

Министерство образования и науки Российской Федерации

САНКТ–ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

**Приоритетный национальный проект «Образование»
Национальный исследовательский университет**

Н. В. ПЛЯСУНОВ

AutoCAD в примерах и задачах

*Рекомендовано Учебно-методическим объединением
по университетскому политехническому образованию
в качестве учебного пособия для студентов высших
учебных заведений, обучающихся по направлению подготовки
магистров «Системный анализ и управление»*

Санкт-Петербург
Издательство Политехнического университета
2012

УДК 004.92(075.8)
ББК 32.973.26-018.я73
П 407

Рецензенты:

Доктор технических наук, профессор
Санкт-Петербургского государственного университета технологии и дизайна
И. И. Матюшев

Доктор технических наук, профессор
Санкт-Петербургского политехнического университета
А. А. Жарковский

Плясунов Н. В. AutoCAD в примерах и задачах: учеб. пособие. / Н. В. Плясунов.
– СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2012. – 535 с.

Системно рассматриваются приемы геометрических построений наиболее характерных задач, вызывающих определенные затруднения, и более сложные примеры использования AutoCAD для получения чертежей с учетом требований Единой Системы Конструкторской Документации.

Приводится инновационный подход к выбору приоритетного алгоритма команд при пространственном моделировании объектов. Разработаны принципиально новые методы решения обычных и сложных задач начертательной геометрии с высокой точностью.

Учебное пособие предназначено для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению подготовки магистров «Системный анализ и управление». Оно может быть также использовано для студентов, обучающихся по направлениям и специальностям в области техники и технологии, в системах повышения квалификации, в учреждениях дополнительного профессионального образования и пр.

Работа выполнена в рамках реализации программы развития национального исследовательского университета «Модернизация и развитие политехнического университета как университета нового типа, интегрирующего мультидисциплинарные научные исследования и надотраслевые технологии мирового уровня с целью повышения конкурентоспособности национальной экономики»

Печатается по решению редакционно-издательского совета
Санкт-Петербургского государственного политехнического университета.

© Плясунов Н. В., 2012

© Санкт-Петербургский государственный
политехнический университет, 2012

ISBN

Введение

Бурное развитие аппаратных средств компьютерной техники позволило разработчикам AutoCADa превратить его из прикладной системы автоматизации чертёжно–графических работ в мощную систему, позволяющую не только разрабатывать двумерные плоские чертежи, но и моделировать сложные каркасные, полигональные (поверхностные) и объёмные (твёрдотельные) конструкции, используемые в самых различных областях науки, техники, искусства и многих других сферах человеческой деятельности.

Использование машинной графики позволяет более успешно вести поиск новых форм деталей, модифицировать предыдущие разработки, осуществлять поиск новых цветовых декоративных сочетаний.

При моделировании следует обратить внимание на следующие аспекты:

1. Дизайн:

- поиск геометрической формы изделия. Можно увеличить на весь экран очень маленький фрагмент объекта и заняться проработкой деталей (орнамента и пр.);

- анализ вариантов цветовой гаммы (в AutoCAD 16x10⁶ цветов);

- выбор немыслимого ракурса в перспективе чтобы убедиться в эстетических достоинствах проектируемого объекта.

2. Решение вопросов, связанных с прочностью изделия.

3. Минимизация массогабаритных характеристик.

4. Технологичность конструкции, поиск материалов из которых будет изготавливаться изделие.

Все эти этапы взаимосвязаны друг с другом и с изменением одного приходится менять остальные и не один раз. На ПЭВМ этот анализ получается значительно эффективнее. Результатом анализа является получение определенного экономического показателя, в зависимости от которого и осуществляют окончательный выбор варианта изделия.

ГЛАВА 1

AutoCAD — это разновидность САПР, а САПР — это автоматизация проектирования. Очень распространенным заблуждением у начинающих является желание у каждой точки (для каждого центра, изгиба и прочее) чертежа поставить значения координат, а затем, превратившись в машинистку, «набивать» на клавиатуре эти цифры. К сожалению такие стремления приводят не к автоматизации, а к получению еще большего объема рутинной и утомительной работы.

Рассмотрим задачи, решения которых таким методом просто невозможны. Творческое использование возможностей **AutoCAD** позволяет решать задачи высокой сложности с точностью ЭВМ, главное с наслаждением.

Задача 1

Построить треугольник (Рис 1.0), в котором:

$$BC=120\text{мм}$$

$$\angle B=80^{\circ};$$

$$\angle C=70^{\circ}$$

$$AM=1\sqrt{7}AC$$

$$MN\perp BC$$

С точностью до 10^{-4} мм найти длину MN .

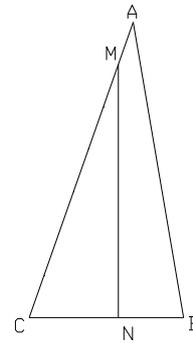


Рис. 1.0

Решение:

1 этап

Построение треугольника начинаем с изображения стороны BC .

Так как горизонтальные отрезки можно строить по упрощенному алгоритму, то для этого:

- активизируем кнопку  ;
- перекрестьем отмечаем точку C (произвольно);
- в статусной строке включаем кнопку **ОРТО**;
- задаем положение точки B : $120 \downarrow$.

В результате на экране появится горизонтальный отрезок (изображение стороны BC).

2 этап

Для изображения стороны AC удобно использовать команду **XLINE**, для этого:

- активизируем кнопку  ;
- на появившиеся в командной строке запросы, выбираем опцию A (угол), т.е. клавиатурой задаем A и величину $\angle C$: $70 \downarrow$;
- указав с помощью привязок точку C , проводим через нее линию под углом 70° к отрезку CB .

На экране появится изображение (рис. 1.1), а за курсором будет следовать изображение следующей линии под тем же $\angle C$ с запросом «указать следующую точку».

Нажатием клавиши \downarrow прекращаем действие команды.

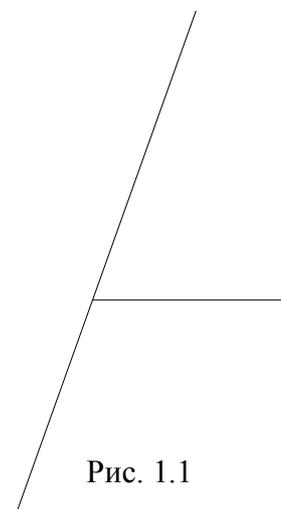


Рис. 1.1

3 этап

Изображение стороны **AB** получаем по аналогичному алгоритму. Следует заметить, что для получения $\angle B$ необходимо ввести **100** \sphericalangle , (то есть величину смежного угла).

4 этап

С помощью команды **TRIM** «обрезать» удаляем ненужные участки прямых для этого:

- активизируем кнопку ;
- на появившейся в командной строке запрос указываем границы обрезания т.е.курсором отмечаем поочередно **AB** и **BC**(□1 и □2) (рис. 1.2).

