

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ  
БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

«ВЯТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Факультет строительства и архитектуры  
Кафедра начертательной геометрии и черчения

И. В. ПАХАРЕВА

# **КОМПЬЮТЕРНАЯ ГРАФИКА: ОСНОВЫ ДВУМЕРНОГО И ТРЁХМЕРНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ**

Учебно-методическое пособие

Киров

2014

УДК 744(07)  
П217

Допущено к изданию методическим советом факультета строительства и архитектуры ФГБОУ ВПО «ВятГУ» в качестве учебно-методического пособия для студентов направления 230100.62 «Информатика и вычислительная техника», 1 курс

Рецензент

старший преподаватель кафедры электронных вычислительных машин  
ФГБОУ ВПО «ВятГУ» С. Д. Блинова

**Пахарева, И. В.**

П217 Компьютерная графика: основы двумерного и трёхмерного проектирования: учебно-методическое пособие / И. В. Пахарева. – Киров: ФГБОУ ВПО «ВятГУ», 2014. – с. 75.

УДК 744(07)

Учебно-методическое пособие предназначено для лабораторных занятий по дисциплине «Инженерная графика».

Тех. редактор А. В. Куликова

## Оглавление

Введение .....	4
Требования безопасности во время работы в компьютерном классе .....	7
Раздел 1. Создание шаблона чертежа А3 .....	8
Раздел 2. Построение плоских контуров .....	20
Раздел 3. Простановка размеров .....	32
Раздел 4. Трёхмерное моделирование .....	38
Раздел 5. Проецирование трёхмерных объектов .....	43
Раздел 6. Визуализация трёхмерных объектов .....	67
Библиографический список .....	74

## **Введение**

Настоящее учебно-методическое пособие «Компьютерная графика: «Основы двумерного и трёхмерного проектирования» создано для обеспечения формирования компетенций специалистов, связанных с использованием систем автоматизированного проектирования, в частности AutoCAD.

Данное пособие содержит примеры создания комплексных чертежей, получаемые в результате применения технологии двумерного, и трёхмерного проектирования, что позволяет:

- оценить возможности и особенности обеих технологий для последующего выбора и применения их на практике;
- выработать основные навыки работы пользователя с системой AutoCAD;
- научиться создавать структуру чертежа и оценить порядок работы над ним;
- формировать компетенции специалиста как пользователя системы автоматизированного проектирования.

Данное пособие содержит разделы:

1. Создание чертежа А3.
2. Построение плоских контуров.
3. Простановка размеров.
4. Трёхмерное моделирование.
5. Проецирование трёхмерных объектов.
6. Визуализация трёхмерных объектов.

Каждый раздел содержит текст лабораторной работы в системе AutoCAD, выпуска с 2007 года и новее, для русской и английской версий

интерфейса (команды английской версии указаны в скобках).

В разделе 1 «Создание чертежа А3» предлагается для изучения двумерная технология создания чертежа формата А3 с помощью базовых примитивов (отрезков, полилиний, прямоугольников, текстовых объектов), а именно, создание рамки чертежа и основной надписи, выполнение настройки размерного стиля согласно стандартам.

В разделе 2 «Построение плоских контуров» предлагается для изучения двумерная технология создания чертежа, по шаблону А3, созданному в разделе 1, с помощью базовых примитивов (окружностей, отрезков, прямых), а именно, построение деталей с сопряжениями и конусностью.

После этого студенту необходимо выполнить простановку размеров (раздел 3 «Простановка размеров») согласно настройкам размерного стиля и требованиям стандартов.

В разделе 4 «Трёхмерное моделирование» предлагается для изучения трехмерная технология предполагающая:

- создание в трехмерном пространстве модели объекта путем построения простых трехмерных геометрических тел, взаимодействующих между собой;
- последующим применением к ним логических операций (в частности, вычитания).

В разделе 5 «Проецирование трёхмерных объектов» предлагается для изучения технология проецирования трёхмерной модели объекта для создания чертежа, предполагающая:

- проецирование на лист созданной ранее в разделе 4 трёхмерной модели, а именно, создание видовых экранов (вида спереди, фронтального разреза и вида сверху, диметрической проекции модели с вырезом одной четверти);

- дальнейшую прорисовку изображений чертежа.

После этого студенту необходимо также как и в случае двумерной технологии выполнить простановку размеров (**раздел 3 «Простановка размеров»**).

В **разделе 6 «Визуализация трёхмерных объектов»** предлагается для изучения технология тонирования трёхмерной модели объекта согласно присвоенным материалам и источникам света для наглядного представления.

После изучения **разделов 2, 3** студент должен:

- выполнить лист «Геометрическое черчение» по индивидуальному варианту;
- отчитаться преподавателю по данной графической работе и сдать её преподавателю в электронном виде (имя файла должно соответствовать образцу – «ГЧ Иванов гр.ИВТ-11 вар.1»)

После изучения **разделов 4, 5, 6** студент должен:

- выполнить лист «Проекционное черчение» по индивидуальному варианту (варианты содержатся в методических указаниях к практическим занятиям «Инженерная графика» (И.В. Пахарева, 2012) – [17]);
- выполнить визуализацию модели;
- отчитаться преподавателю по данной графической работе и сдать её преподавателю в электронном виде (имя файла должно соответствовать образцу – «ПЧ Иванов гр.ИВТ-11 вар.1»).

## **Требования безопасности во время работы в компьютерном классе**

1. Студент должен выполнять только ту работу, которая предусмотрена учебным планом или задана преподавателем.
2. Во время выполнения работы студент обязан содержать рабочее место в порядке и чистоте.
3. С целью уменьшения зрительной нагрузки расстояние от глаз пользователя до экрана монитора должно быть в пределах 60–70 см, но не ближе 50 см.
4. При включении электропитания компьютера запрещается прикасаться к задней панели системного блока (процессора), к тыльной стороне монитора, к экрану монитора, производить любые ремонтные работы, связанные со вскрытием корпуса системного блока.
5. Запрещается допускать попадание влаги на поверхность системного блока, монитора, рабочую поверхность клавиатуры, дисководов, принтеров и др. устройств.
6. Недопустимо закрывать вентиляционные отверстия работающих устройств посторонними предметами.
7. Запрещается производить замену любого блока оборудования.

## Раздел 1. Создание шаблона чертежа А3

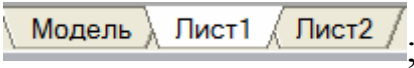
**Задание.** Вычертить формат листа А3 (размеры 420 х 297 мм) с основной надписью чертежа (размеры 185 х 55), выполнить настройку размерного стиля.

### Порядок работы:

1. Открыть программу **AutoCAD**.
2. Щёлкнуть правой кнопкой мыши по любой из панелей инструментов и в появившемся списке панелей установить поочередно флажки у следующих панелей: **Стандартная (Standart)**, **Свойства(Properties)**, **Слои(Layers)**, **Рисование(Draw)**, **Объектная привязка(Object snap)**, **Редактирование (Modify)**, **Зумирование (Zoom)**.
3. Дать команду меню **Файл (File)>Сохранить как (Save as)**:
  - в открывшемся окне в поле **Тип файла (File type)** выбрать **Шаблон чертежа AutoCAD (\*.dwt)** – откроется системная папка **Template**, в которой хранятся шаблоны чертежей AutoCAD;
  - в верхнем поле **Папка (Save in)** выбрать путь для сохранения документа – необходимый диск, папку (например, Библиотеки), Документы, ИВТ-11), в итоге шаблон будет сохранен в вашей папке;
  - в поле **Имя файла (File name)** ввести имя создаваемого файла **Шаблон А3 + Фамилия** (например, Шаблон А3 Иванов) и щёлкнуть **Сохранить**.


**Примечание 1.1.** Для того, чтобы создать новый чертёж на основании необходимого шаблона следует дать команду меню **Файл(File)>Новый(New)**, далее через поле **Папка(Folder)** выбрать папку, куда был сохранён шаблон (в данном случае – папка вашей группы), выбрать шаблон (например, «**Шаблон А3 + Фамилия.dwt**») и щёлкнуть кнопку **Открыть (Open)**.



4. Дать команду меню **Формат (Format)>Единицы (Drawing Units)** и выбрать в поле единицы **ММ**;
5. Выполнить настройки листа:
  - a) щёлкнуть правой кнопкой мыши по ярлычку **Лист1 (Layout1)**  
;
  - b) в контекстном меню выбрать пункт **Диспетчер параметров листов (Page setup)**;
  - c) щёлкнуть кнопку **Редактировать (Modify)** – для AutoCAD 2010;
  - d) в области (на закладке для AutoCAD 2004) **Принтер/плоттер (Plot device)** в поле **Имя (Name)** выбрать из списка **Microsoft Office Document image Writer** или **Microsoft XPS Document Writer**;
  - e) в области **Формат листа (Page size)** выбрать из списка **A3**;
  - f) в области **Ориентация чертежа (Drawing orientation)** установить переключатель • **Альбомная** ;
  - g) щелкнуть **ОК**, далее **Заккрыть**.
6. Для AutoCAD 2010:
  - a) проверить включение режима предварительного выбора объектов с помощью команды меню **Сервис(Tools)> Настройки(Options)> закладка Выбор(Selection)**, где должен быть установлен флажок **✓ Предварительный выбор объектов (None/ verb selection)**;
  - b) навести указатель мыши на рамку на листе (сплошная тонкая линия), щёлкнуть по ней левой кнопкой мыши – она будет выделена, и удалить её, нажав клавишу **Delete** на клавиатуре.
7. Дать команду меню **Формат (Format)>Типы линий (Linetypes)**, щелкнуть кнопку **Загрузить(Load)** и в открывшемся списке найти образец **Acad\_ISO04w100**, выбрать его для данного слоя **Оси**

(выделить щелчком мыши), закрыть окно выбора типа линий нажатием **ОК**, закрыть окно загрузки типа линий.


8. Сформировать слои чертежа:

- a) щёлкнуть кнопку  **Диспетчер слоев (Layer Properties Manager)** на панели **Слои (Layers)**




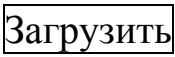
- b) щёлкнуть кнопку **Новый (New)**  и создать слой с именем **Размеры**;

- a) щёлкнуть по полю **Цвет(Color)** данного слоя и задать цвет **Белый(White)**;

- c) поочередно, щёлкая кнопку **Новый (New)** , создать остальные слои чертежа согласно **Табл. 1**, задавая цвет для соответствующих слоев через поле **Цвет (Color)**:

**Таблица 1**

<b>Имя слоя (Name)</b>	<b>Цвет слоя (Color)</b>
Оси	Белый (White)
Тонкие	Белый (White)
Штриховка	Белый (White)
Толстые	Красный (Red)
Построения	Фиолетовый (Magenta)

- d) для слоя **Толстые**, щелкнув по полю **Вес линии (Linewidth)** для данного слоя (  **По умол...** ) установить **1** мм;
- e) для слоя **Оси**, щелкнув по клетке **Тип линии (Linetype)** для данного слоя (**Continuous**),  тип линии **Acad\_ISO04w100**, выбрать его для данного слоя **Оси** (выделить щелчком мыши), закрыть окно выбора типа линий нажатием **ОК**:

f) закрыть окно диспетчера слоев.

9. С помощью ▼ открыть поле списка слоев панели **Слой (Layers)**




, выбрать слой

**Толстые**, сделав тем самым его текущим.

10. Включить режим ортогонального черчения щелчком по индикатору **ОРТО (ORTHO)** внизу экрана (индикатор должен быть «нажат»).

11. Включить режим отображения весов линий щелчком по индикатору **ВЕС (LWT)** внизу экрана (индикатор должен быть нажат).

12. Вычертить рамку чертежа формата А3:

a) щелкнуть кнопку **Прямоугольник (Rectagle)**  панели **Рисование (Draw)** –



b) ввести координаты первого угла прямоугольника **20,5** (через запятую), нажать **Enter**;

c) ввести координаты второго угла **415,292**, **Enter**.

13. Включить режим ортогонального черчения – щёлкнуть индикатор **Орто (Ortho)**, расположенный внизу окна на панели состояния (индикатор должен быть нажат).

14. Кнопкой  **Отрезок (Line)** панели **Рисование (Draw)**



вычертить левую линию надписи чертежа:

a) ввести координаты начальной точки **230,5** (через запятую), **Enter**;


b) потянуть мышь вверх и ввести с клавиатуры **55**, **Enter**, **Enter**.

15. Отмасштабировать изображение, прокручивая колесо мыши (для


**AutoCAD 2004** прокручивание при нажатой клавише **CTRL**).


**Примечание 1.2.** Перемещение изображение (панорамирование)

производится перемещением мыши при нажатом колесе (в **AutoCAD 2004**

с помощью кнопки  на панели **Стандартная (Standard)**



16. Кнопкой  **Отрезок(Line)** панели **Рисование(Draw)** вычертить верхнюю линию основной надписи чертежа:
- с) ввести координаты начальной точки **230,60** (через запятую), **Enter**;
  - d) потянуть мышью вправо и ввести с клавиатуры **185** , **Enter**, **Enter**.
17. Выделить, щелкнув прицелом мыши, построенные объекты (2 линии и прямоугольник) - будут обозначены квадратными маркерами;
18. Переместить выделенные объекты внутрь области печати (очерчена штриховой линией на листе):
- a) щелкнуть левой кнопкой мыши по левому нижнему маркеру выделенного прямоугольника (он будет выделен красным цветом);
  - b) нажать клавишу пробел на клавиатуре, в результате откроется команда **Перемещение (Move)** – см. в командную строку **Команда (Command)** внизу окна;
  - с) на запрос точки перемещения выбрать точку внутри печатной области листа (посмотреть затем правую границу печатной области листа – выделенные объекты должны находиться внутри нее);
  - d) при необходимости повторите команду перемещения.
19. Включить режим отслеживания объектов - индикатор **Отс-Объект** (**OTRACK**) расположен внизу окна на панели состояния.

20. Включить режим объектной привязки щелчком по индикатору **ПРИВЯЗКА (OSNAP)** внизу экрана (индикатор должен быть нажат).
21. Для настройки режимов привязки объектов:
- щелкнуть правой кнопкой мыши по индикатору **ПРИВЯЗКА (OSNAP)**;
  - в контекстном меню выбрать пункт **Настройка (Settings)**;
  - установить флажки напротив режимов **Конточка (Endpoint)**, **Нормаль (Perpendicular)**, остальные снять;
  - ОК**.
22. Щелчком по кнопке  открыть команду **Отрезок(Line)**:
- зацепить мышью (без щелчка) с помощью привязки **Конточка(Endpoint)** левую конечную точку верхней горизонтальной линии (рис. 1.1);
  - протянуть мышь вправо (появится линия отслеживания в виде точек);
  - ввести с клавиатуры значение **7** (это значение отступа – рис. 1.2), **Enter**;
  - протянуть мышь вниз и ввести с клавиатуры значение **25**, **Enter**, **Enter**.

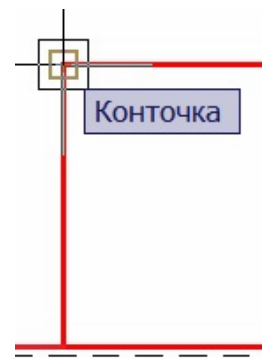


Рис. 1.1

**Примечание 1.3.** Повторять команды можно нажатием клавиши **Enter**.

23. Используя режим отслеживания объектов, вычертить остальные толстые линии по размерам (рис.1.2) – внимательно следить за первой точкой при отслеживании, конечные точки линий щелкать при появлении привязки **Нормаль(Perpendicular)**.

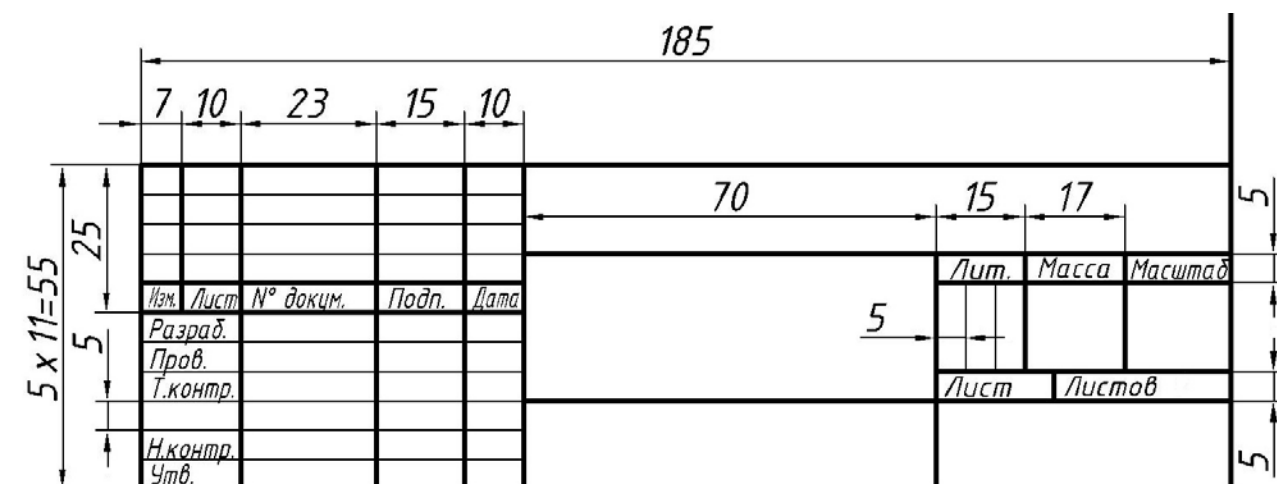








Рис. 1.2

24. С помощью ▼ открыть поле списка слоев панели **Слои (Layers)**, выбрать слой **Тонкие**, сделав тем самым его текущим.
25. Кнопкой  **Отрезок (Line)** вычертить нижнюю тонкую линию (рис. 1.2).
26. Щелчком мыши выделить построенную тонкую линию.
27. Кнопкой  **Массив(Array)** панели **Редактирование (Modify)**  создать массив тонких линий:
  - а) установить переключатель в положение • **Прямоугольный (Rectangular)**;
  - б) задать количество рядов **10**;
  - с) задать количество столбцов **1**;
  - д) задать расстояние между рядами **5**;
  - е) задать расстояние между столбцами **0**;
  - ф) щелкнуть кнопку **Просмотр (Preview)**;
  - г) при получении желаемого результата нажать **Enter**, иначе **ESC**.
28. Выделить щелчком мыши две лишние горизонтальные тонкие линии, (созданные командой Массив), которые обрамляют строку

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

, и удалить их, нажав клавишу

**Delete.**

29. Кнопкой  **Отрезок (Line)** вычертить две тонкие линии в правой части надписи под графой «Лит» (рис. 1.2).
30. Щелкнуть кнопку  **Диспетчер слоев (Layer Properties Manager)** на панели **Слои (Layers)**:
  - a) щелкнуть кнопку **Новый (New)** ;
  - b) создать слой с именем **Текст**;
  - c) с помощью ▼ открыть поле списка слоев панели **Слои (Layers)**, выбрать слой **Текст**, сделав тем самым его текущим.
31. Отключить объектную привязку (индикатор **Привязка (Osnap)** отжать).
32. Щелкнуть правой кнопкой мыши по любой из панелей инструментов и в появившемся списке панелей установить флажок у панели **Текст (Text)**.
33. Создать текстовые стили **Наклонный** и **Прямой**:
  - a) дать команду меню **Формат (Format) > Текстовые стили (Text style)**;
  - a) в открывшемся окне щелкнуть кнопку **Создать (New)** и ввести имя стиля **Прямой**, **ОК**;
  - b) в поле **Имя шрифта** выбрать **ISOCPEUR**;
  - c) в поле **Высота (Height)** ввести **7**;
  - d) ввести **Угол наклона (Angle) 0**;
  - e) снова щелкнуть кнопку **Создать (New)** и ввести имя стиля **Наклонный**, **ОК**;
  - f) в поле **Имя шрифта** выбрать **ISOCPEUR**;


- g) в поле **Высота (Height)** ввести **0**;
- h) ввести **Угол наклона 15**;
- i) нажать кнопку **Сделать текущим (Set current)**;
- j) щелкнуть кнопку **Заккрыть (Close)**.

