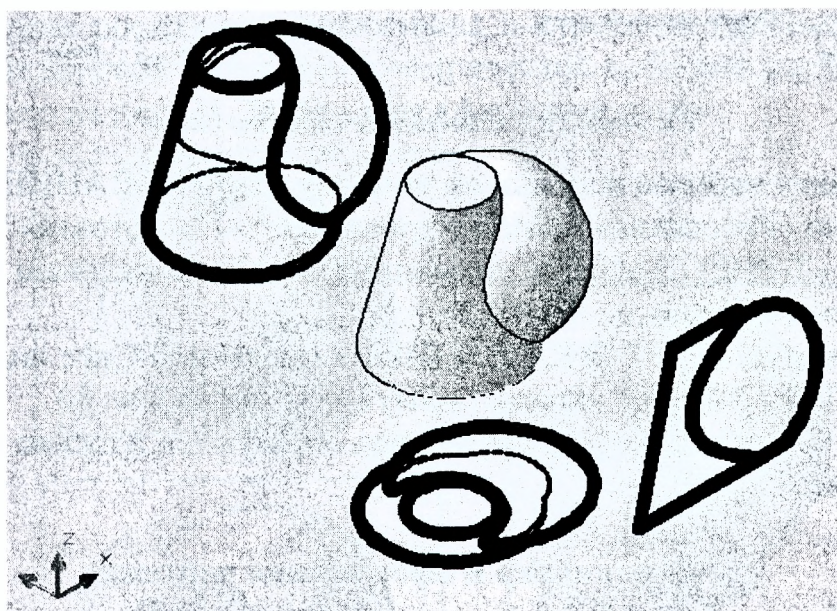


Рисунок 31 – Чертежи проекций в пространстве модели

Вызываем команду «Вставить блок». Появляется диалоговое окно «Вставка блока» (рис. 33).

Вставляем блок на свободное поле чертежа. При этом исходный видовой экран можно удалить.

Полученные таким образом чертежи необходимо расположить на листе, как показано на рис. 34. Горизонтальная и фронтальная проекции должны быть расположены в проекционной связи. На чертеж необходимо нанести все оси симметрии, а также схему осей для прямоугольной изометрии.

Лист оформляется рамкой и основной надписью.

Для оформления чертежа рекомендуется использовать приложение СПДС GraphiCS для AutoCAD.

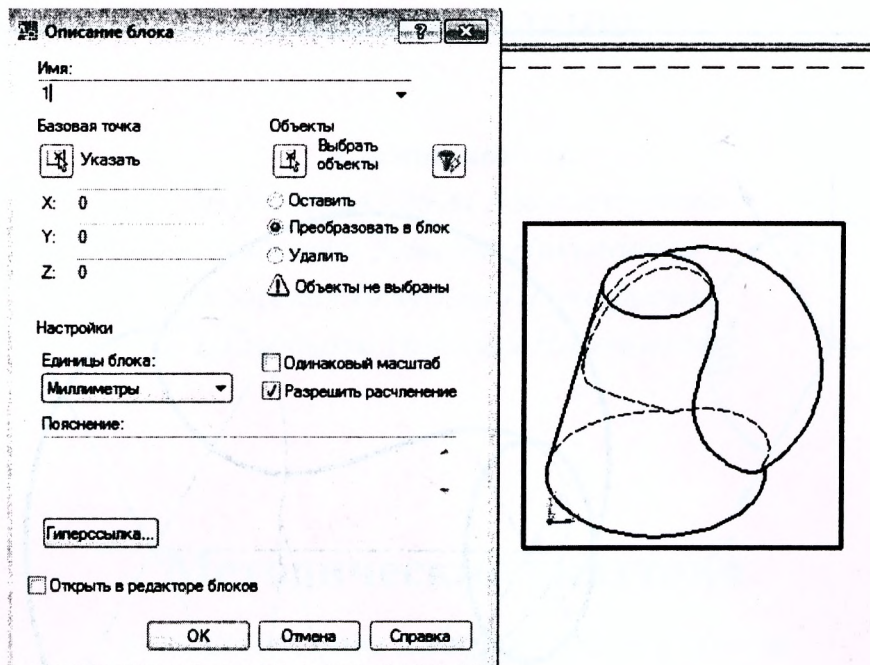


Рисунок 32 – Диалоговое окно «Описание блока»