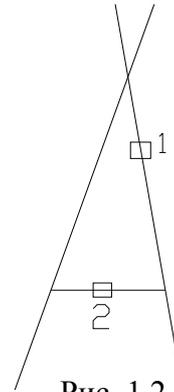


Рис. 1.2

После нажатия клавиши \sphericalangle появится запрос «указать обрезаемый объект», курсором отмечаем ненужные участки (□3 и □4) стороны **AC** (рис. 1.3):

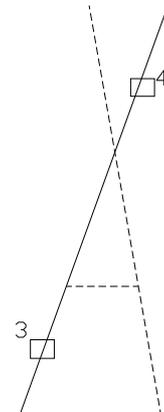


Рис. 1.3

В результате получим изображение (рис. 1.4):



Рис. 1.4

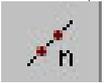
Аналогично производим удаление ненужных участков на прямой **AB**.

5 этап

Для удобства дальнейшей работы с помощью команды  получаем максимально возможное изображение треугольника на экране.

6 этап

Чтобы получить точку M , необходимо сторону AC поделить на 7 равных отрезков. Для этого необходима команда **DIVIDE**

или кнопка .

После ввода команды в ответ на запрос курсором отмечаем сторону AC , а затем вводим число, на которое необходимо поделить: 7 ↵.

Так как AutoCAD по умолчанию применяет невидимые маркеры, то после алгоритма команд:

PDMODE ↵

3 ↵

получаем видимые символы маркеров. Теперь получение точки можно использовать как узлы объектной привязки.

7 этап

Опускаем из точки M на сторону BC перпендикуляр MN (см. Рис. 1.0) для этого:

- активизируем кнопку  ;
- с помощью курсора в боковом меню активизируем пункт *****, (то есть включаем одноразовую привязку), из появившегося перечня привязок курсором выделяем **NOD** и теперь с помощью этой привязки отмечаем точку M ;

- в ответ на запрос в командной строке «указать следующую точку» выполняем все действия, указанные в предыдущем пункте, только вместо пункта **NOD** выбираем в боковом меню пункт **PER** и далее курсором отмечаем точку N на стороне BC (рис. 1.5).

Вместо бокового меню необходимые одноразовые привязки можно вводить с клавиатуры или использовать режим объектных привязок.

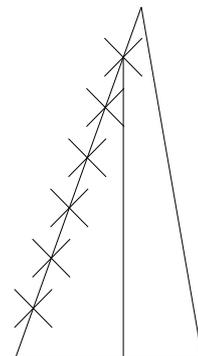


Рис. 1.5

8 этап

Измерение отрезка *MN*.

Для получения точного размера необходимо использовать объектные привязки, с помощью которых на запросы по формированию выносимых линий указываем точки *M* и *N*. И так, чтобы получить размер *MN* необходимо выполнить следующую последовательность действий:

- активизировать кнопку ;
- в ответ на запрос «указать начало первой выносной линии» с помощью привязок указываем точку *M*;
- в ответ на запрос «указать начало второй выносной линии» с помощью привязок указываем точку *N*;
- далее указываем место положения размерной линии (рис. 1.6):

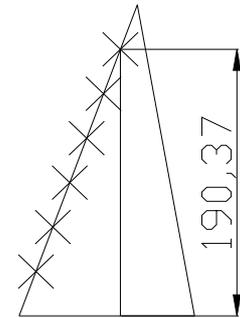


Рис. 1.6

Но! Полученный размер **AutoCAD** по умолчанию выдает с точностью до 10^{-2} мм. Для получения более высокой точности необходимо:

- в строке падающих меню активизировать пункт:
Ф о р м а т;
- в появившемся списке выделить строку:
С т и л ь р а з м е р а;
- в окне диалога:
М е н е д ж е р с т и л е й р а з м е р о в
задать необходимую точность (а также, если необходимо, размеры стрелок, цвет, высоту размерных чисел и пр.).

Затем поочередно щелчком левой клавишей мыши нажимаем кнопки:

О К;
С д е л а т ь т е к у щ и м;

X

Теперь точность размеров в **AutoCAD** будет соответствовать вашему выбору. Точный размер отрезка *MN* можно получить с помощью команды:

L I S T ↵

- по запросу курсором отмечаем объект измерения, т.е. отрезок *MN*
- в текстовом окне находим численное значение длины отрезка *MN*

Задача 2

Построить треугольник (Рис 2.0), в котором:

$AC=140$ мм,

$BC=260$ мм,

$AB=190$ мм,

CN - биссектриса,

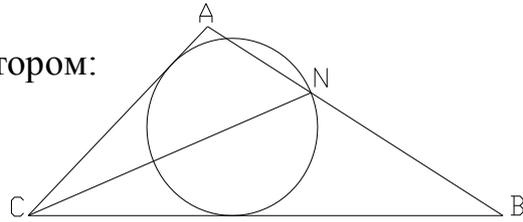


Рис. 2.0

R - радиус окружности, касательной к сторонам BC и AC и проходящей через точку N . С точностью до 10^{-4} мм найти длину CN и R .

Решение:

1 этап

Построение треугольника начинаем с изображения стороны BC .

Так как горизонтальные отрезки можно строить по упрощенному алгоритму, то для этого:

- активизируем кнопку ;
- перекрестьем отмечаем точку C (произвольно);
- в статусной строке включаем кнопку **ОРТО**;
- задаем положение точки B : **260** ↵.

В результате на экране появится горизонтальный отрезок (изображение стороны BC).

2 этап

Чтобы получить точку A , как при обычных построениях, используем метод засечек, т.е. на концах полученного отрезка изображаем окружности с радиусами **140** и **190**. Для этого:

- активизируем кнопку ;
- выбираем в боковом меню опцию **Сен, Rad**;
- на запрос указать координаты центра с помощью привязок фиксируем точку C (например, с помощью **End**);
- указываем значение радиуса **140**;

Аналогично проводим вторую окружность с центром в точке B и $R=190$.

В результате на экране получим изображение (рис. 2.1)

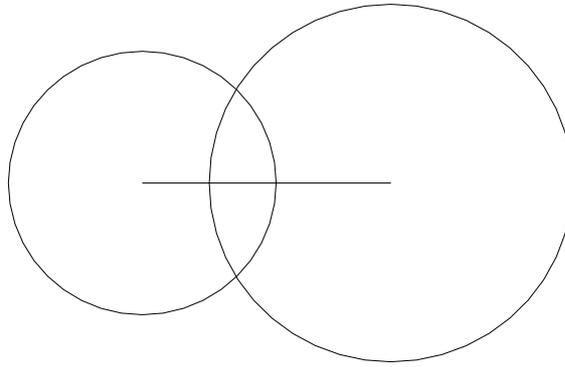


Рис. 2.1

3 этап

Строим стороны AC и AB .

Для этого необходим следующий алгоритм:

- активизируем кнопку  ;
- с помощью привязок фиксируем точку C , точку пересечения окружностей и точку B .

Примечание: Тот же алгоритм можно выполнить с помощью клавиатуры:

- LINE**;
- END** осуществляем привязку к точке C ;
- INT** осуществляем привязку к точке пересечения окружностей;
- END** осуществляем привязку к точке B .

Нажатием клавиши \downarrow прекращаем действие команды.

4 этап

Используем свойства программы Windows: выделяем и, нажав клавишу **DELETE**, удаляем их.