34. Щелкнуть кнопку **AI Однострочный (Single line)** на панели инструментов **Текст (Text)**:

- a) ввести опцию **Style (С)тиль** – вводить букву, обозначенную заглавной (заглавными) для активизации опции, и удостовериться, что установлен текущим стиль **Наклонный, Enter**;
- b) ввести опцию **Выравнивание (J)ustify**;
- c) ввести опцию **По ширине (F)it**;
- d) щёлкнуть 1-ю точку надписи над линией в одной из клеток основной надписи чертежа (увеличить масштаб колесом мыши);
- e) затем вторую точку;
- f) ввести высоту текста **3.5** (через точку);
- g) ввести с клавиатуры текст одной из надписей (рис.1.2), **Enter**;
- h) **Enter**.

**Примечание 1.4.** Изменение ширины надписи можно выполнять с помощью угловых маркеров надписи, предварительно выделив ее.

35. Для копирования созданной надписи:

- a) выделить надпись щелчком мыши;
- b) скопировать, нажав одновременно **Shift + Ctrl + C** на клавиатуре;
- c) далее на запрос базовой точки указать левую крайнюю точку надписи (с помощью разовой привязки  **Узел** на панели **Привязка (Osnap)**





36. Вставить надпись в другую клетку, нажав одновременно **Ctrl + V** на клавиатуре и указав прицелом точку над линией в той клетке, куда вставляется надпись (рис. 1.2).
37. Щёлкнуть по надписи правой кнопкой мыши и в контекстном меню выбрать пункт **Свойства(Properties)**:
- в области **Текст (Text)** в поле **Содержимое** ввести новое значение (рис. 1.2);
  - при необходимости изменить ширину надписи (см. Примечание 1.4).
38. Заполнить графы основной надписи чертежа (рис.1.2), вставляя, а затем редактируя их.

39. Выделить основную надпись чертежа без внутренней рамки чертежа, растягивая мышью рамку выделения слева

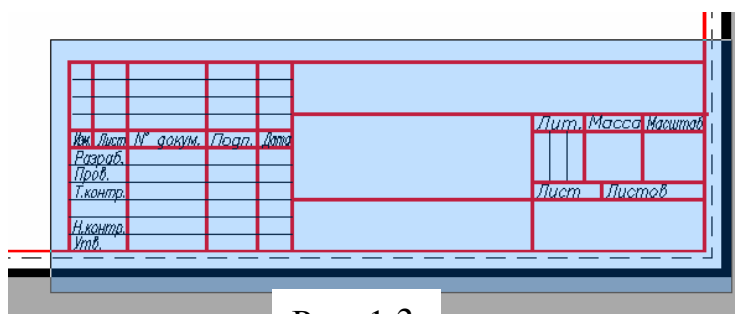



Рис. 1.3

- направо, захватив **все** объекты основной надписи (рис. 1.3).
40. В командной строке ввести команду **Пблок (Wblock)**:

- в окне «Запись блока на диск» в области **Источники данных** установить переключатель в положение **Объекты**;
- в области **Базовая точка (Base point)**

щёлкнуть кнопку  **Указать** и мышью с привязкой **Конточка (Endpoint)** щёлкнуть нижнюю левую точку выделенных объектов (рис. 1.4);

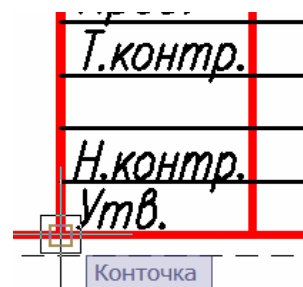



Рис. 1.4

- в области **Объекты (Objects)** установить

переключатель в положение ☉ **Преобразовать в блок (Make block)**;

d) в области **Размещение** в конце поля **Имя файла и путь** щелкнуть кнопку  :


- выбрать путь для сохранения документа – необходимый диск, папку своей группы (например, Work (Z:), Мои документы, ИВТ-11);
- ввести имя файла **Основная надпись форма1**, нажать **Сохранить (Save), ОК**– выделенная часть чертежа будет сохранена в виде блока в отдельном файле, имя блока будет совпадать с именем файла.

**Примечание 1.5.** При необходимости командой меню **Вставка (Insert) > Блок (Block)** можно вставлять блок основной надписи чертежа и создавать другие форматы.

41. Настроить размерный стиль:

- a) дать команду меню **Формат(Format)> Размерные стили (Dimension styles)**;
- b) в поле **Вывести в список** выбрать **Все стили**;
- c) щёлкнуть кнопку **Новый (New)**, далее в текстовом поле **Имя нового стиля (Name)** набрать имя создаваемого размерного стиля, например, **ГОСТ**, на основе – **ISO-25**, щёлкнуть кнопку **Далее (Next)**;
- d) на закладке **Линии (Lines)**:
  - в области **Размерные линии (Dimension Line)** ввести в поле **Шаг в базовых размерах (Spacing)** расстояние между параллельными размерными линиями при базовом способе нанесения размеров **7**;

- в области **Выносные линии (Extension Line)** в поле **Удлинение за размерные (Extension)** ввести величину выступа выносных линий за размерную **2** (до 5 мм);
  - в поле **Отступ от объекта (Origin Offset)** ввести величину отступа начала выносной линии от точки указания на объекте **0** (ноль).
- е) на закладке **Символы и стрелки (Symbols and Arrowheads)**:
- в поле **Размер стрелки (Size)** ввести длину стрелок **4**;
  - в области **Метки центра (Center)** щелкнуть переключатель • **Нет (None)**;
- ф) на закладке **Текст (Text)** в области **Свойства текста (Text properties)**:
- в поле **Текстовый стиль (Style)** в списке выбрать **Наклонный**;
  - в поле **Высота шрифта** ввести **5**;
  - в поле **Отступ от размерной линии (Gap)** ввести величину зазора между размерным текстом и размерной линией **1**;
- г) на закладке **Основные единицы (Primary Units)**:
- в поле **Точность (Precision)** выбрать необходимую точность представления на чертеже размерных чисел **0**;
  - в поле **Масштаб (Scale)** ввести коэффициент масштаба **1**;
- h) Заккрыть окно кнопкой **ОК**;
- i) щелкнуть кнопку Установить;
- j) далее Заккрыть.

42. Сохранить созданный шаблон чертежа кнопкой  панели **Стандартная (Standart)**.

## Раздел 2. Построение плоских контуров

**Задание 1.** Создать замкнутый плоский контур согласно размерам рис. 2.1 с помощью команды **Полилиния (Pline)**, шириной линии 1.

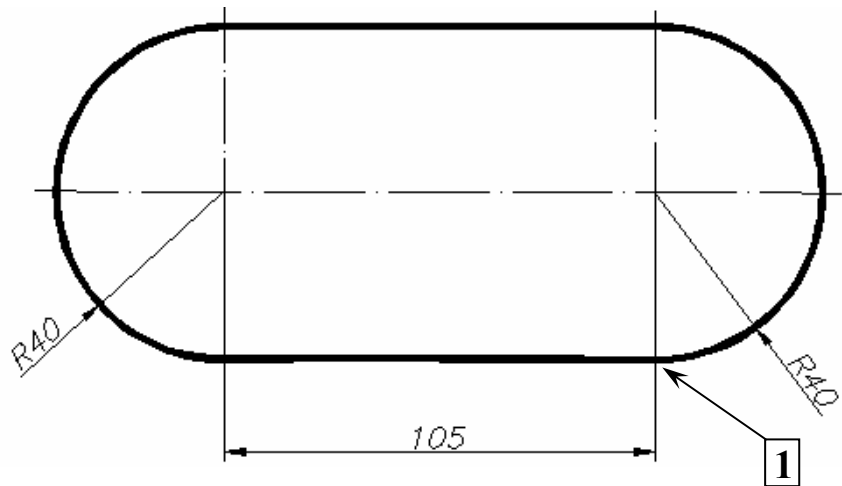









Рис. 2.1

### Порядок работы:

1. Создать новый чертёж на основе шаблона «**Формат А3**» (см. **Примечание 1.1** раздела 1).
2. Щёлкнуть ярлычок **Модель (Model)** (внизу экрана).
3. Включить ортогональный режим черчения с помощью индикатора **Орто (Ortho)**, расположенного внизу окна на панели состояния над командной строкой.
4. С помощью ▼ открыть поле списка слоев панели **Слои (Layers)**, выбрать слой **Толстые**       **Толстые**, сделав тем самым его текущим.
5. Открыть команду **Полилиния (Pline)** кнопкой  на панели **Рисование (Draw)**.
  - а) щёлкнуть мышью произвольно начальную точку полилинии (чертим от точки **1**, против часовой стрелки – рис. 2.1);
  - б) через опцию **Ширина (Width)** задать ширину полилинии 1 (сначала ввести начальную 1, нажать **Enter**, затем конечную 1, **Enter**);

- с) через опцию Дуга (Arc) вычертить первый дуговой сегмент (правый), указав:
- через опцию Радиус (Radius) значение **40**;
  - через опцию Угол (Angle) значение центрального угла **180**;
  - указать направление хорды **90 (+90)** - направить мышь вверх и щёлкнуть ею (Enter не нажимать, команду не закрывать);

**Примечание 2.1.** Отмена вычерчивания сегмента

производится через опцию Отменить (Undo).

**Примечание 2.2.** Дуговой сегмент, равный половине

окружности, можно вычертить другими способами:

**1 способ)** через опции Дуга (Arc), Радиус (Radius), задав

радиус, например, **40**, и указав через относительные координаты положение противоположной точки на диаметре, например, в нашем случае **@0,-80** (минус 80);

**2 способ)** через опции Дуга (Arc), Центр (Center), задав

центр через относительные координаты, например, **@0,-40**(минус 40), и указав положение противоположной точки на диаметре, например, у нас **@0,-40**.

- d) через опцию Линейный (Line) вычертить линейный сегмент полилинии длиной **105**, переместив указатель мыши влево и введя с клавиатуры **105**;
- e) через опцию Дуга (Arc) вычертить второй дуговой сегмент (левый), указав:
- через опцию Радиус (Radius) значение **40**;
  - через опцию Угол (Angle) значение центрального угла **180**;
  - направление хорды – **90(минус)** направить мышь вниз и щёлкнуть ею;

- f) ввести опцию **Л**инейный (**L**ine);
- g) ввести опцию **З**амкнуть (**C**lose) (в результате создан замкнутый контур как итог выполнения одной команды).

**Задание 2 (самостоятельное):** Создать замкнутый плоский контур на свободном месте согласно размерам рис. 2.2 с помощью команды **Полилиния (Pline)** шириной линии **1.1** в левой нижней части формата.

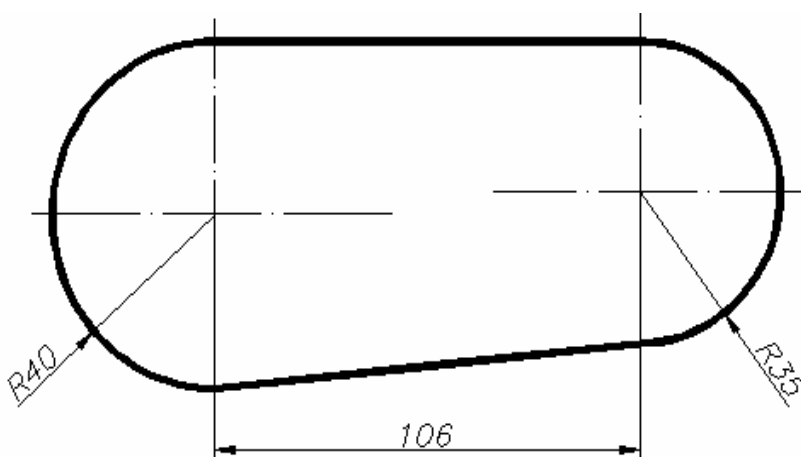


Рис. 2. 2

**Задание 3.** Создать замкнутый плоский контур согласно размерам рис. 2.3 с помощью команды **Полилиния (Pline)**, шириной линии **1.2**, выполнив вспомогательные построения.

#### Порядок работы:

1. Открыть команду меню **Формат (Format)>Единицы (Units)** и выбрать через ▼ **Точность (Precision) 0.0, [OK]**.

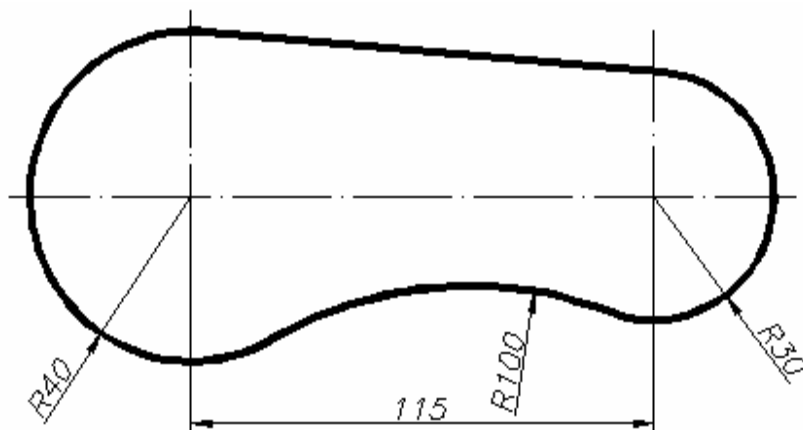






Рис. 2.3








2. На панели **Слой (Layers)** выбрать слой **Построения**

 **Построения**, сделав его текущим.

3. С помощью кнопки **Круг (Circle)**  на панели **Рисование (Draw)** вычертить окружность радиусом **40**, задав произвольно (в верхней правой четверти формата) щелчком мыши положение центра и введя значение радиуса с клавиатуры **40**, нажать **Enter**.

**Примечание 2.3.** Постоянная объектная привязка включается индикатором  (**OSNAP**), а ее настройка производится через щелчок правой кнопкой мыши по данному индикатору, с дальнейшим выбором пункта **Настройка (Settings)** и установкой режимов привязки, например,   **Центр (Center)**.

**Примечание 2.4.** Для повторения команды достаточно нажать клавишу Enter на клавиатуре.

4. Включить режим *постоянной* привязки (см. примеч. 2.3).
5. Щёлкнуть правой кнопкой мыши по индикатору  (**OSNAP**) и установить щелчком мыши флажки  **Конточка (Endpoint)**,  **Центр (Center)**,  **Пересечение (Intersection)**, остальные снять, **ОК**.
6. С помощью кнопки **Круг (Circle)**  на панели **Рисование (Draw)** вычертить окружность радиусом 30:
- а) задать положение центра окружности через отслеживание объекта:
- включить мышью индикатор  (**OTRACK**), расположенный внизу окна на панели состояния;
  - зацепить мышью (не щелкая) с помощью привязки  **Центр (Center)**: центр первой окружности (рис. 2.4);

– протянуть мышь вправо и ввести с клавиатуры значение **115**, **Enter** (можно, ориентируясь на подсказку **115<0°** в текстовом окне отслеживания, щёлкнуть центр новой окружности – рис. 2.5);

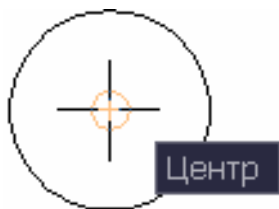


Рис. 2.4



Рис. 2.5

б) ввести значение радиуса с клавиатуры **30**, нажать **Enter**.

7. Отключить режим *постоянной* привязки щелчком мыши по индикатору **ПРИВЯЗКА (Osnap)**.

**Примечание 2.5.** Панели инструментов включаются через список, который открывается щелчком правой кнопкой мыши по любой другой панели инструментов.

8. Вычертить прямую, касательную к двум окружностям:

- а) щёлкнуть кнопку **Отрезок (Line)** на панели **Рисование(Draw)**;
- б) включить режим *временной* привязки касательной щелчком по кнопке на панели **Объектная привязка(Object Snap)**



**см. примеч. 2.5;**

- с) щёлкнуть мышью точку на верхней части первой окружности в момент появления привязки **Задержанная касательная (Deferred Tangent)** (рис. 2.6) и аналогично через точку на второй окружности (рис. 2.7)
- д) нажать **Enter**.