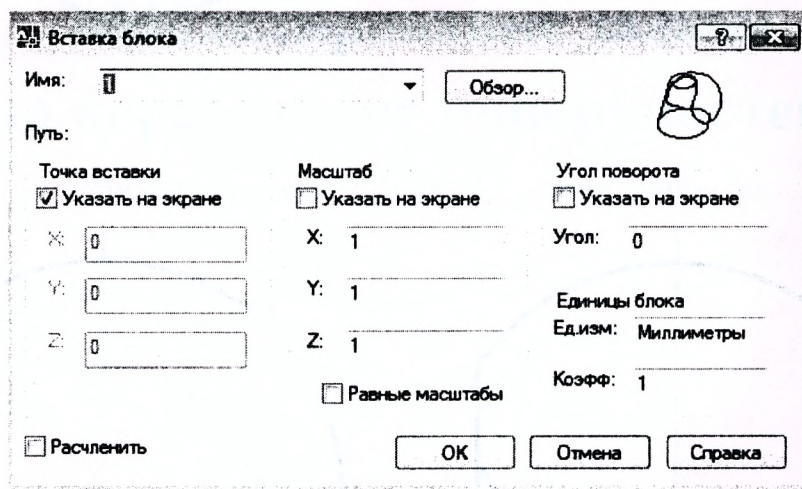


Рисунок 33 – Диалоговое окно «Вставка блока»

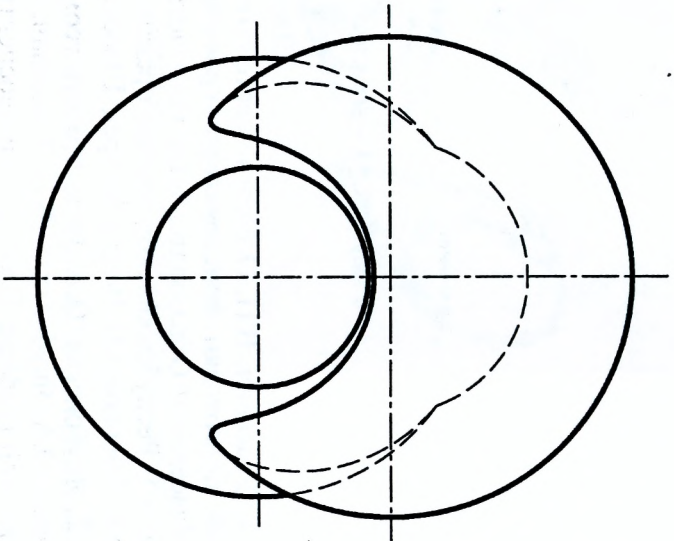
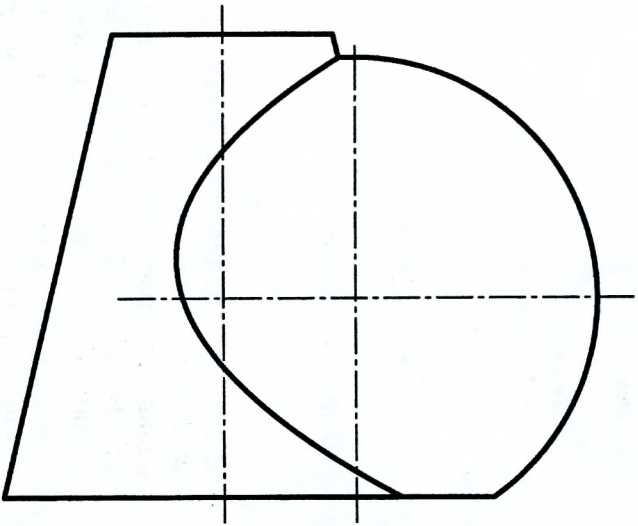
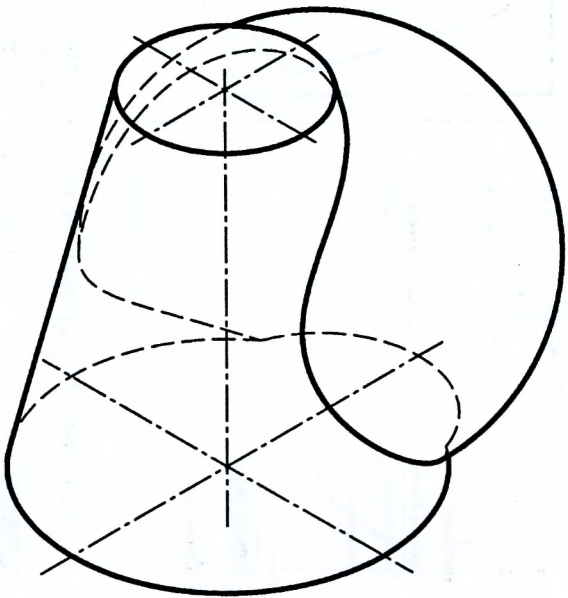
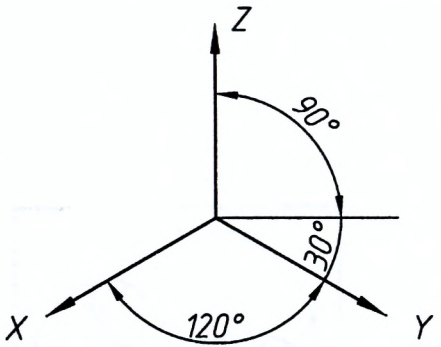
Литература