5 этап

Для удобства дальнейшей работы с помощью команды  получаем максимально возможное изображение треугольника на экране.

6 этап

Для изображения биссектрисы CN удобно использовать команду **XLINE**, для этого:

- активизируем кнопку  ;
- в боковом меню выбираем опцию **BISECT**;

- по запросам из командной строки осуществляем последовательно привязку в точке **C** (т. е. в вершине нужного угла), а затем в точках **A** и **B**.
Нажатием клавиши \downarrow прекращаем действие команды.

7 этап

С помощью команды **TRIM** «обрезать» удаляем ненужные участки биссектрисы, для этого:

- активизируем кнопку ;
- на появившейся в командной строке запрос указываем границы обрезания т.е.курсором отмечаем поочередно **AB** и **BC**(□1 и □2) (рис. 2.2):

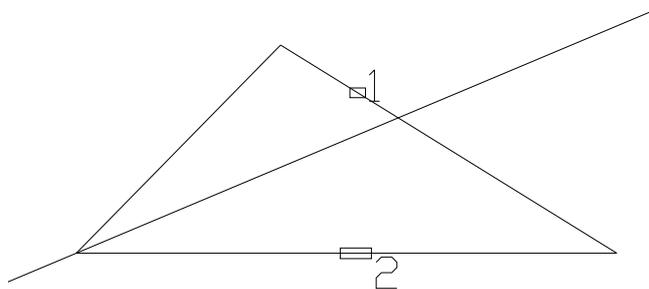


Рис. 2.2

- после нажатия клавиши \downarrow появится запрос «указать обрезаемый объект», курсором отмечаем ненужные участки (□3 и □4) биссектрисы (рис. 2.3):

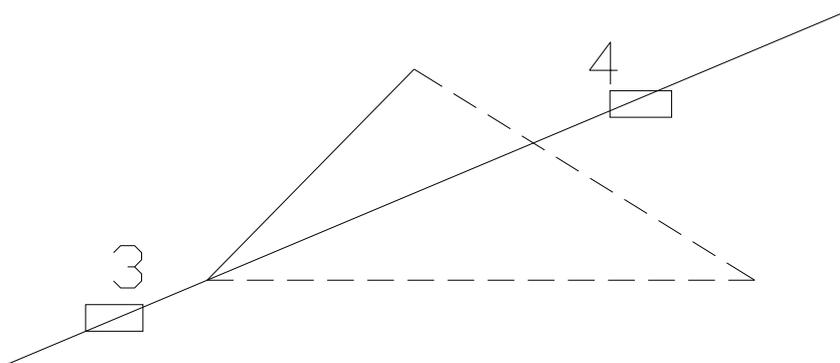


Рис. 2.3

8 этап

Вписываем окружность:

- активизируем кнопку ;
- выбираем в боковом меню опцию **3P** (т. е. строим окружность по трем точкам);

- на запрос указать координаты первой точки с помощью привязки **TAN** квадратиком обозначаем сторону **AC**. (рис. 2.4)

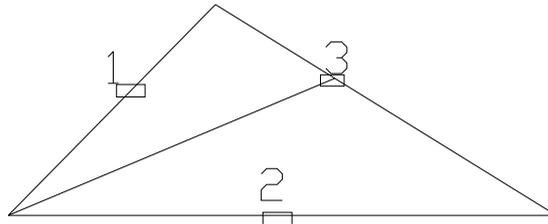


Рис. 2.4

- аналогично задаем касание будущей окружности для стороны **BC**;
- с помощью привязки **INT** обозначаем точку **N**.

9 этап

Измерение отрезка **CN**.

а) для получения точного размера необходимо использовать объектные привязки, с помощью которых на запросы по формированию выносимых линий указываем точки **C** и **N**. Итак, чтобы получить размер **CN** необходимо выполнить следующую последовательность действий:

- активизировать кнопку ;
- в ответ на запрос «указать начало первой выносной линии» с помощью привязок указываем точку **C**;
- в ответ на запрос «указать начало второй выносной линии» с помощью привязок указать точку **N**;
- далее указываем место положения размерной линии (рис. 2.5):

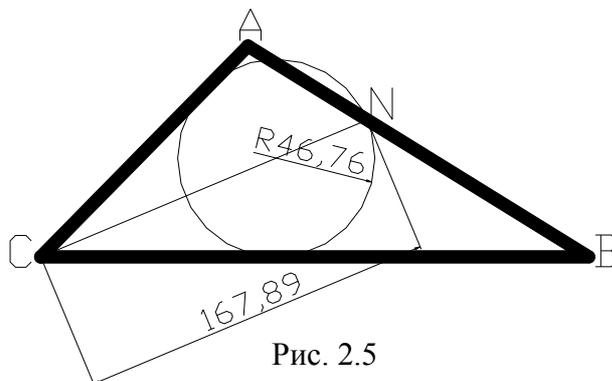


Рис. 2.5

Но! Полученный размер AutoCAD по умолчанию выдает с точностью до 10^{-2} мм.

- б) для получения более высокой точности необходимо:
 - в строке падающих меню активизировать пункт:

Ф о р м а т;

- в появившемся списке выделить строку:

С т и л ь р а з м е р а ;

- в окне диалога:

М е н е д ж е р с т и л е й р а з м е р о в

задать необходимую точность (а также, если необходимо, размеры стрелок, цвет, высоту размерных чисел и пр.).

Затем поочередно щелчком левой клавишей мыши нажимаем кнопки:

О К ;

С д е л а т ь т е к у щ и м ;



Теперь точность размеров в AutoCAD будет соответствовать вашему выбору.

в) точный размер отрезка *CN* можно получить с помощью команды:

L I S T ↵

- по запросу курсором отмечаем объект измерения, т.е. отрезок *CN*

- в текстовом окне находим численное значение длины отрезка *CN*.

10 этап

Для получения значения радиуса окружности необходимо:

- активизировать кнопку  ;

- квадратиком обозначить в любом месте контур окружности;

- и зафиксировать полученный размер.

Для получения более высокой точности необходимо войти в окно диалога менеджер стилей размеров и внести необходимые требования (см. предыдущий этап решения задачи).

P.S. Решения задач 1 и 2 показывают, что с помощью AutoCAD можно решать геометрические (метрические) задачи с высокой точностью и оперативностью, т.е. использовать **AutoCAD** как геометрический **калькулятор** с помощью которого определять координаты, длины в пространстве, проекции, углы, периметры, площади, моменты инерции и пр.