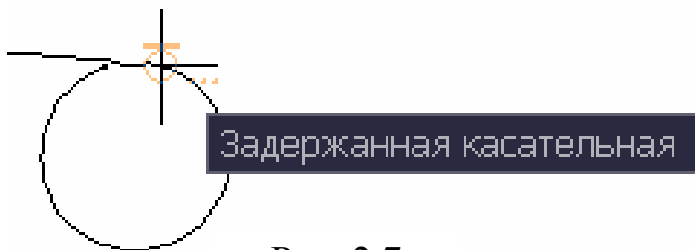



Рис. 2.7



Рис. 2.6

9. Вычертить дугу, касательную к двум окружностям, поочередно используя оба способа, при этом удалив построенную дугу после 1-го:

**1 способ** (применяется для построения только внутренних сопряжений):

а) щелкнуть кнопку **Сопряжение(Fillet)**  на панели *Редактирование(Modify)* (см. примеч. 2.5);



б) через опцию РаДиус (**R**adius) ввести значение радиуса сопряжения;

с) выделить щелчком мыши сначала одну окружность, затем другую окружность;

д) удалить построенную дугу и применить второй способ.

**2 способ** (применяется для построения внешних и внутренних сопряжений):

а) щелкнуть кнопку **Круг(Circle)**  на панели **Рисование(Draw)**;

б) ввести с клавиатуры опцию **ККР (TTR)** – (касательная, касательная, радиус), нажать **Enter**;

с) щёлкнуть мышью точку на нижней внутренней четверти первой окружности в момент появления привязки **Задержанная касательная (Deferred Tangent)** – рис. 2.8 и аналогично точку на второй окружности;



Рис. 2.8

д) ввести значение радиуса **100**, нажать **Enter**.

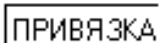
В результате вычерчена окружность, касательная к двум другим (рис. 2.9).

10. На панели **Слой (Layers)** выбрать

слой **Толстые**  Толстые.

11. Включить режим *постоянной*

привязки щелчком мыши по

индикатору  (OSNAP).

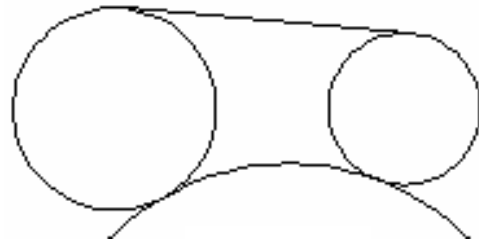


Рис. 2.9

12. Вычертить полилинию по линиям вспомогательных построений:

a) открыть команду **Полилиния (Pline)** кнопкой  на панели **Рисование (Draw)**;

b) в момент появления привязки **Конточка (Endpoint)** щёлкнуть мышью начальную точку на большей окружности (рис. 2.10);

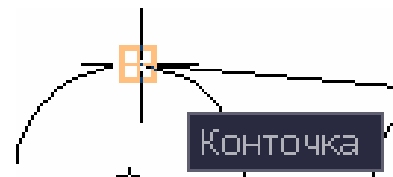


Рис. 2.10

c) через опцию **Ширина (Width)** задать ширину полилинии **1.2** (сначала ввести начальную **1.2**, нажать **Enter**, затем конечную **1.2**, **Enter**);



Рис. 2.11

d) ввести опцию **Дуга (Arc)**, затем опцию **Центр (Center)** и щёлкнуть мышью в момент появления привязки **Центр (Center)** центр первой окружности (рис. 2.11);

e) на запрос конечной точки через привязку **Пересечение (Intersection)** щёлкнуть точку касания (рис. 2.12);



Рис. 2.12

f) щёлкнуть через привязку **Пересечение (Intersection)** точку касания на другой окружности (рис. 2.13);

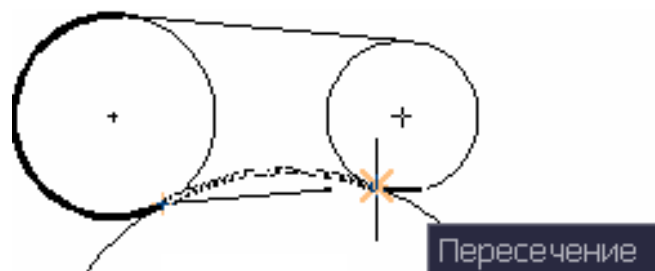


Рис. 2.13

- g) на запрос конечной точки через привязку **Конточка (Endpoint)** щёлкнуть точку касания (рис. 2.14);
- h) ввести опцию **Замкнуть (Close)**.

В результате получен контур (рис. 2.15).

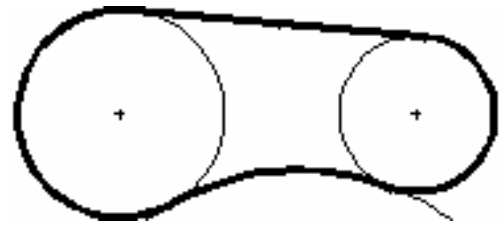


Рис. 2.15

- 13. Щёлкнуть правой кнопкой мыши по индикатору **ПРИВЯЗКА (OSNAP)** и

установить флажок **✓ Квадрант (Quadrant), ОК.**


- 14. С помощью кнопки **Отрезок (Line)**  на панели **Рисование (Draw)** в слое **Оси** вычертить:



Рис. 2.14

- a) горизонтальную ось, пользуясь привязкой к квадрантам (рис. 2.16);
- b) вертикальные оси – с привязкой от центров окружностей вниз до квадрантов (рис. 2.17).

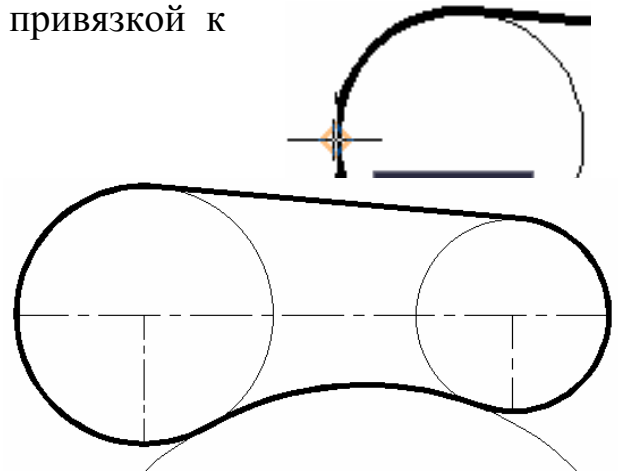


Рис. 2.17

- 15. Пользуясь «ручками» объектов в режиме **Орто (Ortho)**

(см. индикатор **Орто (Ortho)** внизу окна над командной строкой)

растянуть осевые, так чтобы они выходили за контур, для чего:

- a) щёлкнуть прицелом горизонтальную ось, в результате она будет выделена;
- b) щёлкнуть мышкой по крайней левой «ручке» (рис. 2.18), протянуть мышь влево и ввести с клавиатуры **3** (значение до 5 мм) (рис. 2.19).

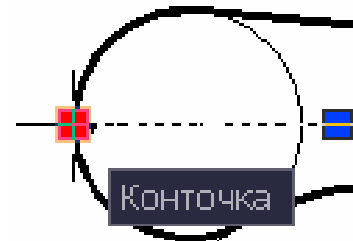

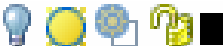


Рис. 2.18

16. Через панель **Слой (Layers)** найти слой **Построения** и выключить его, щёлкнув индикатор  «Включение/отключение слоя» –  **Построения**.

**Задание 4 (самостоятельное):** Создать замкнутый плоский контур согласно размерам рис. 2.20 с помощью команды **Полилиния (Pline)** шириной линии 1.3, согласно рекомендациям:

а) вычертить предварительно вспомогательные построения в слое

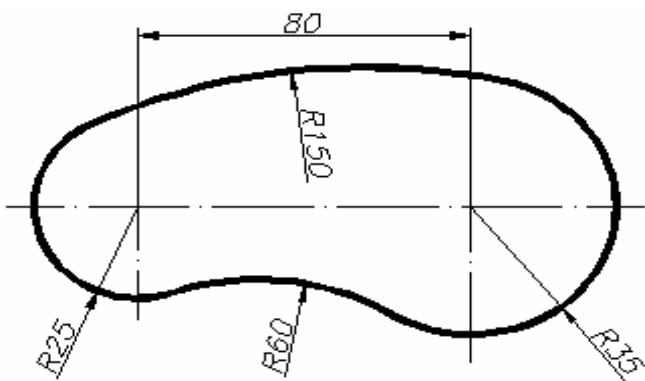


Рис. 2.20

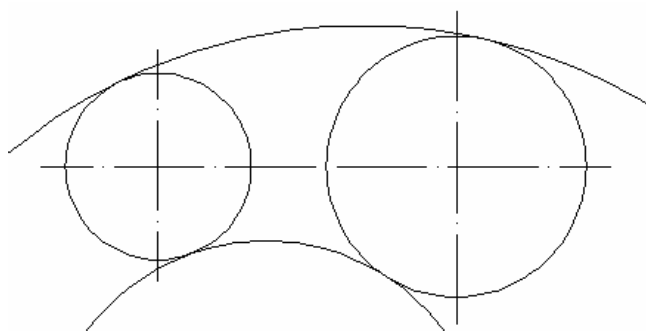





Рис. 2.21

**Построения** согласно рис. 2.21 (не забудьте включить слой **Построения**):

- ☐ при этом вычертить окружность радиуса R25 командой **Круг** ;
- ☐ вычертить другую окружность R35 с расстоянием 80 между центрами (см. задание 3, п. 6);
- ☐ командой **Круг**  или командой **Сопряжение (Fillet)**  построить сопряжения (см. задание 3, п. 9.);

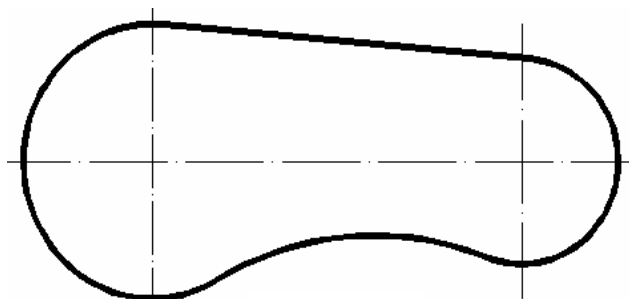


Рис. 2.19

б) вычертить осевые линии в слое **Оси** (рис. 2.21);

выполнить обводку *полилинией* шириной **1.3** в слое **Толстые** (рис. 2.22).

**Задание 5.** Создать замкнутый плоский контур пробки согласно размерам рис. 2.23 с помощью команды *Полилиния* (*Pline*), шириной линии 1.4, выполнив вспомогательные построения.

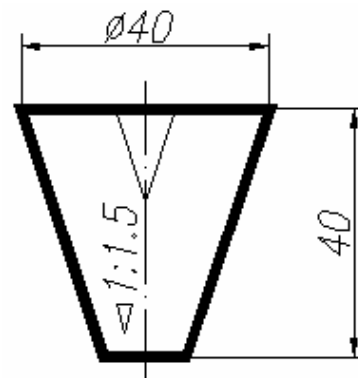


Рис. 2.23



Рис. 2.24

1. В слое **Построения** с помощью кнопки

**Отрезок(Line)**  самостоятельно

вычертить:

- а) горизонтальный отрезок длиной **10**;
- б) вертикальный отрезок длиной **15**, взяв

при этом в качестве начальной точки середину горизонтального отрезка – с помощью кнопки

временной объектной привязки  **Середина (Midpoint)**

(рис. 2.24) на панели

**Объектная**

**привязка(Object Snap) -**



;

- с) вспомогательное построение конусности с использованием привязки **Конточка (Endpoint)**, соединив концы построенных отрезков (рис. 2.25).

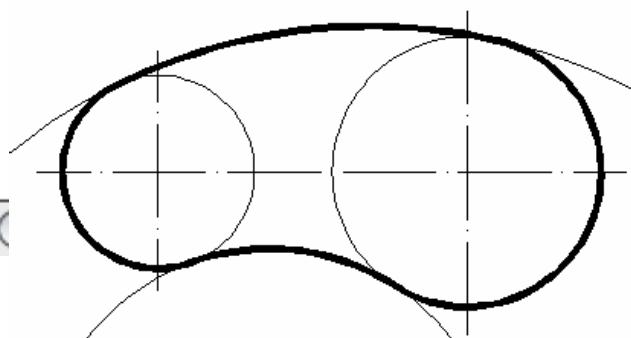


Рис. 2.22

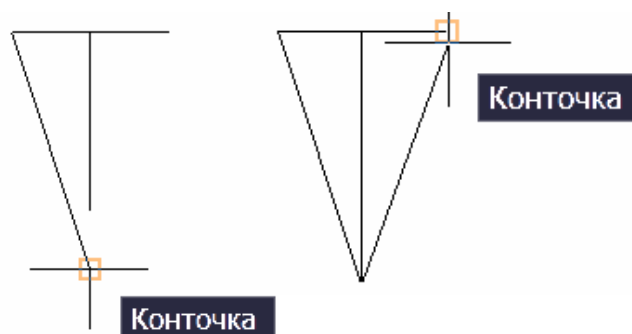



Рис. 2.25

2. С помощью кнопки **Прямая (Xline)**  вычертить уровень нижнего основания пробки:
- ввести опцию **Отступ (Offset)**;
  - задать высоту смещения (высоту пробки) **40**;
  - прицелом выбрать линейный объект – горизонтальную линию;
  - указать сторону смещения – щёлкнуть ниже построенной горизонтальной линии, **Enter**.

3. Пользуясь «ручками» объектов в режиме **Орто (Ortho)**, растянуть горизонтальную линию в каждую сторону на **15** (до величины диаметра верхнего основания пробки 40).

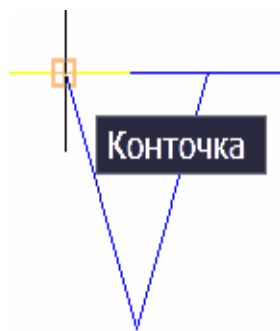


Рис. 2.26

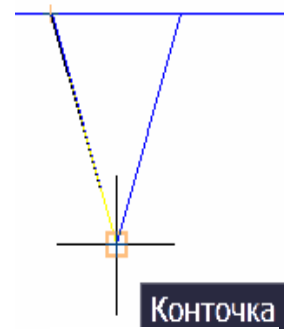



Рис. 2.27

4. С помощью команды **Прямая (Xline)** , вычертить образующую пробки:

- ввести опцию **Угол (Ang)**;
- с помощью привязки **Конточка (Endpoint)** указать первую точку (рис. 2.26);
- с помощью привязки **Конточка (Endpoint)** указать вторую точку (рис. 2.27);
- с помощью привязки **Конточка (Endpoint)** щёлкнуть точку на диаметре основания конической детали – рис. 2.28, **Enter**.

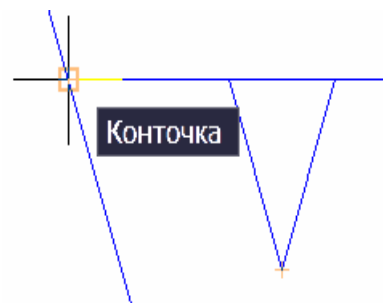


Рис. 2.28

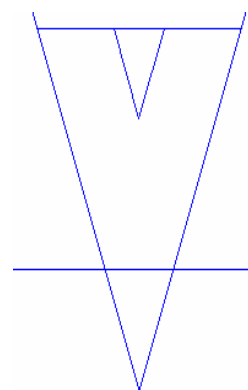






Рис. 2.29

5. С помощью команды **Прямая (Xline)** , вычертить другую образующую пробки (рис. 2.29).

**Примечание 2.6.** Для задания конкретного значения угла в команде **Прямая(Xline)** через опцию **Угол (Ang)** с клавиатуры вводится его значение, например, 35, при этом положительное значение угла считается против часовой стрелки от горизонтали.

6. Выполнить обводку контура пробки с использованием привязки командой **Полилинией** шириной **1.4** в слое **Толстые** (для вычерчивания последнего сегмента – опция **Замкнуть (Close)**).
7. Командой **Отрезок(Line)** вычертить осевую линию в слое **Оси** с однократной привязкой  **Середина (Midpoint)** на панели **Объектная привязка(Object Snap)** -



8. Слой **Построения** по окончании работы выключите через индикатор  «Включение/отключение слоя» на панели **Слои (Layers)**.
9. Сохранить чертеж кнопкой  под именем «**Геометрическое черчение + своя фамилия**» в папке группы.


## Раздел 3. Простановка размеров

**Задание.** Проставить размеры согласно рис. 2.1, 2.2, 2.3, 2.20, 2.23 раздела 2.

### Порядок работы:

1. Открыть чертёж «**Геометрическое черчение + своя фамилия**».
2. Щелкнуть правой кнопкой мыши по любой из панелей инструментов и в появившемся списке панелей установить флажок у панели **Размер (Dimension)**.




3. Через поле списка слоев панели **Слои (Layers)** через ▼ сделать текущим слой **Размеры**.
4. В слое **Размеры** с помощью кнопки **Линейный**  (**Linear**) панели **Размер (Dimention)** (с привязкой к «конточкам» осей, «квадрантам» окружностей – рис. 2.1, 2.2, 2.3, 2.20, 2.23 раздела 2) нанести линейные размеры детали:
  - а) указывая в качестве начала 1-й и 2-й выносных линий сначала одну, затем вторую точку с использованием привязки на контуре детали;
  - б) далее «вытягивая» мышью размерное число и затем щелчком мыши, закрепляя его положение.

**Примечание 3.1** Для корректировки размерного числа необходимо:

- выделить щелчком размер;
- щелкнуть маркер размерного числа и перетащить его в нужное место (если при этом вам мешает постоянная объектная привязка – выключите её щелчком по индикатору **Привязка** (Osnap) или нажатием клавиши **F3**).



5. С помощью кнопки  **Диаметр (Diameter)** нанести размеры диаметров, щёлкая прицелом контур соответствующей окружности и «вытягивая» в нужное место размерное число, щелчком фиксируя его.

**Примечание 3.2.** Для корректировки внешнего вида размера, например, отображения только половины его, необходимо:

- выделить щелчком размер;
- щёлкнуть правой кнопкой мыши по одному из его маркеров;
- выбрать пункт **Свойства (Properties)**;
- в области **Линии и стрелки (Lines and Arrows)** отключить одну из размерных линий (**Разм. линия 1** или **2** зависит от порядка указания точек при нанесении размера) и одну из выносных линий (**Вын. линия 1** или **2**);
- закрыть окно **Свойств**.

**Примечание 3.3.** Для нанесения угловых размеров используется

кнопка  **Угловой**, при использовании её необходимо:

- a) указать прицелом сначала одну сторону обмеряемого угла;
- b) затем другую сторону обмеряемого угла;
- c) щелчком мыши закрепить положение размера за пределами контура.