1. Уласевич, В.П. О роли и месте геометро-графических дисциплин в процессе инженерной подготовки конструкторов-проектировщиков / В.П. Уласевич, О.А. Якубовская, З.Н. Уласевич // Образовательные технологии в преподавании графических дисциплин: материалы V Республиканской научно-практич. конферен., Брест, 22–23 марта 2012 г. / БрГТУ; редкол.: Базенков Т.Н. [и др.]; под ред. Шабека Л.С. и Зеленого П.В. – Брест, 2012. – С. 89–92.

2. Якубовская, О.А. Роль и место геометрического моделирования в инженерной подготовке / О.А. Якубовская, В.П. Уласевич, З.Н. Уласевич // Инновационные технологии в инженерной графике. Проблемы и перспективы: материалы Международной научно-практической конференции, Брест, 21–22 марта 2013 г. / БрГТУ; редкол.: Т.Н. Базенков [и др.]; под ред. Л.С. Шабека и К.А. Вольхина. – Брест, 2013. – С. 107–110.

3. Гузненков, В.Н. Модель как ключевое понятие геометро-графической подготовки / В.Н. Гузненков, П.А. Журбенко // Информатизация инженерного образования: труды Международной научно-методической конференции, Москва, 10–11 апреля 2012 г. / Национальный исследовательский университет «МЭИ». – Москва, 2012. – С. 29–32.

4. Дегтярев, В.М. Компьютерная геометрия и графика: учебник для студ. учреждений высш. проф. образования. – 2-е изд. – М.: Издательский дом «Академия», 2011. – 192 с.



<i>Пересечение поверхностей</i>			<i>Масшт.</i>
			1:1
<i>Выполнил</i>	Дмитрук	БрГТУ, каф. НГ и ИГ 1-70 04 03, В-102	<i>Лист</i>
<i>Проверил</i>	Якубовская		1

Рисунок 34 – Пример оформления лабораторной работы

УЧЕБНОЕ ИЗДАНИЕ

Составители:

Якубовская Ольга Александровна

Уласевич Зинаида Николаевна

Уласевич Вячеслав Прокофьевич

Шалобыта Николай Николаевич

Методические указания к выполнению лабораторной работы по начертательной геометрии на тему **«Моделирование задачи** **на пересечение поверхностей»**

для студентов технических специальностей

Ответственный за выпуск: Якубовская О.А.

Редактор: Боровикова Е.А.

Компьютерная вёрстка: Кармаш Е.Л.

Корректор: Никитчик Е.В.

Подписано к печати 14.01.2014 г. Формат 60x84¹/₈. Бумага «Снегурочка».
Гарнитура Times New Roman. Усл. п. л. 2,79. Уч. изд. л. 3,0. Тираж 100 экз.
Заказ № 1310. Отпечатано на ризографе учреждения образования
«Брестский государственный технический университет».
224017, г. Брест, ул. Московская, 267.