Задача 3

Получить изображение трапеции (рис. 3.0):

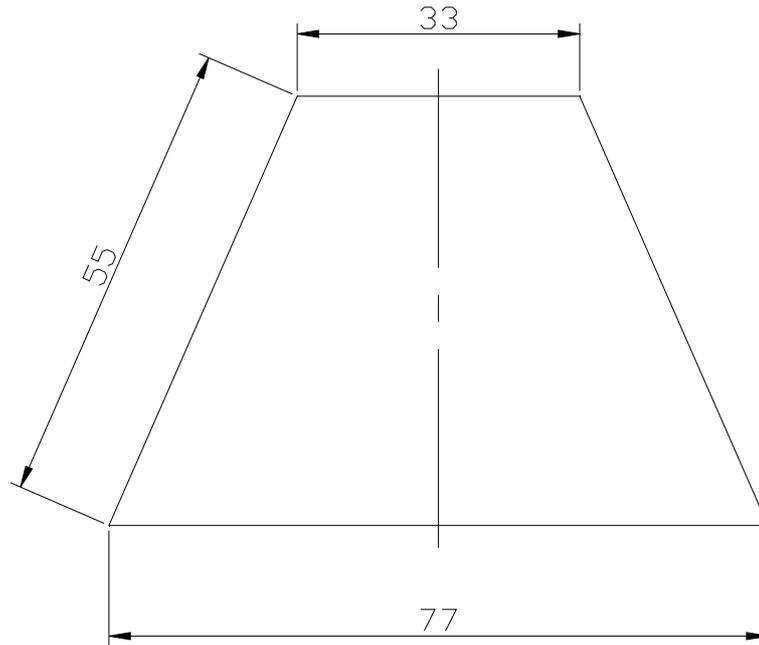


Рис. 3.0

1. Построение пересекающихся прямых.

1.1. Построение горизонтальной прямой.

Активизировать команду **XLINE** .

В ответ на запрос *Specify a point or [Hor/Ver/Ang/Bisect/Offset]*: в боковом экранном меню активизировать опцию **Horizontal** – построение горизонтальной прямой.

В ответ на следующий запрос ввести координату начала координат *Specify through point*: зафиксировать мышью удобную точку ↵.

1.2. Построение вертикальной прямой.

Повторно активизировать команду **XLINE**, нажав ↵.

В ответ на запрос *Specify a point or [Hor/Ver/Ang/Bisect/Offset]*: в боковом экранном меню активизировать опцию **Vertical** – построение вертикальной прямой.

В ответ на следующий запрос зафиксировать мышью удобную точку ↵.

1.3. Построение второй вертикальной прямой.

Повторно активизировать команду **XLINE**, нажав ↵.

В ответ на запрос *Specify a point or [Hor/Ver/Ang/Bisect/Offset]*: в боковом экранном меню активизировать опцию:

➤ Offset

Указываем расстояние между вертикалями 77 ↵ .

Выделяем вертикаль ➤ □ .

Указываем примерное место расположения вертикали второй □ ↵.

Получается изображение (рис. 3.1):

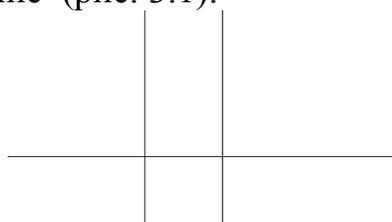


Рис. 3.1

2. Получение изображения на весь экран.

Активизировать команду **ZOOM** ➤  .

Левой кнопкой мыши выделить необходимую область.

3.С помощью команды **TRIM** «обрезать» удаляем ненужные участки прямых. Для этого:

- активизируем кнопку ➤  ;
- на появившейся в командной строке запрос указываем границы обрезания т.е. курсором отмечаем поочередно □ 1 и □ 2;
- после нажатия клавиши ↵ появится запрос: «указать обрезаемый объект» :-курсором отмечаем ненужные участки □ 3 и □ 4 горизонтали (рис. 3.2).

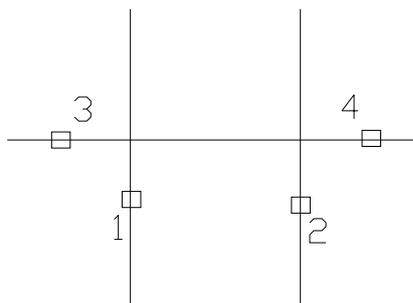


Рис. 3.2

4. Построение окружностей.

4.1. Активизировать команду **CIRCLE** ➤  .

В боковом экранном меню активизировать опцию **Cen, Dia** – построение по центру и диаметру.

В ответ на запрос ввести координаты центра окружности:

Specify center point for circle or [3P/2P/Ttr (tan tan radius)]:

в боковом экранном меню активизировать команду ******** (разовая объектная привязка) и её опцию **Mid** (привязка к середине объекта), указать точку.

В ответ на следующий запрос ввести величину диаметра:

Specify radius of circle or [Diameter]: _d Specify diameter of circle: 33 ↵.

Получается изображение (рис. 3.3):

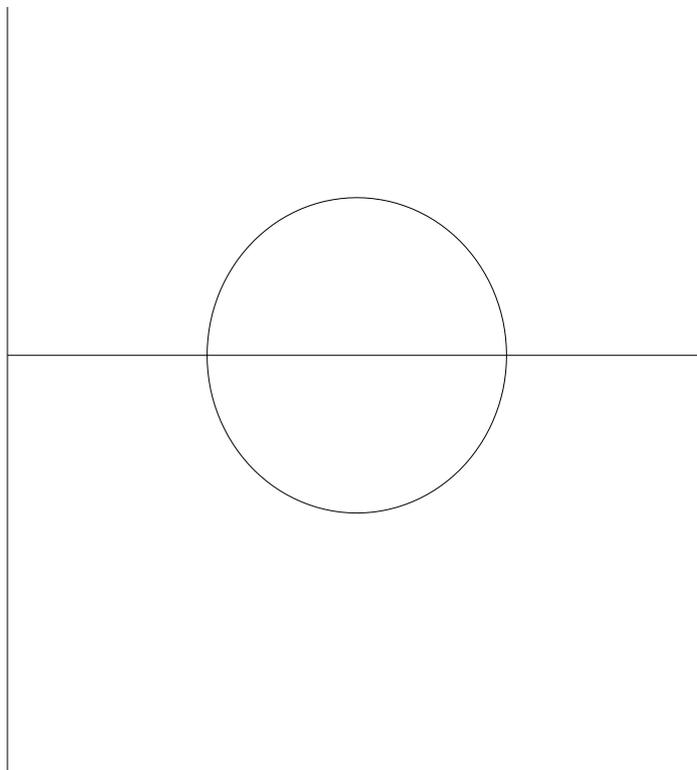


Рис. 3.3

4.2. Повторно активизировать команду **CIRCLE**, нажав **↵**.

В боковом экранном меню активизировать опцию **Cen, Rad** – построение по центру и радиусу.

В ответ на запрос ввести координаты центра окружности:

Specify center point for circle or [3P/2P/Ttr (tan tan radius)]:

в боковом экранном меню активизировать команду ******** (разовая объектная привязка) и её опцию **Intersec** (привязка к точке пересечения двух объектов), задать точку пересечения окружности с горизонталью.

В ответ на следующий запрос ввести величину радиуса:

Specify radius of circle or [Diameter]: 55 ↵.