**Примечание 3.4.** Для настройки положения размерного числа угла (для размещения на полочку) следует:

- a) выделить прицелом размер;
- b) щелкнуть по одному из его маркеров правой кнопкой мыши;
- c) выбрать пункт **Свойства(Properties)**;

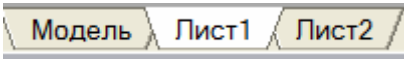
- d) в окне свойств в области **Вписанный** в поле **Перенос текста** выбрать **Перенос, с выноской**.
- e) выполнить корректировку положения размерного числа угла:
- перетащив мышью сначала маркер на дуге размера ближе к контуру детали;
  - перетащить размерное число за его маркер в нужное место (полочка выноски должна быть под размерным числом).

6. Сохранить чертёж кнопкой  панели **Стандартная (Standart)**.

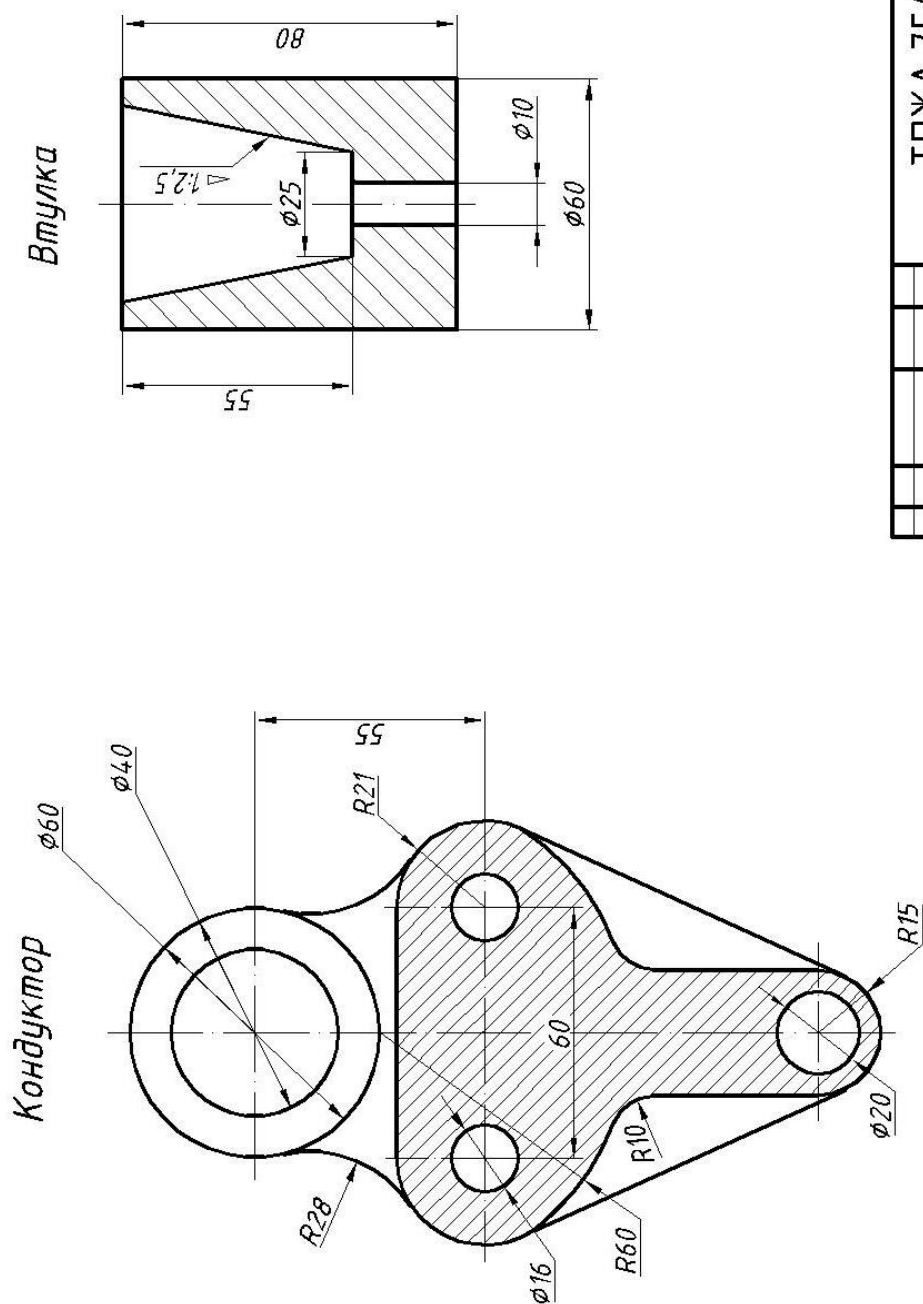
## Задание на графическую работу «Геометрическое черчение»

1. Выполнить чертёж «Геометрическое черчение» по индивидуальному варианту.
2. Отчитаться преподавателю по данной графической работе и сдать её преподавателю в электронном виде (имя файла должно соответствовать образцу – «ГЧ Иванов гр.ИВТ-11 вар.1»).

### Рекомендации по выполнению чертежа «Геометрическое черчение»

1. Открыть чертёж «Геометрическое черчение + своя фамилия», далее перейти в пространство листа, щёлкнув по ярлычку **Лист1 (Layout1)** , где находится рамка чертежа и основная надпись, и выполнять свой вариант.
2. При обводке контура не использовать ширину полилинии (установить в команде **Полилиния** начальную и конечную ширину сегментов равную **0**), для отображения использовать вес линий слоя.
3. Обводку контура при возможности выполнять замкнутой полилинией.
4. При наличии симметрии в детали можно выполнять только половину её, затем выполнив зеркальное отражение командой **Зеркало (Mirror)** – см. раздел. 5, пункт 48.
5. Объекты в слое «**Построения**» не удалять, данный слой необходимо **выключить**.
6. Значок «**конусности**» выполнить, начертив отрезки или полилинию.

7. Обратить внимание на осевые, которые используются в качестве центровых для окружностей: должны пересекаться длинными штрихами (для корректировки изменить свойство «**Масштаб типа линии**» всех предварительно выделенных осевых в окне **Свойств**, подобрав необходимое значение).
8. Заполнить основную надпись чертежа (рис. 3.1).



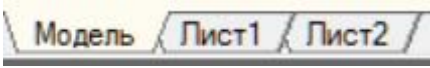
ТПЖА.754.158.110				Лист	Масса	Масштаб
Геометрическое черчение						1:1
				Лист	1	Листов 1
				ИВТ-12		
Исполн.	Провер.	Т. контрол.	Н. контрол.	Утверд.	Подп.	Материал
Разработ.	Крипиков	Прош.	Пахарова			

Рис. 3.1

## Раздел 4. Трёхмерное моделирование

1. Запустить систему **AutoCAD** и создать новый чертёж на основе шаблона «**Формат А3**» (см. **Примечание 1.1** раздела 1).

2. Перейти в пространство **Модели** щелчком по ярлычку

**Модель(Model)**  – внизу экрана.

3. Щёлкнуть правой кнопкой мыши по любой из панелей инструментов и в появившемся списке панелей установите поочередно флажки у следующих панелей: **Стандартная (Standart)**, **Свойства(Properties)**, **Слои(Layers)**, **Рисование(Draw)**, **Моделирование (Solids)**, **Текст(Text)**, **Объектная привязка(Object snap)**, **Вид(View)**, **ПСК(UCS)**.

4. Сохранить чертёж под именем «**Разрезы + своя фамилия**» в папке группы.

5. Кнопкой  панели **Вид (View)**

() перейти в ЮЗ-изометрию (SW Isometric View).

6. Щёлкнуть кнопку **Многоугольник (Polygon)**  на панели **Рисование (Draw)**

():

- a) ввести количество сторон (Enter number of sides) – **6**;
- b) указать центр многоугольника (Specify center of polygon) – **0,0,0**;
- c) задать опцию размещения **В**писанный (**I**nscribed – задана по умолчанию), нажать **Enter**;
- d) ввести радиус окружности (Specify radius of circle) – **40** – рис. 4.1.

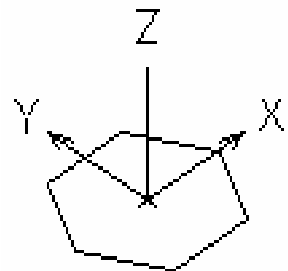


Рис. 4.1

7. Ввести в командной строке команду

**Выдавить(Extrude):**

- a) выбрать объект для выдавливания(Select objects) – щёлкнуть прицелом построенный многоугольник, **Enter** (рис. 4.2);
- b) ввести высоту выдавливания (Specify height of extrusion) – **100** (рис. 4.3), **Enter, Enter**.

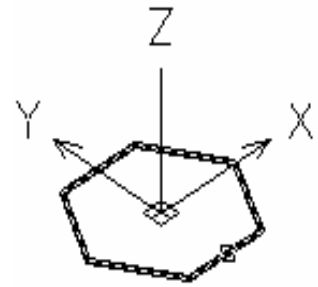


Рис. 4.2

8. Дать команду строки меню **Сервис(Tools)> Настройка (Options)** и на закладке **Экран (Performance)**:

- a) в области **Экранное разрешение** в поле **Число образующих в поверхностях (Contour Lines per Surface)** ввести значение **0**;
- b) в области **Производительность отображения** установить флажок ☒ **Вычерчивать истинные силуэты для тел и поверхностей** или ☒ **Кромки силуэта (Show Silhouettes in Wireframe)**, **OK**.

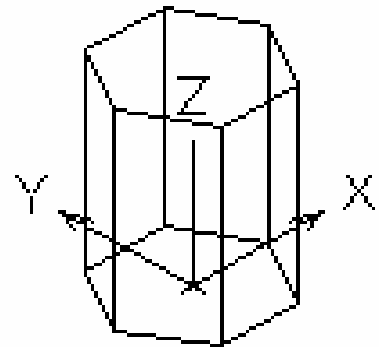



Рис. 4.3

9. Щёлкнуть кнопку **Цилиндр (Cylinder)**  панели **Моделирование (Solids)**

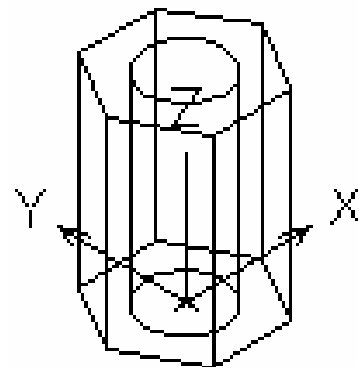


Рис. 4.4



- a) ввести центр основания (Specify center point) – **0,0,0**;
- b) ввести радиус основания (Specify radius) – **20**;
- c) ввести высоту (Specify height) – **100** (рис. 4.4).

10. Настроить объектную привязку:

- a) щёлкнуть правой кнопкой мыши по индикатору **Привязка (Osnap)** внизу экрана;
- b) выбрать пункт **Настройка (Settings)**;
- c) установить флажки **✓ Конточка (EndPoint)** и **✓ Центр (Center)** - остальные снять;
- d) закрыть окно настройки привязки.

11. Включить постоянную объектную привязку, нажав индикатор **Привязка (Osnap)**.

12. Щёлкнуть кнопку **Отрезок (Line)**  панели **Рисование (Draw)**:

- a) на запрос первой точки (Specify first point) щёлкнуть с помощью привязки **Конточка (Endpoint)** верхнюю левую вершину передней грани – точка **1** (рис. 4.5);
- b) на запрос следующей точки (Specify next point) щёлкнуть с помощью привязки **Конточка (Endpoint)** нижнюю правую вершину передней грани – точка **2** (рис. 4.5);
- c) завершить команду, нажав **Enter**.

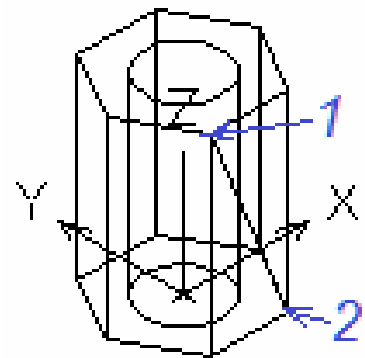

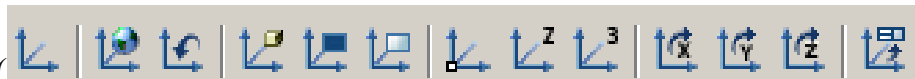


Рис. 4.5

13. Щёлкнуть кнопку **Начало (Origin UCS)**  панели **ПСК (UCS)**

():

- a) щёлкнуть кнопку **Середина (Midpoint)**  на панели однократной объектной привязки

();



- b) щёлкнуть с привязкой середину  
построенной диагонали на грани – рис. 4.6.

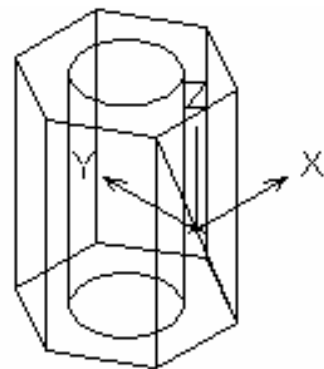



Рис. 4.6

14. Для построения контура выреза кнопкой  (X Axis Rotate UCS) панели ПСК (UCS) выполнить поворот на **90** градусов ПСК (UCS) вокруг оси X (значение угла поворота 90 градусов установлено по умолчанию – подтвердить, нажав **Enter**) – рис. 4.7.

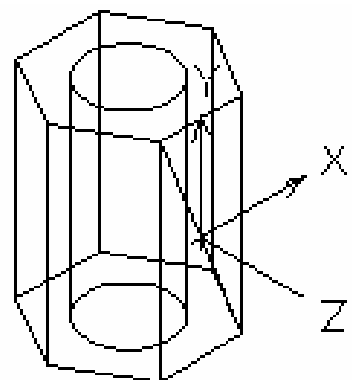


Рис. 4.7

15. Щёлкнуть кнопку **Многоугольник (Polygon)**



на панели **Рисование (Draw)**:

- ввести количество сторон (Enter number of sides) – **3**;
- указать центр многоугольника (Specify center of polygon) – **0,0,0**;
- задать опцию размещения **В**писанный (**I**nscribed – задана по умолчанию) – нажать **Enter** – рис. 4.8;
- ввести радиус окружности (Specify radius of circle) – **30**.

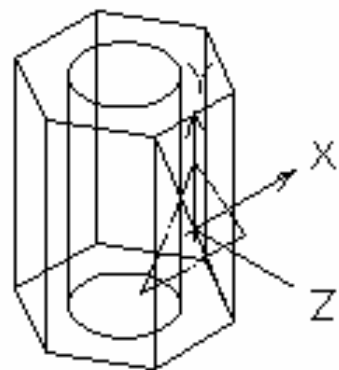


Рис. 4.8

16. Щёлкнуть мышью построенную диагональ грани и удалить клавишей **Delete** (перед удалением проверить включение режима предварительного выбора объектов с помощью команды меню **Сервис(Tools)>Настройки(Options)**, где на закладке **Выбор(Selection)** должен быть установлен флажок **✓ Предварительный выбор объектов (None/verb selection)**).

**Примечание 4.1.** Для удобства выделения группы объектов необходимо открыть окно настроек программы командой меню **Сервис(Tools)>Настройки(Options)** и на закладке **Выбор(Selection)** и снять флажок **Использовать Shift для добавления (Use Shift to add selection)**.

17. Ввести в командной строке команду

**Выдавить (Extrude):**

- a) щёлкнуть объект для выдавливания (Select objects)– многоугольник и нажать **Enter**;
- b) на запрос высоты выдавливания (Specify height of extrusion) ввести с клавиатуры значение **–70** (с минусом) – рис. 4.9.

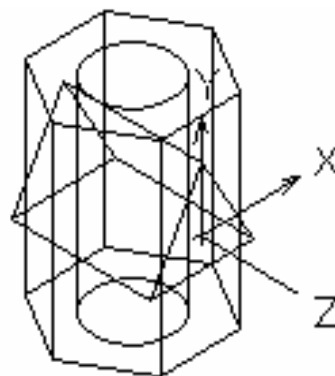


Рис. 4.9

18. В командной строке ввести команду **Вычитание (Subtract):**

- a) на запрос выбора тел (Select objects), из которых будет проводиться вычитание, прицелом щёлкнуть шестигранную призму, **Enter**;
- b) на запрос выбора тел, которые будут вычитаться (Select solids and regions to subtract), прицелом щёлкнуть цилиндр и трехгранную призму, **Enter** – рис. 4.10.

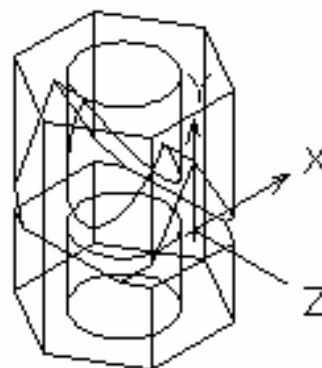


Рис. 4.10

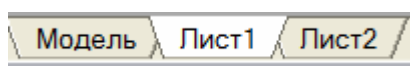
19. Сохранить чертёж кнопкой  панели **Стандартная (Standart)**.

## Раздел 5. Проецирование трёхмерных объектов

**Задание.** Выполнить проекции трёхмерной модели (фронтальной, горизонтальной и диметрической), оформить чертёж, нанеся обозначения и проставив размеры.