4.2. Аналогично построить окружность радиусом 55 с центром во второй точке пересечения горизонтали с окружностью диаметром 33. Получается изображение (рис. 3.4):

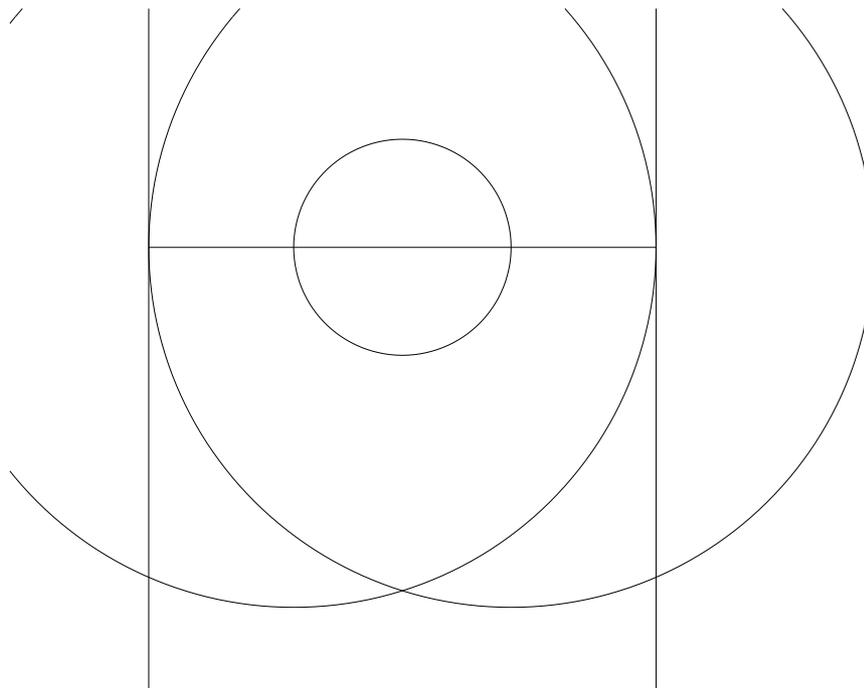


Рис.3.4

5. Построение контура трапеции.

Активизировать команду **PLINE** ↵.

В ответ на запрос *Specify first point* в боковом экранном меню активизировать команду ↗ ******** (разовая объектная привязка) и её опцию ↗ **Intersec** (привязка к точке пересечения двух объектов), задать точку пересечения горизонтали с окружностью диаметром 33.

В ответ на следующий запрос *Specify next point or [Undo]:* с помощью привязки ↗ **Intersec** (привязка к точке пересечения двух объектов), задать вторую точку пересечения горизонтали с окружностью диаметром 33.

В ответ на следующий запрос *Specify next point or [Undo]:* с помощью привязки ↗ **Intersec** (привязка к точке пересечения двух объектов), задать точку пересечения вертикали с окружностью радиусом 55.

Аналогично задают четвертую точку.

Получается изображение (рис. 3.5):

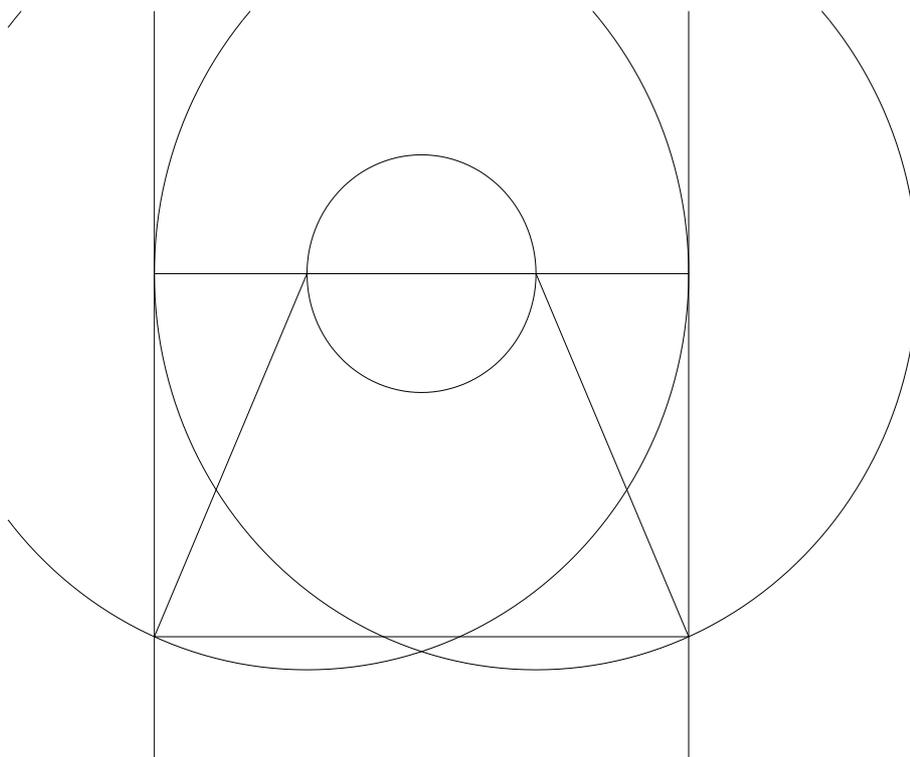


Рис 3.5

6. Удалить все лишние элементы.

7. Оформление осевых линий.

В строке свойства объектов в треугольнике тип линий вызвать список типов линий, выбрать **Other** (другое), в появившемся окне диалога выбрать опцию **Load** (загрузить), в появившемся списке линий выбрать **CENTER 5**, нажать **OK**.

Выделить необходимые линии левой кнопкой мыши.

Далее сделать тип линий **CENTER 5** текущим.

8. Простановка размеров.

8.1. Установка стиля размеров.

В строке падающих меню активизировать команду **Format** (Формат), опцию **Dimension Style** (Размерные стили).

В появившемся окне диалога выбрать опцию **Modify** (изменить), в соответствующих вкладках задать необходимые параметры размеров.

8.2. Простановка размеров.

Активизируя в строке падающих меню команду **Dimension** (Размеры) и её опции, с помощью привязок проставить все необходимые размеры.

Получается требуемое изображение (рис. 3.0).

Задача 4

Получить изображение пластины (рис. 4.0):

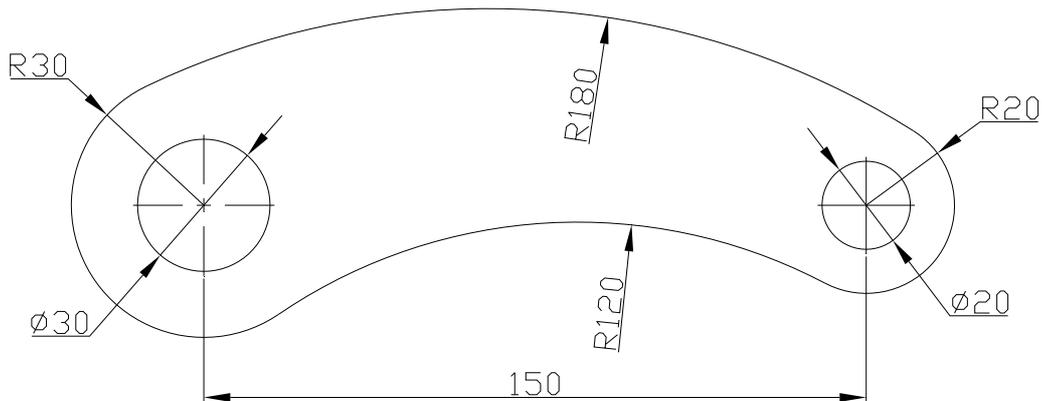


Рис. 4.0

1. Создание пользовательской системы координат (ПСК)

Активизировать команду **UCS** ↵.

В ответ на запрос *Enter an option*

[New/Move/orthoGraphic/Prev/Restore/Save/Del/Apply/?/World] <World>: в боковом экранном меню активизировать команду **Origin**.

В ответ на следующий запрос *Specify new origin point* <0,0,0>: указать левой кнопкой мыши любую удобную точку.

2. Построение осей окружностей.

2.1. Построение горизонтальной оси.

Активизировать команду **XLINE** .

В ответ на запрос *Specify a point or [Hor/Ver/Ang/Bisect/Offset]*: в боковом экранном меню активизировать опцию **Horizontal** – построение горизонтальной прямой.

В ответ на следующий запрос ввести координату начала координат *Specify through point*: **0,0** ↵↵.

2.2. Построение вертикальной оси.

Повторно активизировать команду **XLINE**, нажав ↵.

В ответ на запрос *Specify a point or [Hor/Ver/Ang/Bisect/Offset]*: в боковом экранном меню активизировать опцию **Vertical** – построение вертикальной прямой.

В ответ на следующий запрос ввести координату начала координат *Specify through point*: **0,0** ↵.

В ответ на следующий запрос ввести координаты точки *Specify through point*: **150, 0** ↵↵.

Получается изображение (рис. 4.1):

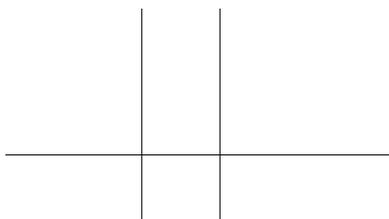


Рис. 4.1

3. Построение окружностей (диаметр 30 и радиус 30).

3.1. Активизировать команду **CIRCLE** .

В боковом экранном меню активизировать опцию  – построение по центру и диаметру.

В ответ на запрос ввести координаты центра окружности:

Specify center point for circle or [3P/2P/Ttr (tan tan radius)]: 0, 0 ↵.

В ответ на следующий запрос ввести величину диаметра:

Specify radius of circle or [Diameter]: _d Specify diameter of circle: 30 ↵.

3.2. Повторно активизировать команду **CIRCLE**, нажав ↵.

В боковом экранном меню активизировать опцию  – построение по центру и радиусу.

В ответ на запрос ввести координаты центра окружности:

Specify center point for circle or [3P/2P/Ttr (tan tan radius)]: 0, 0 ↵.

В ответ на следующий запрос ввести величину радиуса:

Specify radius of circle or [Diameter]: 30 ↵.

4. Построение окружностей (диаметр 20 и радиус 20).

4.1. Активизировать команду **CIRCLE** .

В боковом экранном меню активизировать опцию  – построение по центру и диаметру.

В ответ на запрос ввести координаты центра окружности *Specify center point for circle or [3P/2P/Ttr (tan tan radius)]: 150,0 ↵.*

В ответ на следующий запрос ввести величину диаметра *Specify radius of circle or [Diameter]: _d Specify diameter of circle: 20 ↵.*

4.2. Повторно активизировать команду **CIRCLE**, нажав ↵.

В боковом экранном меню активизировать опцию  – построение по центру и радиусу.

В ответ на запрос ввести координаты центра окружности:

Specify center point for circle or [3P/2P/Ttr (tan tan radius)]: 150, 0 ↵.

В ответ на следующий запрос ввести величину радиуса:

Specify radius of circle or [Diameter]: 20 ↵.

Получается изображение (рис. 4.2):

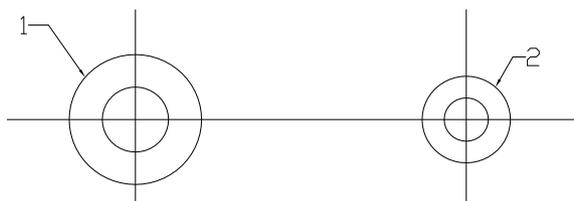


Рис. 4.2

5. Построение верхнего сопряжения (радиус 180).

Активизировать команду **CIRCLE** .

В боковом экранном меню активизировать опцию  **TTR** – построение по двум касательным и радиусу.

В ответ на запрос *Specify point on object for first tangent of circle:* левой кнопкой мыши задать окружность 1 (рис. 3.2).

В ответ на запрос *Specify point on object for second tangent of circle:* левой кнопкой мыши задать окружность 2 (рис. 3.2).

В ответ на следующий запрос ввести величину радиуса:

Specify radius of circle: 180 ↵.

Получается изображение (рис. 4.3):

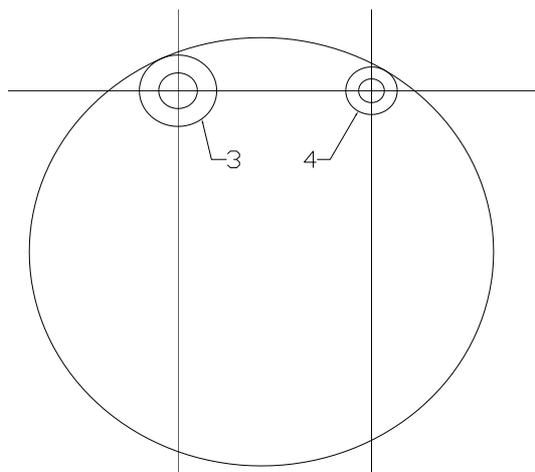


Рис. 4.3

6. Построение нижнего сопряжения (радиус 120).

Активизировать команду **FILLET** .

В боковом экранном меню активизировать опцию  **Radius** .

В ответ на следующий запрос ввести величину радиуса сопряжения
*Select first object or [Undo/Polyline/Radius/Trim/Multiple]: _r Specify fillet
radius <0.0000> 120 ↵.*

Далее левой кнопкой мыши указать сопрягаемые окружности 3 и 4
(рис. 4.3).

Получается изображение (рис. 4.4):

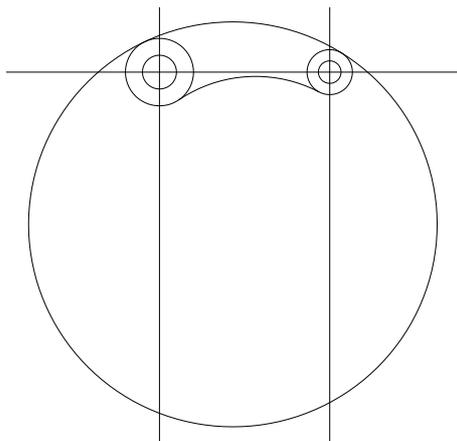


Рис. 4.4

7. С помощью команды **TRIM**  удалить все лишние элементы.
8. Получение изображения на весь экран.

Активизировать команду **ZOOM** .
Левой кнопкой мыши выделить необходимую область.
Изображение – рис. 4.5:

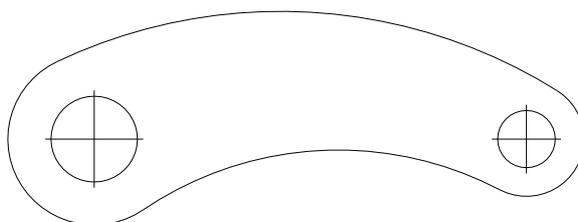


Рис. 4.5

9. Оформление осевых линий.