### 5.1. Создание фронтальной и горизонтальной проекций.

1. Запустить систему **AutoCAD** и открыть чертёж «**Разрезы+своя фамилия**».
2. Щёлкнуть мышью по ярлычку **Лист1 (Layout1)**



3. Для построения вида спереди:

- a) в командной строке ввести команду **Т-вид (Solview)**;
- b) ввести опцию **ЦСК (UCS)**;
- c) подтвердить **<Текущая>** (Current), нажав **Enter**;
- d) подтвердить **Масштаб вида** **<1>** (Enter view scale), нажав **Enter**;

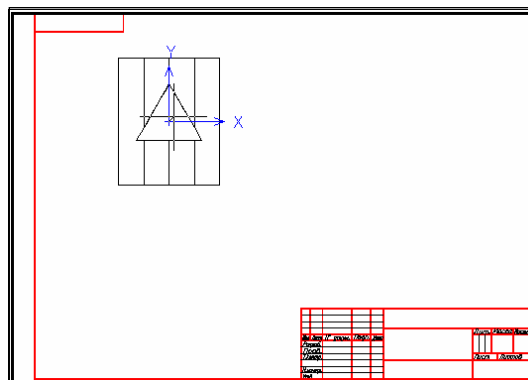


Рис. 5.11

- e) на запрос центра вида (Specify view center) щёлкнуть прицелом точку на листе (в левой части листа – рис. 5.11) – центр вида можно щёлкать многократно до приемлемого варианта, для подтверждения – **Enter**;
- f) на запрос первого угла видового экрана (Specify first corner of viewport) щёлкнуть точку слева над проекцией (рис. 5.12);

- g) на запрос противоположного угла видового экрана (Specify opposite corner of viewport) щёлкнуть точку внизу под проекцией, захватив чуть больше половины модели

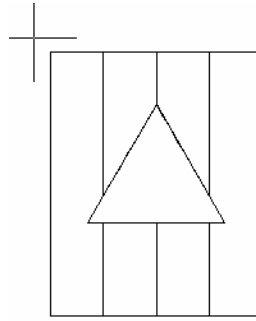


Рис. 5.12

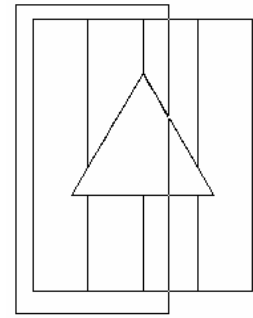


Рис. 5.13

- (рис. 5.13) – в последствии будет выполнено соединение половины вида и половины разреза;
- h) ввести имя вида (Enter view name) – **Главный**, **Enter**;
- i) закрыть команду нажатием **Enter**.

4. Выполнить построение вида сверху:

- a) в командной строке повторить нажатием клавиши «Enter» команду **Т-вид (Solview)**;
- b) ввести опцию **Орто (Ortho)**;
- c) на запрос указания стороны видового экрана для проекции (Side of viewport) щёлкнуть точку (с привязкой **Середина (Midpoint)**) на верхней границе рамки главного вида (рис. 5.14);
- d) на запрос указания центра вида (View center) щёлкнуть точку под главным видом (рис. 5.15), расположив проекцию так, чтобы позже можно было нанести размеры и обозначить горизонтальный разрез (центр вида можно щелкать многократно до приемлемого варианта), для фиксации центра вида нажать **Enter**;
- e) задать мышью границы нового вида (чуть больше половины модели) – рис. 5.16;

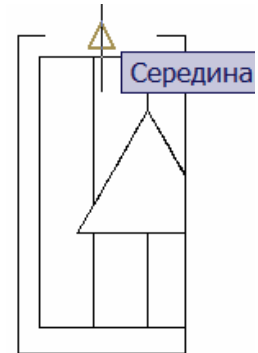


Рис. 5.14

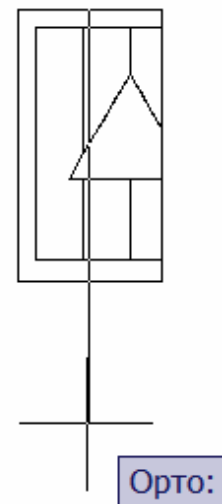


Рис. 5.15

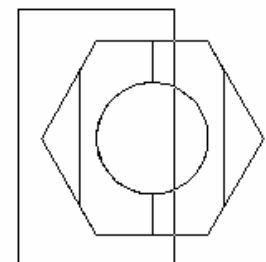


Рис. 5.16

- f) ввести название вида (Enter view name) – **Сверху**, **Enter**;
- g) завершить команду нажатием клавиши **Enter** (рис. 5.17).

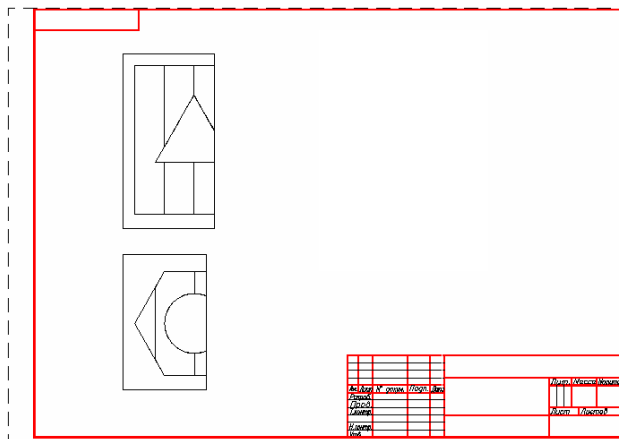


Рис. 5.17

5. Для построения фронтального разреза:

- a) в командной строке ввести команду **Т-вид (Solview)**;
- b) ввести опцию Сечение (Section);
- c) на запрос первой точки секущей плоскости указателем мыши щёлкнуть **вид сверху** (его рамка станет активной), затем щелкнуть точку на ребре с помощью привязки **Конточка**

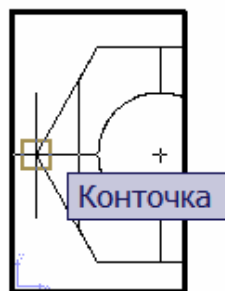


Рис. 5.18

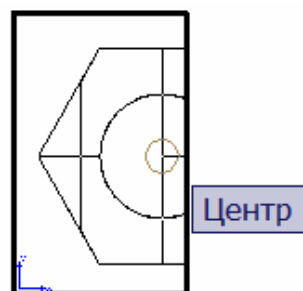


Рис. 5.19

- d) на запрос второй точки секущей плоскости щёлкнуть точку в центре основания с помощью привязки **Центр (Center)** (рис. 5.19);
- e) на запрос стороны просмотра щёлкнуть точку ниже только что указанной секущей плоскости (см. примечание 4.1) – рис. 5.20;

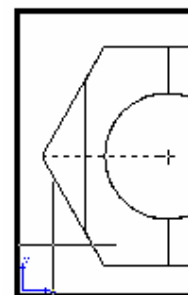


Рис. 5.20

**Примечание 4.1.** Выбор стороны просмотра не должен нарушать проекционную связь между изображениями чертежа.

- f) подтвердить **Масштаб вида <1>** (Enter view scale), нажав **Enter**;

- g) на запрос центра вида (Specify view center) щелкнуть прицелом точку внутри главного вида – рис. 5.21) – центр можно щёлкать многократно, при этом не нужно точно выравнивать проекции, для подтверждения – **Enter**;

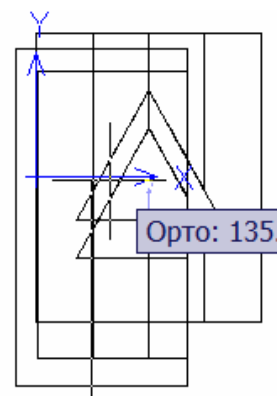


Рис. 5.21

- h) на запрос первого угла видового экрана (Specify first corner of viewport) щелкнуть точку над проекцией разреза (вверху слева от середины новой проекции – рис. 5.22);

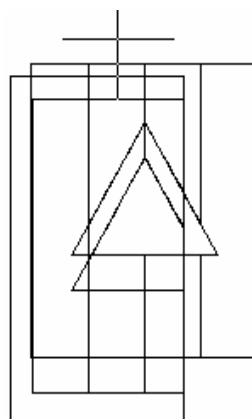


Рис. 5.22

- i) на запрос противоположного угла видового экрана (Specify opposite corner of viewport)

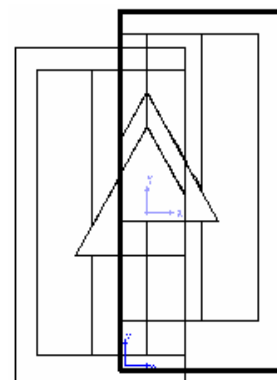


Рис. 5.23

щелкнуть точку внизу справа под новой проекцией – рис. 5.23;

- j) ввести имя разреза (Enter view name) – **Фронтальный разрез**, **Enter**;

- k) закрыть команду нажатием **Enter**.

6. Для выравнивания изображений главного вида и фронтального разреза:

- a) ввести в командной строке команду **Форматл (Mvsetup)**;

- b) ввести опцию **В**ыровнять (**A**lign);

- c) ввести опцию **Г**оризонтальное (**H**or);

- d) далее, если рамка видового экрана главного вида не выделена (левая рамка видового экрана), щёлкнуть по ней указателем мыши (рис. 5.24);

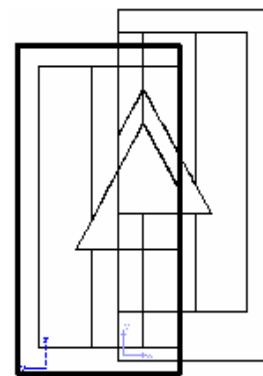


Рис. 5.24

- е) на запрос базовой точки с помощью кнопки **Середина(Midpoint)**



(на панели однократной объектной привязки) щёлкнуть середину основания призмы на главном виде (рамка видового экрана должна быть активной, т. е. выделена) (рис. 5.25);

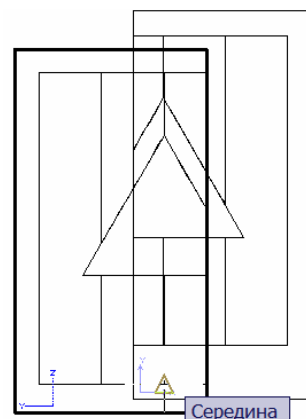



Рис. 5.25

- ф) на запрос указания точки на другом видовом экране сначала указателем мыши щёлкнуть по видовому экрану разреза

(находится справа – рис. 5.26) – он будет выделен, а затем щёлкнуть с помощью

кнопки **Середина(Midpoint)**  (на панели однократной объектной привязки) середину основания призмы на разрезе (правая выделенная рамка видового экрана);

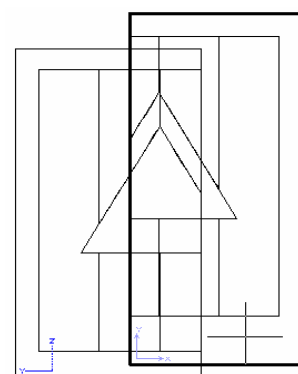


Рис. 5.26

- г) **Enter, Enter.**

7. Щёлкнуть мышью индикатор **Модель (Model)**

( **ШАГ СЕТКА ОРТО ОТС-ПОЛЯР ПРИВЯЗКА ОТС-ОБЪЕКТ ДПСК ДИН ВЕС МОДЕЛЬ** ) ,

находящийся внизу экрана, он сменит свой вид на

**Лист (Layot), и только затем**

**отмасштабировать изображение** колесом

мыши, посмотрев качество выравнивания

изображений вида и разреза (рис. 5.27).

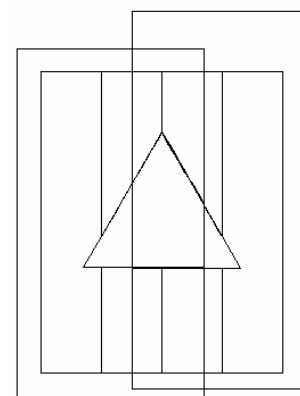


Рис. 5.27

**Примечание 4.2.** Если изображения не выровнены по вертикали необходимо применить команду **Форматл (Mvsetup)** с опцией выравнивания **Вертикальное (Ver)**, также взяв с привязкой одну и ту же точку на призме сначала в одном, а затем в другом видовом экране (например, середину основания).

8. Для построения горизонтального разреза:

a) в командной строке ввести команду **Т-вид (Solview)**;

b) ввести опцию **Сечение (Section)**;

c) на запрос первой точки режущей плоскости щёлкнуть с помощью привязки **Конточка (Endpoint)** точку на ребре в вырезе на видовом экране фронтального разреза (рис. 5.28);

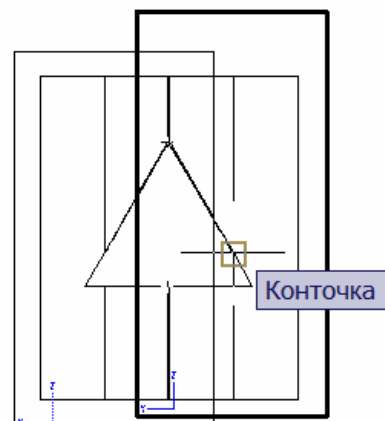


Рис. 5.28

d) на запрос второй точки секущей плоскости щёлкнуть произвольно точку правее (при включенном индикаторе Орто (Ortho)) (рис. 5.29);

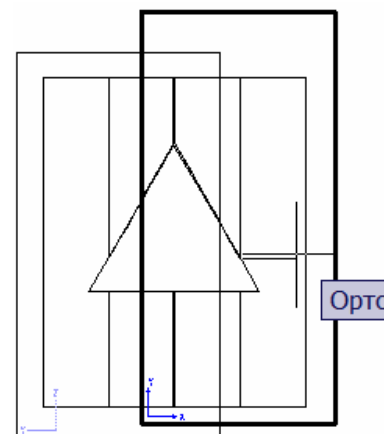


Рис. 5.29

e) на запрос стороны просмотра щёлкнуть точку выше только что указанной секущей плоскости (см. примечание 4.1);

f) подтвердить **Масштаб вида <1>** (Enter view scale), нажав **Enter**;

g) на запрос центра вида (Specify view center) щёлкнуть прицелом точку внутри вида сверху – центр можно щёлкать многократно, при этом не нужно точно выравнивать проекции, для подтверждения нажать **Enter**;



h) на запрос первого угла видового экрана (Specify first corner of viewport) щёлкнуть точку **1** над проекцией разреза (вверху слева от середины проекции – рис. 5.30);

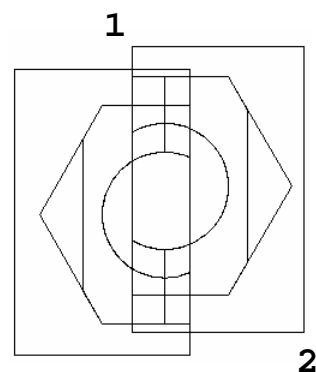


Рис. 5.30

i) на запрос противоположного угла видового экрана (Specify opposite corner of viewport) щёлкнуть точку **2** под новой проекцией (внизу справа – рис. 5.30);

j) ввести имя разреза (Enter view name) – **Горизонтальный разрез**, **Enter**;

k) закрыть команду нажатием **Enter**.

9. Самостоятельно выровнять изображения вида сверху и горизонтального разреза командой **Форматл (Mvsetup)** (рис. 5.31 и примеч. 4.2), после выравнивания перейти в пространство листа (см. п. 7).

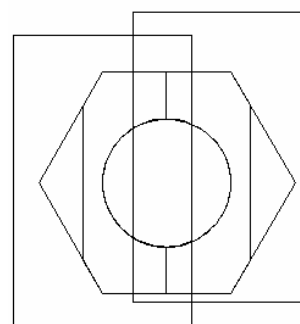


Рис. 5.31

10. На панели **Слои (Layers)**




щёлкнуть кнопку  (**Layer Properties Manager**).

11. В окне диспетчера слоев:

a) для слоев с окончанием – **VIS**(видимые линии) установить **Цвет(Color)-Красный**, **Вес линий (Line weight) – 1 мм**;

b) для слоев с окончанием – **HID**(невидимые линии) установить **Цвет (Color) – синий**, **Тип линии (Linetype) – Загрузить (Load)** образец **Acad iso02w100**, **ОК**, сделать текущим для слоя (выделить), **ОК**, **ОК**

12. Для установки образца штриховки в разрезах:

- a) в командной строке ввести имя системной переменной **HPNAME**, **Enter**;
  - b) на запрос имени образца ввести **ANSI31**, **Enter**.
13. Для установки масштаба штриховки в разрезах:
- a) в командной строке ввести имя системной переменной **HPSCALE**, **Enter**;
  - b) на запрос масштабного коэффициента проверить значение по умолчанию: если установлена **<1>**, то нажать **Enter**, иначе ввести значение **1**.
14. Для установки масштаба типа линий (длины штрихов для невидимых линий) по отношению к листу:
- a) в командной строке ввести имя системной переменной **LTSCALE**, **Enter**;
  - b) на запрос масштабного коэффициента ввести значение **0.7** (через точку), **Enter**.
15. В командной строке ввести команду **Т-рисование (Soldraw)** и выбрать прицелом поочередно все рамки видовых экранов, **Enter**.
16. На панели **Слои (Layers)**
- 
- открыть (с помощью ▼) список слоев и поочередно у слоев **Фронтальный разрез – НИД**, **Горизонтальный разрез -НИД** щёлкнуть индикатор , тем самым выключив слои невидимых линий на разрезах.
17. Включить отображение веса линий, щёлкнув по индикатору **Вес (LWT)** – внизу экрана.

18. Для изменения размера рамки главного вида:

а) щёлкнуть прицелом рамку главного

вида

(рис. 5.32);

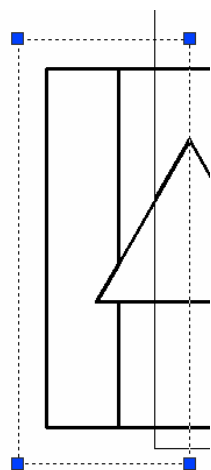


Рис. 5.32

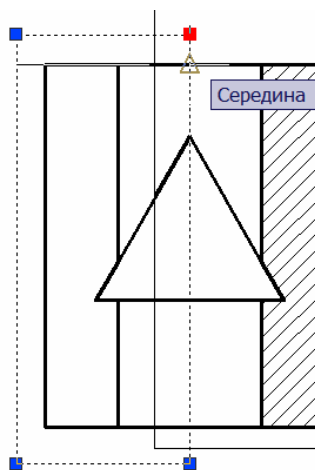


Рис. 5.33

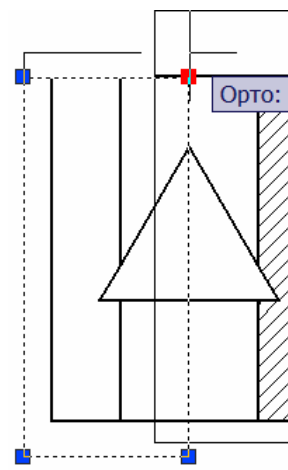


Рис. 5.34

б) щёлкнуть правую верхнюю «ручку» рамки и с привязкой **Середина (Midpoint)** щёлкнуть точку на середине верхнего основания призмы (рис. 5.33);

с) при включенном индикаторе **Орто (Ortho)** щёлкнуть эту же ручку и чуть вытянуть вверх (рис. 5.34).

19. Самостоятельно изменить размер рамки видового экрана фронтального разреза с привязкой **Конточка (Endpoint)** к угловой точке рамки главного вида (рис. 5.35), получив половину вида и половину разреза.

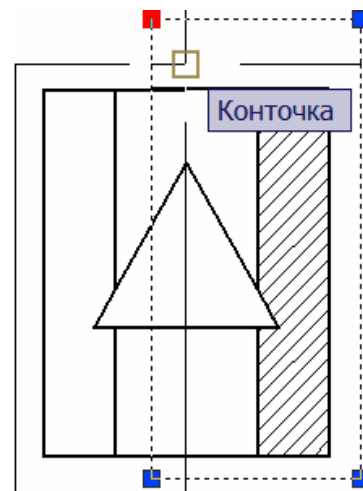



Рис. 5.35

20. Самостоятельно изменить размер рамки горизонтального разреза с привязкой **Конточка (Endpoint)** к угловой точке рамки вида сверху (рис. 5.36).

21. В списке слоев панели **Слой(Layers)** выключить слой **Vports** (щёлкнуть по индикатору ) – рамки видовых экранов исчезнут.

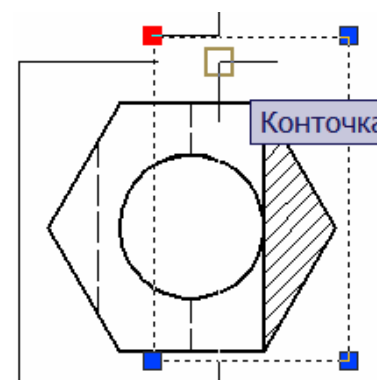





Рис. 5.36

22. Через поле списка слоёв панели **Слои (Layers)** сделать текущим слой **Тонкие**.
23. Отключить режим ортогонального черчения (индикатор **Орто (Ortho)**).
24. Отключить постоянную объектную привязку (индикатор **Привязка (Osnap)**).
25. Вычертить волнистую линию на стороне горизонтального разреза:
  - a) щёлкнуть кнопку  **Сплайн (Spline)** на панели **Рисование (Draw)**;
  - b) с помощью разовой привязки **Ближайшая (Nearest)**  «зацепить» первую точку сплайна на очерке призмы в точке соединения линии вида сверху и горизонтального разреза (рис. 5.37);
  - c) щёлкнуть 2 промежуточных точки для вычерчивания сплайна;
  - d) в качестве последней точки сплайна с помощью разовой привязки **Ближайшая (Nearest)**  «зацепить» точку на очерке призмы в точке соединения линии вида сверху и горизонтального разреза (рис. 5.38),
  - e) далее **3** раза нажать **Enter**.

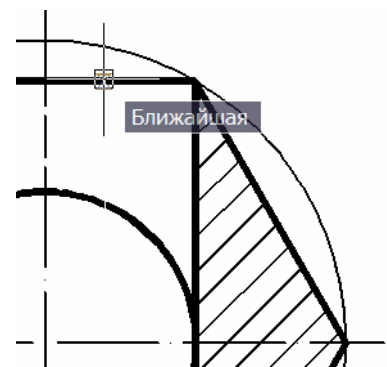


Рис. 5.37

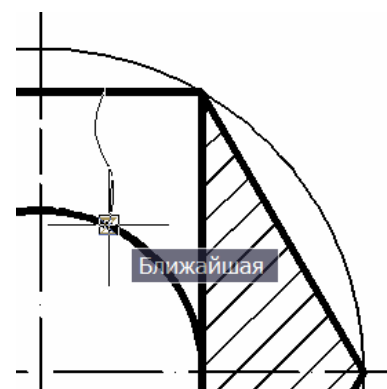



Рис. 5.38


**Примечание 4.3.** Сплайн не должен содержать резких изломов – для его редактирования необходимо выделить сплайн щелчком мыши и отредактировать через ручки.


26. Самостоятельно вычертить вторую волнистую линию внизу на стороне горизонтального разреза (рис. 5.39).

27. Включить постоянную объектную привязку (индикатор **Привязка(Osnap)**).

28. Через поле списка слоёв панели **Слои (Layers)** выбрать слой **Оси**, тем самым сделав его текущим.

29. Щёлкнуть кнопку **Отрезок (Line)**  на панели «Рисование»(**Draw**)и с привязкой к *Середина (Midpoint)* вычертить вертикальную ось на главном виде.

30. С привязкой *Конточка (Endpoint)* или *Квадрант (Quadrant)* вычертить отрезком (  ) вертикальную ось на виде сверху только в пределах сквозного цилиндрического отверстия (рис. 5.40).

31. Вычертить отрезком (  ) горизонтальную ось на виде сверху с использованием привязки *Конточка (Endpoint)*, соединив точки на ребрах (рис. 5.41).

32. Щёлкнуть правой кнопкой по оси на виде сверху и в открывшемся контекстном меню выбрать пункт **Свойства (Properties)**, в окне свойств в поле **Масштаб типа линии (Scale line type)** ввести значение **0.9** (через точку).

33. Выполнить изменение свойства «**Масштаб типа линии**» для невидимых линий на виде сверху:

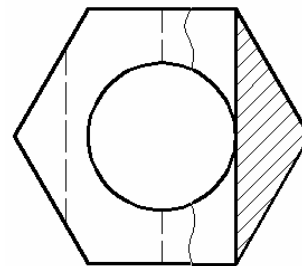


Рис. 5.39

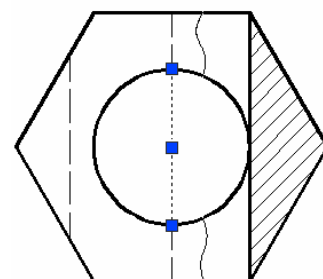


Рис. 5.40

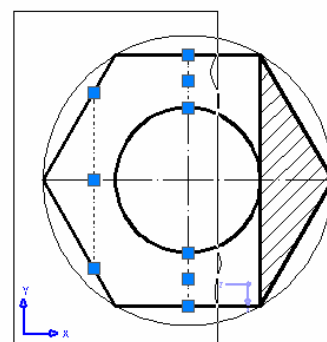





Рис. 5.41

- a) выполнить двойной щелчок мышью по изображению вида сверху (левый видовой экран) – откроется пространство модели в данной рамке (рамка видового экрана станет активной – будет выделена);
  - b) выделить мышью невидимые линии (рис. 5.41);
  - c) щёлкнуть правой кнопкой мыши по одной из «ручек» и в контекстном меню выбрать пункт **Свойства**;
  - d) в окне свойств в поле **Масштаб типа линии** ввести значение **0.65** (через точку);
  - e) закрыть пространство модели в данной рамке, щёлкнув по индикатору **Модель(Model)** внизу экрана;
  - f) закрыть окно свойств объектов.
34. Через поле списка слоев панели **Слои (Layers)** сделать текущим слой **Тонкие**.
35. С помощью кнопки  **Круг(Circle)** вычертить окружность, описанную вокруг основания модели, взяв в качестве центра окружности середину горизонтальной оси (с привязкой **Середина (Midpoint)**), а при запросе радиуса - точку на ребре призмы (с привязкой **Конточка (Endpoint)**).
36. С помощью кнопки  **Круг(Circle)** вычертить окружность, описанную вокруг треугольного отверстия (на фронтальной проекции):
- a) взять в качестве центра окружности середину вертикальной оси (с привязкой **Середина (Midpoint)**),
  - b) при запросе радиуса щёлкнуть с привязкой **Конточка (Endpoint)** одну из вершин треугольного отверстия.
37. Через поле списка слоев панели **Слои (Layers)** сделать текущим слой **Оси**.

38. Вычертить отрезком (  ) горизонтальную ось на главном виде для окружности, описанной вокруг треугольного отверстия.

39. Включить режим ортогонального черчения (индикатор **Орто(Ortho)**).

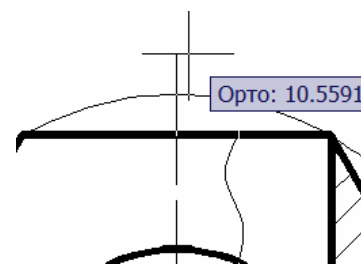



Рис. 5.42

40. Вычертить отрезками (  ) длиной **10** верхнюю и нижнюю части **вертикальной** оси на виде сверху (рис. 5.42).

41. Для удлинения осей за пределы изображений:

- а) щёлкнуть прицелом вертикальную ось на главном виде;
- б) щёлкнуть верхнюю «ручку» оси;
- с) при включенном индикаторе **Орто (Ortho)** протянуть мышь вверх и ввести с клавиатуры **5, Enter**;

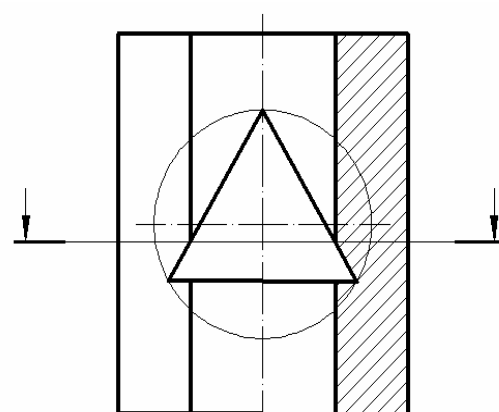




Рис. 5.43

42. Аналогично, удлинить:

- а) за пределы изображения нижнюю часть вертикальной оси на главном виде;
- б) за пределы окружности горизонтальную ось на главном виде;
- с) за пределы призмы горизонтальную ось на виде сверху.

43. В слое **Построения** на фронтальной проекции вычертить отрезком (  ) тонкую линию для обозначения положения секущей плоскости – через точки на ребрах в вырезе (рис. 5.43), затем удлинить её за пределы призмы.

44. В слое **Толстые** полилинией (  ) вычертить правую часть толстой разомкнутой линии длиной **12** с привязкой **Конточка (Endpoint)** к концевой точке линии разреза шириной линии **0.7** (опция **Ширина(Width)** – рис. 5.43, 5.44.

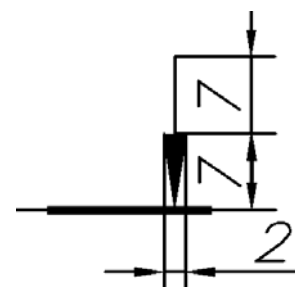


Рис. 5.44

45. Вычертить полилинией (  ) с привязкой **Ближайшая(Nearest)**

(кнопка  на панели однократной объектной привязки



правую стрелку согласно рис. 5.44 (оставив справа 2–3 мм),  
состоящую из 2-х сегментов с разной шириной сегментов:


- a) начальной (0) и конечной (2) шириной у первого сегмента (опция **Ширина (Width)**);
- b) начальной (0) и конечной (0) шириной у второго сегмента.

46. Выключить слой **Построения**.

47. В слое **Текст** командой **Дтекст (Dtext)** наклонным шрифтом высотой **10** выполнить:

- a) рядом со стрелкой надпись (букву А) для обозначения секущей плоскости разреза (рис. 5.45);
- b) над изображением горизонтального разреза обозначение А-А (рис. 5.45).

48. Выполнить зеркальное отражение линии, стрелки и буквы:

- a) щёлкнуть кнопку **Зеркало (Mirror)**  на панели **Редактирование(Modify)** –



- b) на запрос выбора объектов выделить объекты для отражения (линию, стрелку и букву) – рис. 5.44, нажать **Enter**;
- c) на запрос первой точки оси отражения с помощью привязки **Конточка (Endpoint)** выбрать верхнюю точки на оси;



- d) на запрос второй точки оси отражения с помощью привязки **Конточка (Endpoint)** выбрать нижнюю точки на оси;
- e) на запрос «Удалять или нет исходные объекты?» подтвердить значение, установленное по умолчанию **Нет**, нажав **Enter**.

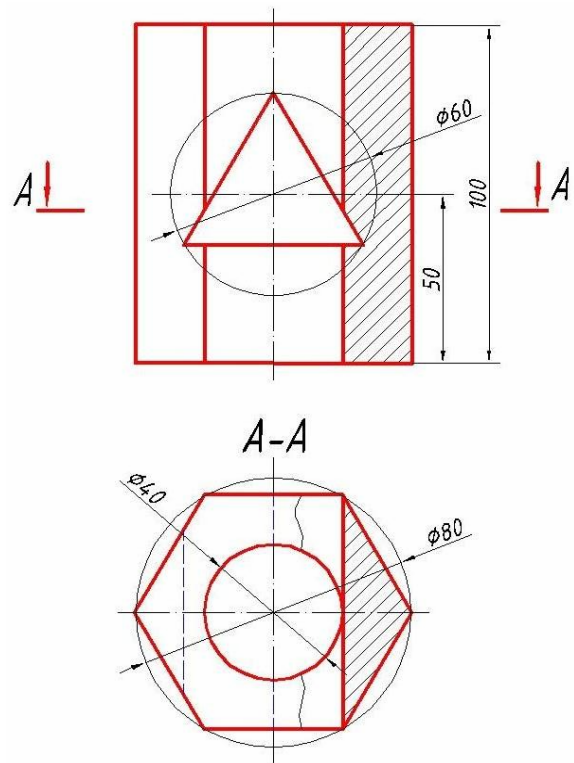


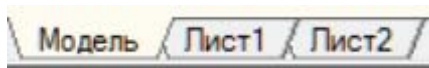
Рис. 5.45

49. В слое **Размеры** с привязкой нанести размеры согласно заданию (рис. 5.45).

50. Сохранить чертёж (кнопкой ).

## 5.2. Создание диметрической проекции

51. Перейти в пространство модели, щёлкнув по ярлычку **Модель (Model)**



внизу экрана

52. На панели **Слои (Layers)**

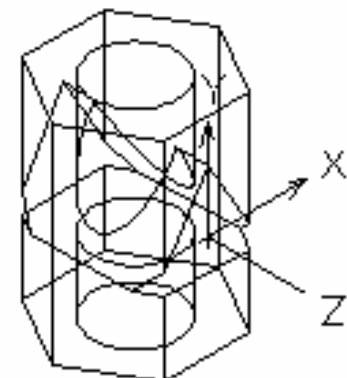





Рис. 5.46

открыть (с помощью ) список слоев и **выключить** слои (щёлкнуть индикатор ) , относящиеся:

- a) к **Фронтальному разрезу**, к **Горизонтальному разрезу** (с окончанием **–VIS**, **–HID**, **–HAT**);
- b) в **Главном виде** и к **виду Сверху** (с окончанием **–VIS**, **–HID**) – рис. 5.46.

53. Для построения тела с вырезом 1/4 части модели переместить ПСК (UCS) в основание модели кнопкой **Начало** (Origin UCS)  панели ПСК (UCS) с привязкой в центре нижнего основания цилиндра – рис. 5.47.

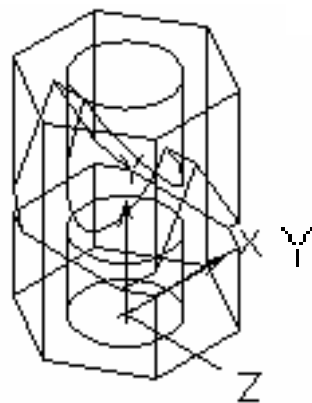


Рис. 5.47

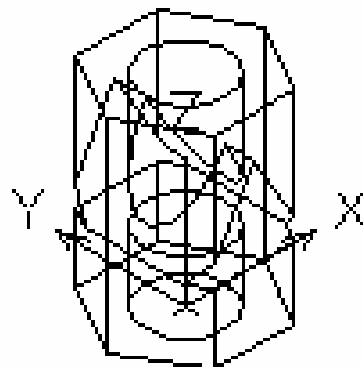




Рис. 5.48

54. Кнопкой  X (X Axis Rotate UCS) выполнить поворот ПСК (UCS) вокруг оси X на минус 90 градусов – рис. 5.48.

55. Кнопкой **Полилиния** (Polyline)  панели **Рисование**(Draw) вычертить замкнутый контур (рис. 5.49) с привязкой:

- точка 1 – *Конточка (Endpoint)*;
- точка 2 – *Центр (Center)*;
- точка 3 – к середине грани, для чего

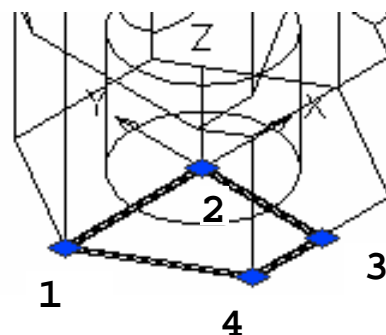


Рис. 5.49

использовать кнопку  – **Середина (Midpoint)** панели **Объектная привязка (Object snap)**



- точка 4 - *Конточка (Endpoint)*;
- для замыкания полилинии ввести опцию **Замкнуть (Close)**.

56. Ввести в командной строке команду **Выдавить(Extrude)**:

- а) щёлкнуть прицелом объект для выдавливания (Select objects) – построенный многоугольник, **Enter**;

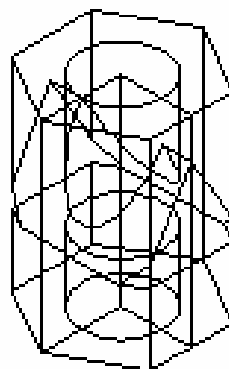


Рис. 5.50

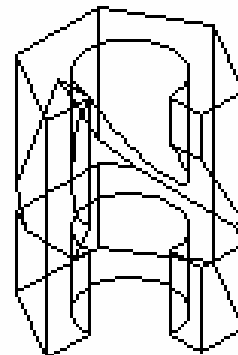


Рис. 5.51

b) ввести высоту (Specify height of extrusion) – **100** – рис. 5.50.

57. В командной строке ввести команду **Вычитание (Subtract)**:

a) на запрос выбора тел, **из которых** будет проводиться вычитание (Select objects), прицелом щёлкнуть шестигранную призму, **Enter**;

b) на запрос выбора тел, **которые** будут вычитаться (Select solids and regions to subtract), прицелом щёлкнуть четырехгранную призму, полученную выдавливанием, **Enter** – рис. 5.51.

58. В командной строке ввести команду **Тзрения (Vpoint)** с опцией **Поверни (Rotate)**, ввести угол в плоскости **XY** относительно оси **X** (angle in XY plane from X axis) **минус 110.67** (через точку), затем – угол с плоскостью **XY** (angle from XY plane) **19.45** (через точку) – рис. 5.52.