В строке свойства объектов в треугольнике тип линий вызвать список типов линий, выбрать **Other** (другое), в появившемся окне диалога выбрать опцию **Load** (загрузить), в появившемся списке линий выбрать **CENTER 5**, нажать **OK**.

Выделить необходимые линии левой кнопкой мыши.

Далее сделать тип линий **CENTER 5** текущим.

10. Простановка размеров.

10.1. Установка стиля размеров.

В строке падающих меню активизировать команду **Format** (Формат), опцию **Dimension Style** (Размерные стили).

В появившемся окне диалога выбрать опцию **Modify** (изменить), в соответствующих вкладках задать необходимые параметры размеров.

10.2. Простановка размеров.

Активизируя в строке падающих меню команду **Dimension** (Размеры) и её опции, с помощью привязок проставить все необходимые размеры.

Получается требуемое изображение (рис. 4.0).

Задача 5

Получить изображение пластины (рис. 5.0):

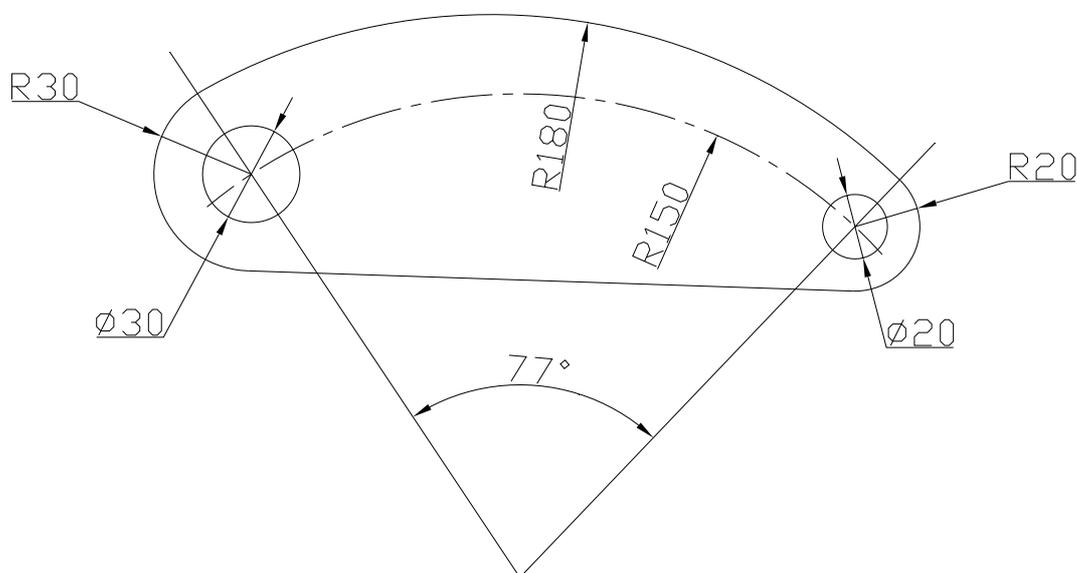


Рис. 5.0

1. Создание пользовательской системы координат (ПСК).

1.1. Активизировать команду **UCS** ↵.

В ответ на запрос *Enter an option*

[New/Move/orthoGraphic/Prev/Restore/Save/Del/Apply/?/World] <World>: в боковом экранном меню активизировать команду **Origin**.

В ответ на следующий запрос *Specify new origin point <0,0,0>*: указать левой кнопкой мыши любую удобную точку.

1.2. Поворот системы координат.

Повторно активизировать команду **UCS**, нажав ↵.

В ответ на запрос *Enter an option*

[New/Move/orthoGraphic/Prev/Restore/Save/Del/Apply/?/World] <World>: в боковом экранном меню активизировать команду **Z Axis**.

В ответ на следующий запрос ввести величину угла поворота
Specify rotation angle about Z axis <90>: **33.5** ↵.
На экране будет изображение (рис. 5.1):

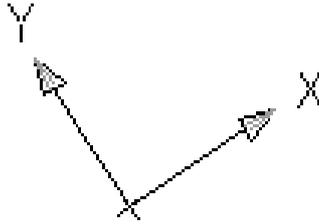


Рис. 5.1

2. Построение окружностей (диаметр 30 и радиус 30)

2.1. Активизировать команду **CIRCLE**

В боковом экранном меню активизировать опцию  **Cen, Dia** – построение по центру и диаметру.

В ответ на запрос ввести координаты центра окружности *Specify center point for circle or [3P/2P/Ttr (tan tan radius)]*: **0,150** ↵.

В ответ на следующий запрос ввести величину диаметра *Specify radius of circle or [Diameter]: _d Specify diameter of circle*: **30** ↵.

2.2. Повторно активизировать команду **CIRCLE**, нажав ↵.

В боковом экранном меню активизировать опцию  **Cen, Rad** – построение по центру и радиусу.

В ответ на запрос ввести координаты центра окружности *Specify center point for circle or [3P/2P/Ttr (tan tan radius)]*: **0,150** ↵.

В ответ на следующий запрос ввести величину радиуса *Specify radius of circle or [Diameter]*: **30** ↵.

На экране будет изображение (рис. 5.2):

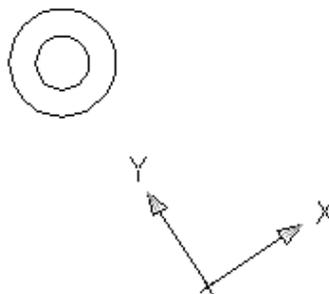


Рис. 5.2

3. Поворот системы координат.

Активизировать команду **UCS** ↵.

В ответ на запрос *Enter an option* [New/Move/orthoGraphic/Prev/Restore/Save/Del/Apply/?/World] <World>: в боковом экранном меню активизировать команду .

В ответ на следующий запрос ввести величину угла поворота *Specify rotation angle about Z axis <90>*: -77 ↵.

На экране будет изображение (рис. 5.3).

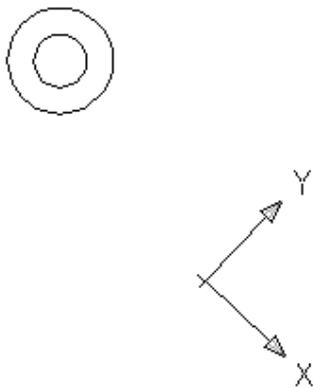


Рис. 5.3

4. Построение окружностей (диаметр 20 и радиус 20).

4.1. Активизировать команду **CIRCLE** .

В боковом экранном меню активизировать опцию  - построение по центру и диаметру.

В ответ на запрос ввести координаты центра окружности *Specify center point for circle or [3P/2P/Ttr (tan tan radius)]*: 0,150 ↵.

В ответ на следующий запрос ввести величину диаметра *Specify radius of circle or [Diameter]: _d Specify diameter of circle*: 20 ↵.

4.2. Повторно активизировать команду **CIRCLE**, нажав ↵.