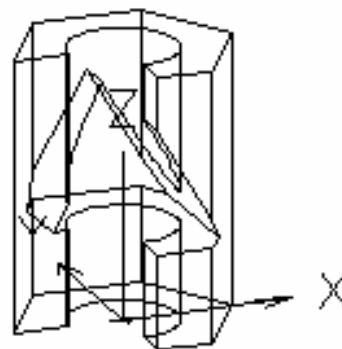



Рис. 5.52

59. Кнопкой **Вид (View UCS)**  панели **ПСК (UCS)** расположить плоскость **XY** системы координат параллельно текущему виду – рис. 5.53 (ПСК располагается параллельно экрану).

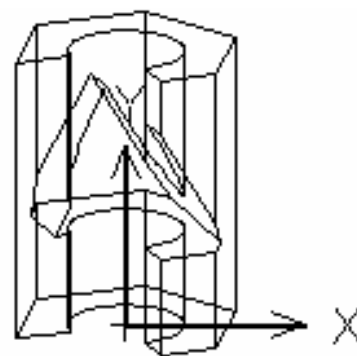


Рис. 5.53

60. Перейти на лист, щёлкнув мышью по ярлычку **Лист1 (Layout1)**, на котором видны только объекты находящиеся в пространстве листа. Изображения в рамках, как и сами рамки, находятся в **выключенных** слоях (выключение было сделано для удобства работы с моделью при построения диметрии), отключенные слои – не выключать.

61. В командной строке ввести команду **Т-вид (Solview)**:

a) ввести опцию **ПСК (UCS)**;

b) подтвердить **<Текущая>** (Current), нажав **Enter**;

- с) подтвердить **Масштаб вида** <1> (Enter view scale), нажав **Enter**;
- д) на запрос центра вида (Specify view center) щёлкнуть прицелом точку на свободной правой части листа (центр можно щелкать многократно), для подтверждения нажать **Enter**;
- е) на запрос первого угла видового экрана (Specify first corner of viewport) щёлкнуть точку **1** слева над проекцией (рис. 5.54);
- ф) на запрос противоположного угла видового экрана (Specify opposite corner of viewport) щёлкнуть точку **2** справа под проекцией (рис. 5.54);
- г) ввести имя вида (Enter view name) – **Диметрия**;
- h) закрыть команду нажатием **Enter**

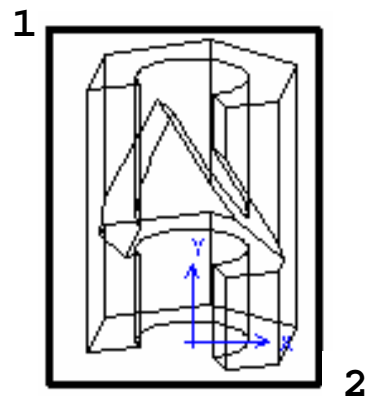


Рис. 5.54

## 62. На панели **Слои (Layers)**



щёлкнуть кнопку



**Диспетчер свойств слоёв (Layer Properties Manager).**

## 63. В диспетчере слоев:

- а) для слоя **Диметрия –VIS** (видимые линии) установить **Цвет (Color)**-Красный, **Вес линий (Line weight)** – 1 мм;
- б) для слоя **Диметрия –HID** (невидимые линии) установить **Цвет (Color)** – Синий, **Тип линии (Linetype)** – Acad iso02w100, **OK**.

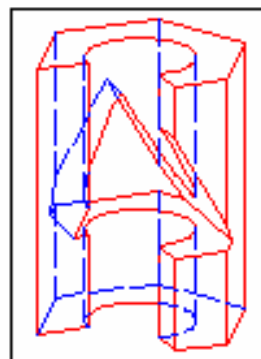


Рис. 5.55

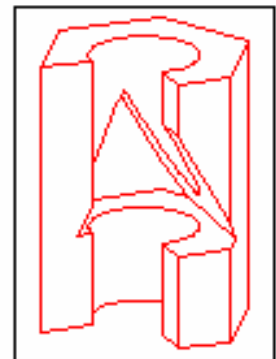


Рис. 5.56





64. В командной строке ввести команду **Т-рисование (Soldraw)** и прицелом щёлкнуть рамку видового экрана с диметрией, **Enter** (рис. 5.55).
65. На панели **Слои (Layers)** с поле списка открыть (с помощью ▼) список слоев и у слоя **Диметрия-HID** щёлкнуть индикатор , тем самым выключив слой невидимых линий (рис. 5.56).
66. Щёлкнуть по ярлычку **Модель (Model)** .
67. Через список слоёв панели **Слои (Layers)** выключить слой **0**, в котором расположена модель (щёлкнуть по индикатору )
68. Щёлкнуть кнопку **3-точки (3 Point UCS)**  панели ПСК:
- а) задать новое начало координат (Specify new origin point)  $\langle 0,0,0 \rangle$ :, щёлкнув с помощью привязки **Конточка (Endpoint)** вершину нижнего основания (рис. 5.57);
  - б) задать с привязкой **Конточка (Endpoint)** точку на положительном луче оси X (рис. 5.58);
  - в) задать с привязкой **Конточка (Endpoint)** точку на положительном луче оси Y (рис. 5.59, итог – рис. 5.60).



Рис. 5.57



Рис. 5.58



Рис. 5.59

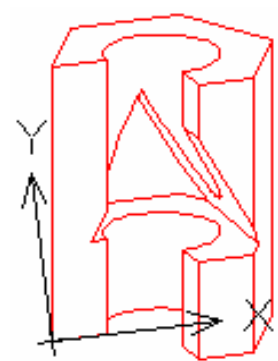




Рис. 5.60

69. На панели **Слой (Layers)**  в списке слоёв выбрать слой **Диметрия-DIM**, сделав его текущим.

70. Щёлкнуть кнопку **Штриховка (Hatch)**  панели **Рисование (Draw)**; **(Draw)**;

a) выбрать **Образец (Pattern)** – ANSI31;

b) в области **Контуры**

щёлкнуть кнопку 

**Добавить точки выбора (Pick Points)**;

c) щёлкнуть точку внутри контура (рис. 5.61), **ОК** – результат на рис. 5.62.

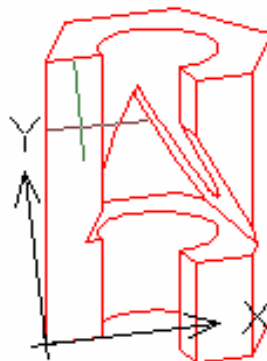


Рис. 5.61

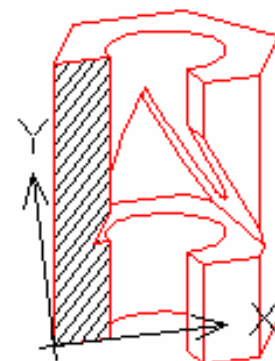


Рис. 5.62

71. Аналогично п.68. сменить положение **ПСК (UCS)**, выбрав точки:

a) новое начало

координат  
(Specify new origin point) –  
точка **1**

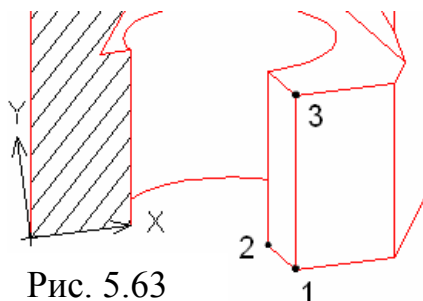


Рис. 5.63

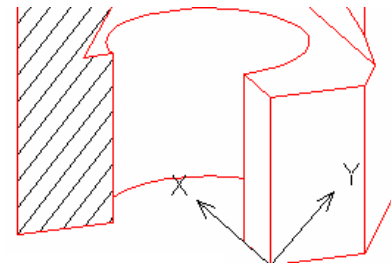


Рис. 5.64

b) точка на положительном луче оси X (Specify point on positive portion of X-axis) – точка **2** (рис. 5.63);

c) точка на положительном луче оси Y (Specify point on positive-Y portion of the UCS XY plane) – точка **3** (рис. 5.63).

Результат – рис. 5.64.

72. Аналогично п. 70 заштрихуйте две области в выбранной плоскости разреза (при добавлении точек выбора щёлкните поочередно точки в нижней и верхней областях плоскости)– рис. 5.65.

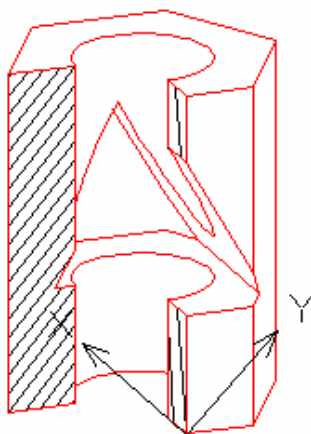


Рис. 5.65

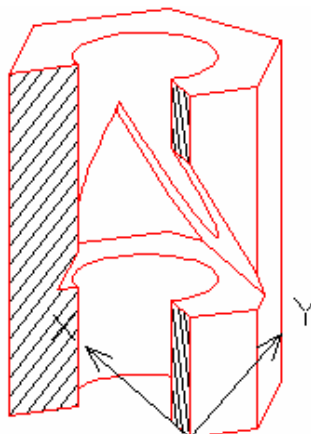


Рис. 5.66

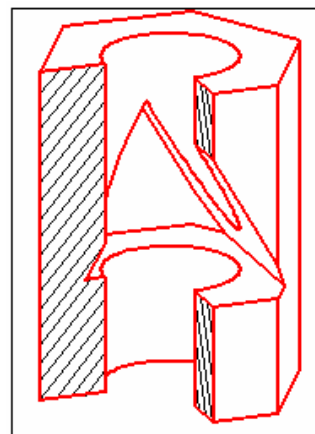



Рис. 5.67

73. Для редактирования штриховки:

- а) щёлкнуть мышью штриховку (она будет выделена);
- б) щёлкнуть правой кнопкой по выделенной штриховке и выбрать пункт **Свойства (Properties)**;
- с) в окне **Свойств**:
  - в области **Образец (Pattern)** в поле **Угол (Angle)** ввести значение **356**;
  - в области **Образец (Pattern)** в поле **Масштаб (Scale)** ввести значение **0.5** (через точку) – рис. 5.66.

74. Включить вес линий, щёлкнув по индикатору **Вес (LWT)** внизу экрана.

75. Щелчком по ярлычку **Лист1(Layout1)** перейти в пространство листа и посмотреть результат в видовом экране с диметрией (рис. 5.67).

76. В списке слоев панели **Слой(Layers)** выключить слой **Vports** (щёлкнуть по индикатору  ).

77. Через поле списка слоёв панели **Слой (Layers)** сделать текущим слой **Оси**.

78. Щёлкнуть кнопку **Отрезок (Line)**  на панели «**Рисование**»(**Draw**) и с привязкой к



Рис. 5.68



**Конточкам (Endpoint)** вычертить ось X в основании проекции (рис. 5.68–5.69).

79. Дать команду меню

**Редактировать(Modify)>**

**Увеличить(Lengthen):**

a) щёлкнуть прицелом ось (Select an object) – рис. 5.70;

b) ввести опцию **Дельта (DElta)**;

c) ввести приращение длины (Enter delta length) – **5**;

d) щёлкнуть прицелом сначала один из концов оси, например правый (рис. 5.71), затем другой, **Enter**;

80. Вычертить остальные оси (рис. 5.72) с использованием привязки:

a) при вычерчивании оси Y в основании модели необходимо с помощью привязки **Конточка (Endpoint)** зафиксировать первую точку оси на ребре, а конечную взять с однократной привязкой к центру




(панель «Объектная привязка» (Object Snap)), далее следует аналогично п. 79

увеличить ось;

b) при вычерчивании вертикальной оси Z использовать привязку к центрам оснований вертикального отверстия, далее увеличить ось.

81. На панели **Слои (Layers)**



открыть (с помощью ▼) список слоев и **включить** слои (щёлкнуть индикатор ) , относящиеся:

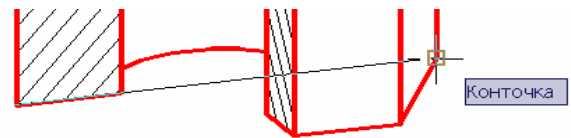


Рис. 5.69



Рис. 5.70

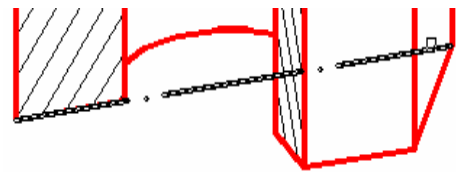


Рис. 5.71

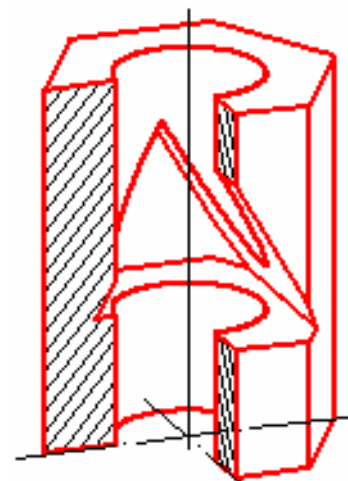


Рис. 5.72

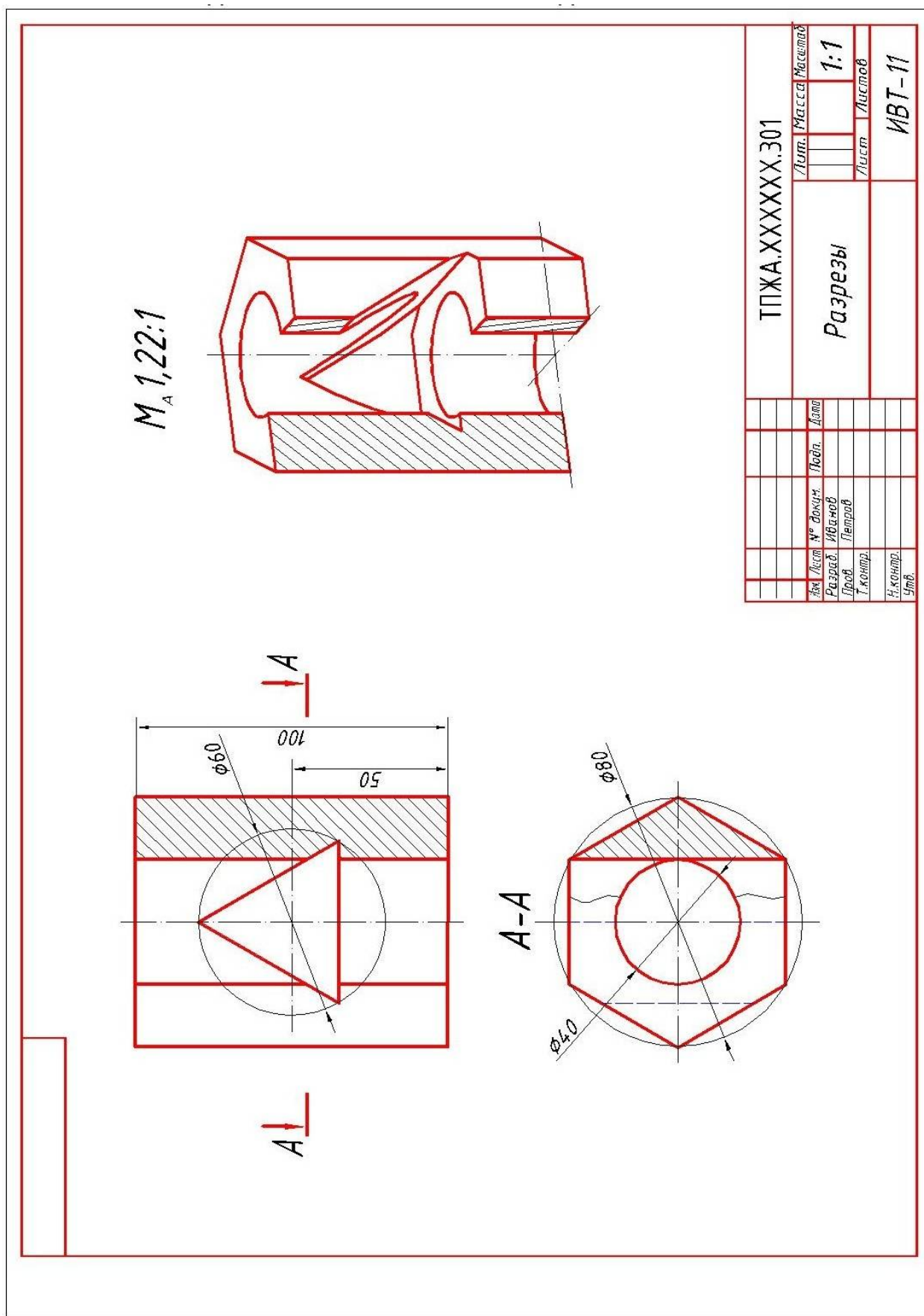


а) к **Фронтальному разрезу**, к **Горизонтальному разрезу** (с окончанием –**VIS**, –**HAT**);

б) к **Главному виду** и к **виду Сверху** (с окончанием –**VIS**, – **HID**).

82. Заполнить основную надпись чертежа (рис. 5.73).

83. Сохранить чертёж кнопкой  панели **Стандартная (Standart)**.

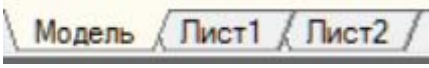


ТПЖА.ХХХХХХХ.301				Лист	Масштаб
Разрезы				1:1	1:1
				Лист	Листов
ИВТ-11					
Исполн.	Провер.	Утверд.	Н.контр.		
Разработ.	Исполн.	Провер.	Утверд.		
Лист	№ докум.	Подп.	Дого.		

Рис. 5.73


## Раздел 6. Визуализация трёхмерных объектов

1. Перейти в пространство **Модели**, щёлкнув по ярлычку **Модель**

(**Model**) 

2. Включить панель **Визуализация** или **Тонирование (Rendering)**, щёлкнув правой кнопкой мыши по любой из панелей инструментов и в появившемся списке панелей установив флажок напротив названия соответствующей панели.

3. На панели визуализации  щёлкнуть

кнопку  - **Материалы** (**Materials**).

4. В открывшемся окне «**Материалы**» щёлкнуть кнопку **Создание нового материала** (рис. 6.1).

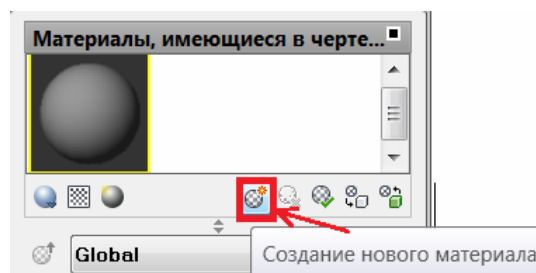


Рис. 6.1

5. Ввести имя нового материала «**Пластмасса**», **ОК**.
6. В поле **Шаблон** выбрать с помощью ▼ «**Глянцевая окраска**» (рис. 6.2).
7. Для задания цвета материала щёлкнуть по кнопке **Диффузный цвет** (рис. 6.3), на закладке **Вся палитра** выбрать из списка **Цветовую модель – RGB**, задать значение **R(красный): 42**, **G(зелёный): 137**, **B(синий): 239**, **ОК**.

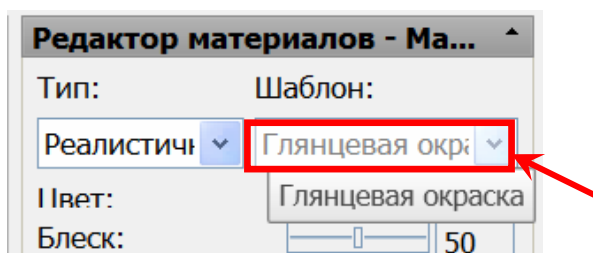


Рис. 6.2

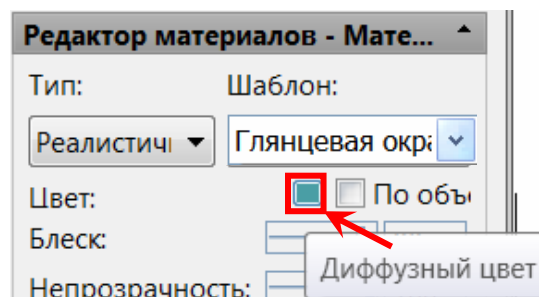


Рис. 6.3

8. Щёлкнуть по кнопке **Назначить материал для объектов** (рис. 6.4) и выбрать при помощи курсора «кисточка» модель призмы с вырезом, **Enter**.

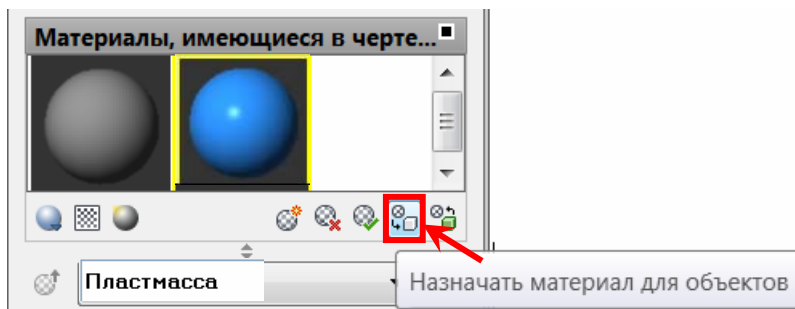


Рис. 6.4

9. Щёлкнуть по кнопке



**Дополнительные параметры визуализации (тонирования)** панели

визуализации

10. В окне «Дополнительные параметры визуализации» в поле **Назначение** выбрать из списка **Видовой экран** (рис. 6.5).

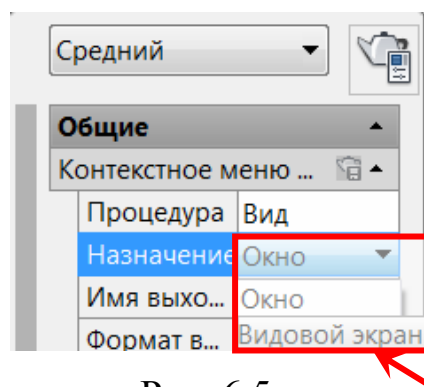


Рис. 6.5

11. Щёлкнуть по кнопке **Визуализация** или

**Тонирование (Rendering)** панели визуализации



и посмотреть промежуточный

результат тонирования.

12. Нажать (не отпуская) левой кнопкой мыши кнопку **Источники света** панели визуализации (рис. 6.6) и выбрать кнопку **Свойства солнца**

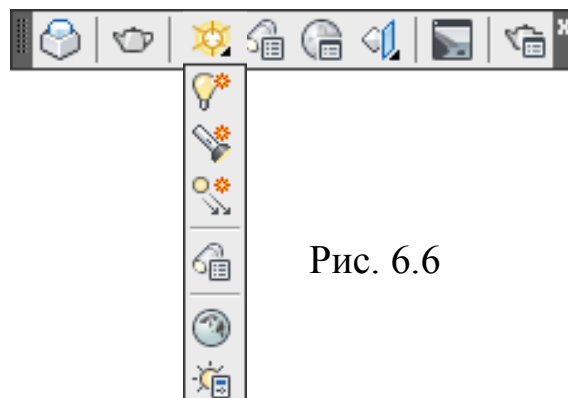


Рис. 6.6

13. В окне настроек солнца в поле **Положение** выбрать из списка **Вкл** (рис. 6.7), и при появлении вопроса о режиме освещения видового экрана (*общего освещения*) выбрать вариант **«Сохранить освещение по умолчанию включенным»**.

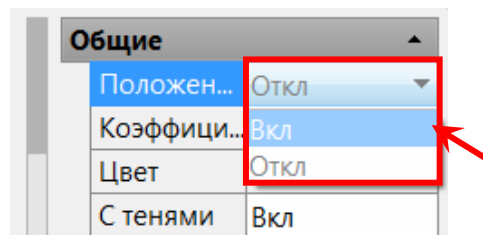



Рис. 6.7

14. Щёлкнуть по кнопке **Визуализация** или **Тонирование (Rendering)**

 панели визуализации  и посмотреть промежуточный результат тонирования.

15. Перейти в изометрию, сначала щёлкнув кнопку  – **Сверху**, затем

 **ЮЗ – изометрия панели**

**Вид(View)**, и самостоятельно смоделировать цилиндрическое основание радиусом **250** и отрицательной высотой **–10** (рис. 6.8).

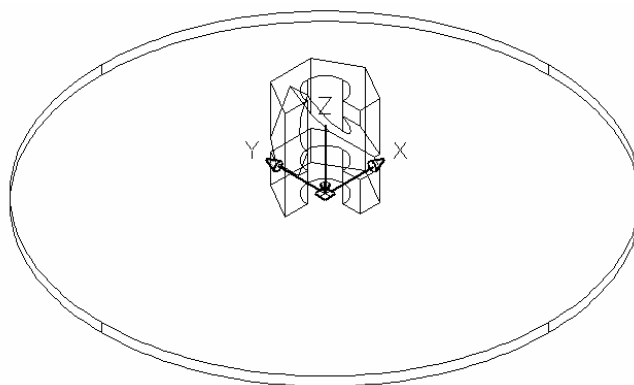




Рис. 6.8

16. Щёлкнуть по кнопке **Визуализация** или **Тонирование (Rendering)**


 панели визуализации и посмотреть промежуточный результат тонирования.

17. Для изменения положения солнца щёлкнуть кнопку  (рис. 6.6), далее **Ввести значение положения (Редактировать существующее положение)**, задав новое положение через поле **Угол (Angle)**, например, **330, ОК**.

18. В окне «Дополнительные параметры визуализации» в поле выбора качества тонирования из списка выбрать **Высокое** (рис. 6.9).

19. В окне «Дополнительные параметры визуализации» в поле **Назначение** выбрать из списка **Окно** (рис. 6.5).

20. Щёлкнуть по кнопке **Визуализация** или

**Тонирование (Rendering)**  панели визуализации и посмотреть результат тонирования (рис. 6.10).

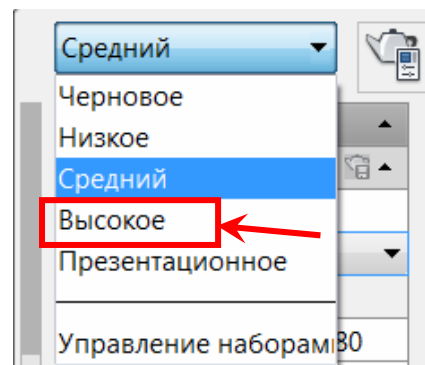



Рис. 6.9

21. В окне тонирования дать команду меню **Файл (File)>Сохранить(Save)** и записать результат тонирования в файл под именем «Тонирование призмы с вырезом» в формате .JPEG.

22. Закрыть окно тонирования.

23. Сохранить чертёж кнопкой  панели **Стандартная (Standart)**.

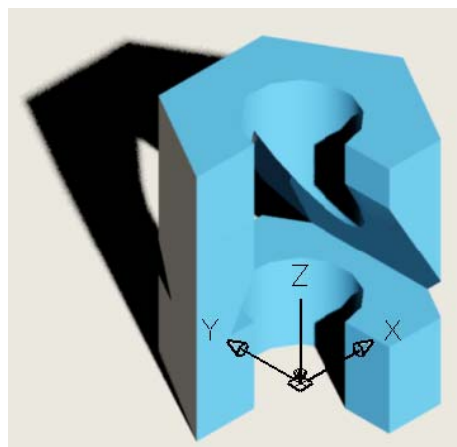



Рис. 6.10

## Задание на графическую работу «Проекционное черчение»

1. Выполнить чертёж «Проекционное черчение» (рис. 5.73), предварительно создав трёхмерную модель по варианту, который находится в методических указаниях к практическим занятиям «Инженерная графика» (И. В. Пахарева, 2012) – [17]. Файл чертежа сохранить под именем согласно образцу – «ПЧ Иванов гр.ИВТ-11 вар.1»).
2. Выполнить визуализацию модели. Сохранить результат в файл под именем согласно образцу «Тонирование Иванов гр.ИВТ-11 вар.1» в формате .JPG.
3. Отчитаться преподавателю по данной графической работе и сдать её преподавателю:
  - сначала в электронном виде (файл чертежа в формате **.DWG** и файл с тонированием в формате **.JPG**);
  - затем в печатном виде (чертёж «Проекционное черчение» образца рис. 5.73 (см. примеч. ниже).

**Примечание.** Для печати необходимо сформировать файл в формате .JPG, выбрав в **Имя принтера** -  **PublishToWeb JPG.pc3**, **Формат листа** - **По умолчанию**, в области печати **Что печатать: Границы**, установить флажки ☒ **Центрировать**, ☒ **Вписать** и при сохранении дать имя файлу.

## Рекомендации по выполнению чертежа

### «Проекционное черчение»

1. Создать новый чертёж на основе шаблона «**Формат А3**»

(см. **Примечание 1.1** раздела 1).

2. При построении контура горизонтального призматического отверстия с помощью полилинии использовать абсолютные координаты (рассчитать относительно точки 0,0, где расположена ПСК, согласно форме отверстия), предварительно привязав ПСК к точке на ребре призмы, например, как на рис. 6.11.

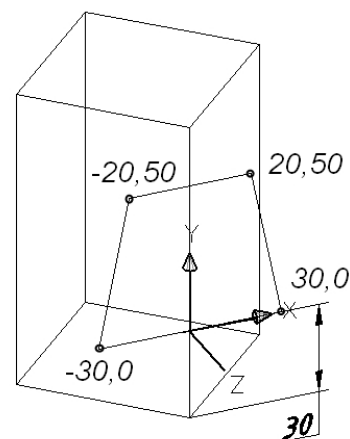


Рис. 6.11

3. При задании секущей плоскости горизонтального разреза взять в качестве первой точки секущей плоскости середины ребра внешней призмы, например как на рис. 6.12, в качестве второй точки секущей плоскости точку левее или правее при включенном режиме ортогонального черчения (рис. 6.13).

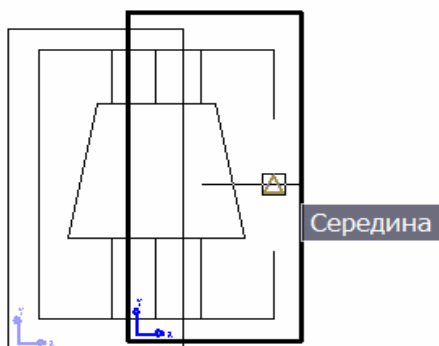


Рис. 6.12

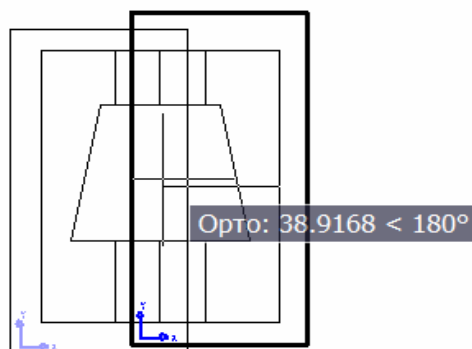


Рис. 6.13

4. Объект в слое «**Построения**» не удалять, данный слой необходимо выключить.
5. Обратить внимание на осевые, которые используются в качестве центровых для окружностей: должны пересекаться длинными



штрихами (для корректировки изменить свойство «**Масштаб типа линии**» всех предварительно выделенных осевых в окне **Свойств**, подобрав необходимый значение).

6. Заполнить основную надпись чертежа по образцу рис. 5.73.

## **Библиографический список**

### **Основная литература**

1. AutoCAD 2006 с нуля! Русская версия [Текст] : учеб. пособие / под ред. А. А. Бартеньева. – Москва : Лучшие книги, 2007. – 236 с. : ил. + 1 CD. – (Серия «Книга+Видеокурс»).
2. 3D-технология построения чертежа [Текст] : учеб. пособие / А. Л. Хейфец [и др.]. – 3-е изд.. – Санкт-Петербург : БХВ-Петербург, 2005. – 248 с.
3. Наговицын, Ю. Н. Компьютерная инженерная графика [Текст] : учеб. пособие / Ю. Н. Наговицын ; ВятГУ, ИСФ, каф. НГиЧ. – Киров : [б. и.], 2004. – 110 с.
4. Дегтярев, В. М. Инженерная и компьютерная графика [Текст] : учебник для студентов вузов / В. М. Дегтярев, В. П. Затыльников. – Москва : Академия, 2010. – 238, [1] с.
5. Наговицын, Ю. Н. Начертательная геометрия [Электронный ресурс] : демонстрационные материалы к лекциям : учеб. пособие / Ю. Н. Наговицын ; ВятГУ, ИСФ, каф. НГиЧ. – Киров : [б. и.], 2006. – 287 с.
6. Соколова, Т. Ю. AutoCAD 2009 [Текст] : учеб. курс / Т. Ю. Соколова. – Санкт-Петербург : Питер, 2008. – 574 с. + 1 эл. опт. диск (CD-ROM).
7. Хейфец, А. Л. Инженерная компьютерная графика AutoCAD [Текст] : учеб. пособие / А. Л. Хейфец. – Санкт-Петербург : БХВ-Петербург, 2005. – 336 с.
8. Хрящев, В. Г. Моделирование и создание чертежей в системе AutoCAD [Текст] / В. Г. Хрящев, Г. М. Шипова. – Санкт-Петербург : БХВ-Петербург, 2003. – 218 с.

### **Дополнительная литература**

9. Боголюбов, С. К. Инженерная графика [Текст] : учебник / С. К. Боголюбов. – 3-е изд., испр. и доп. – Москва : Машиностроение, 2006. – 392 с.

10. Гордон, В. О. Курс начертательной геометрии [Текст] : учеб. пособие для втузов / В. О. Гордон, М. А. Семенцов-Огиевский ; под ред. В. О. Гордона. – 26-е изд., стер. – Москва : Высш. шк., 2004. – 272 с. : ил.

11. Наговицын, Ю. Н. Компьютерная графика [Электронный ресурс] : демонстрационные материалы к лекциям: учеб. пособие / Ю. Н. Наговицын ; ВятГУ, ФСА, каф. НГиЧ. – Киров : [б. и.], 2007. – 330 с.

12. Окатьева, Л. В. Начертательная геометрия [Текст] : учеб. пособие / Л. В. Окатьева ; ВятГУ, ФСА, каф. НГиЧ. – Киров : [б. и.], 2007. – 127 с.

13. Окатьева, Л. В. Инженерная графика. Раздел «Начертательная геометрия» [Текст] : учеб. пособие / Л. В. Окатьева, Л. В. Ковалевская, Е. Н. Пировских ; ВятГУ, ФСА, каф. НГиЧ. – Киров : [б. и.], 2008. – 58 с.

14. Окатьева, Л. В. Инженерная графика. Раздел "Проекционное черчение" [Текст] : учеб. пособие / Л. В. Окатьева, Е. Н. Пировских, Я. Д. Ведерников ; ВятГУ, ФСА, каф. НГиЧ. – Киров : [б. и.], 2009. – 89 с.

15. Чекмарев, А. А. Инженерная графика [Текст] : учебник / А. А. Чекмарев. – 7-е изд., стер. – Москва : Высш. шк., 2006. – 365 с. : ил.

16. Чекмарев, А. А. Инженерная графика [Текст] : учебник / А. А. Чекмарев. – 5-е изд., стер. – Москва : Высш. шк., 2003. – 365 с.

### **Методическая литература**

17. Пахарева, И. В. Инженерная графика [Текст] : учеб.-метод. пособие для направления подготовки бакалавров 230100.62, 1 курс очная форма обучения : дисциплина «Инженерная графика» / И. В. Пахарева ; ВятГУ, ФСА, каф. НГиЧ. – Киров : [б. и.], 2012. – 37 с.

### **ГОСТ**

18. Сборник нормативных документов ЕСКД. Серии 2.000. . ., 2.100. . ., 2.300. . ., 2.400. . ., 2.700. . . [Электронный ресурс] / ВятГТУ, ИСФ, каф. НГиЧ, Научная библиотека ВятГУ. – Киров : [б. и.], 2006.

19. Единая система конструкторской документации [Текст] : сборник : ГОСТ 2.301-68–ГОСТ 2.318-81, ГОСТ 2.320-82, ГОСТ 2.321-84. – Москва : Изд-во стандартов, 2001. – 160 с.

Учебное издание

Пахарева Ирина Владимировна

# КОМПЬЮТЕРНАЯ ГРАФИКА: ОСНОВЫ ДВУМЕРНОГО И ТРЁХМЕРНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Учебно-методическое пособие

Подписано к использованию 05.02.2014. Заказ № 1397.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Вятский государственный университет»

610000, г. Киров, ул. Московская, 36, тел.: (8332) 64-23-56, <http://vyatsu.ru>