В боковом экранном меню активизировать опцию  - построение по центру и радиусу.

В ответ на запрос ввести координаты центра окружности *Specify center point for circle or [3P/2P/Ttr (tan tan radius)]*: 0,150 ↵.

В ответ на следующий запрос ввести величину радиуса *Specify radius of circle or [Diameter]*: 20 ↵.

Получается изображение (рис. 5.4).



Рис. 5.4

5. Построение верхнего сопряжения (радиус 180).

Активизировать команду **CIRCLE** .

В боковом экранном меню активизировать опцию  - построение по двум касательным и радиусу.

В ответ на запрос *Specify point on object for first tangent of circle:* левой кнопкой мыши задать окружность 1 (рис. 5.4).

В ответ на запрос *Specify point on object for second tangent of circle:* левой кнопкой мыши задать окружность 2 (рис. 5.4).

В ответ на следующий запрос ввести величину радиуса *Specify radius of circle:* **180** ↵.

Получается изображение (рис. 5.5):

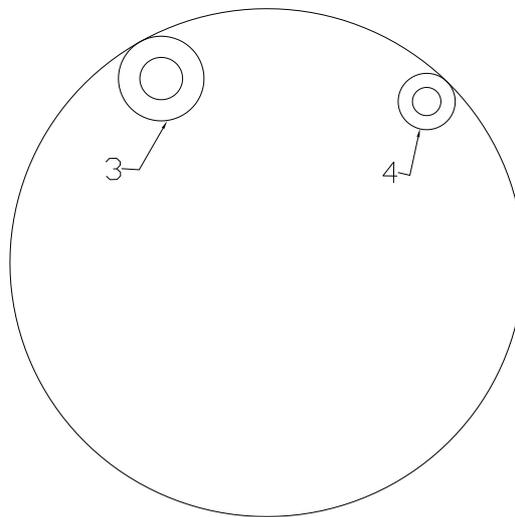


Рис. 5.5

6. Построение нижней касательной к окружностям.

Активизировать команду **LINE** .

В ответ на запрос *Specify first point* в боковом экранном меню активизировать команду  (разовая объектная привязка) и её опцию  (построение касательной), задать примерную точку касания 3 (рис. 5.5).

В ответ на следующий запрос *Specify next point or [Undo]:* с помощью привязки  (построение касательной), задать примерную точку касания 4 (рис. 5.5).

7. Построение осевой окружности (радиус 150).

Активизировать команду **CIRCLE** .

В боковом экранном меню активизировать опцию  - построение по центру и радиусу.

В ответ на запрос ввести координаты центра окружности:
Specify center point for circle or [3P/2P/Ttr (tan tan radius)]: 0, 0 ↵.
В ответ на следующий запрос ввести величину радиуса:
Specify radius of circle or [Diameter]: 150 ↵.
Получается изображение (рис. 5.6).

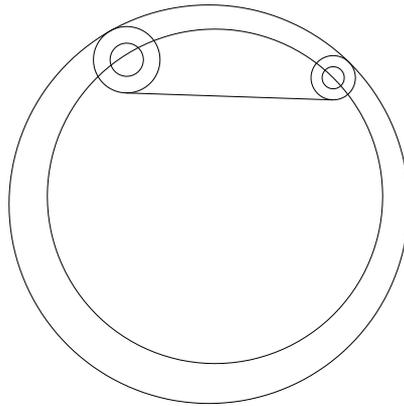


Рис. 5.6

8. С помощью команды **TRIM**  удалить все лишние элементы.
9. Получение изображения на весь экран.

Активизировать команду **ZOOM** .
Левой кнопкой мыши выделить необходимую область.
Изображение (Рис 5.7):

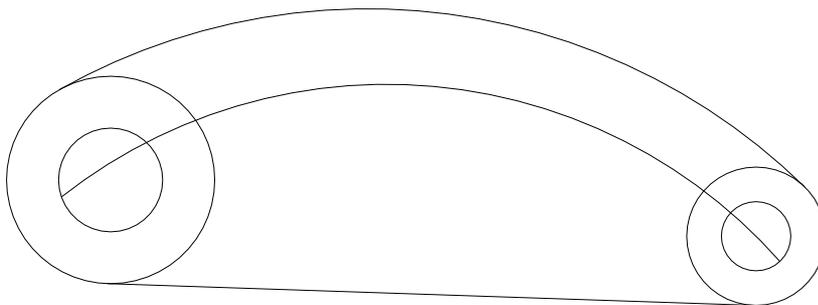


Рис. 5.7

10. Оформление осевых линий

В строке свойства объектов в треугольнике тип линий вызвать список типов линий, выбрать **Other** (другое), в появившемся окне диалога выбрать опцию **Load** (загрузить), в появившемся списке линий выбрать **CENTER 5**, нажать **ОК**.

Выделить необходимые линии левой кнопкой мыши.
Далее сделать тип линий **CENTER 5** текущим.

11. Простановка размеров.

11.1. Установка стиля размеров.

В строке падающих меню активизировать команду **Format** (Формат), опцию **Dimension Style** (Размерные стили).

В появившемся окне диалога выбрать опцию **Modify** (изменить), в соответствующих вкладках задать необходимые параметры размеров.

11.2. Простановка размеров.

Активизируя в строке падающих меню команду **Dimension** (Размеры) и её опции, с помощью привязок проставить все необходимые размеры.

Получается требуемое изображение (рис. 5.0).

Задача 6

Получить изображение (рис. 6.0).

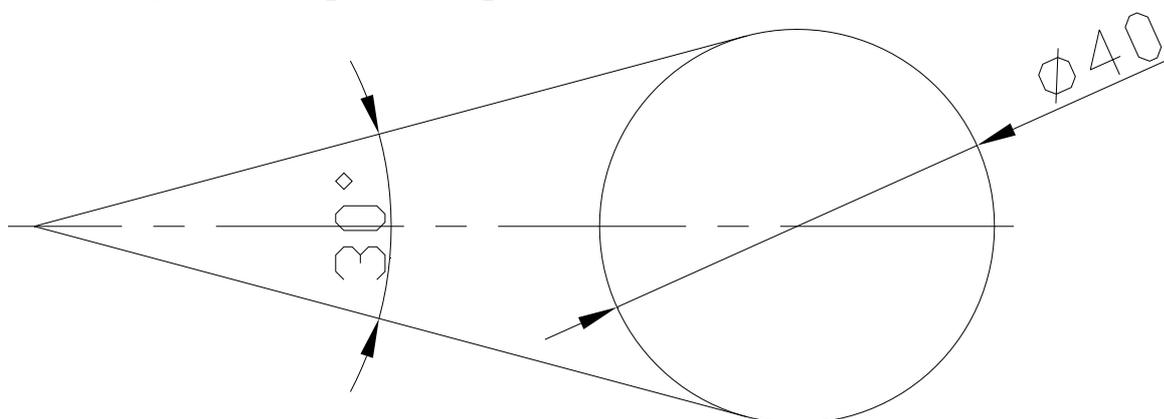


Рис. 6.0

1. Создание пользовательской системы координат (ПСК).

Активизировать команду **UCS** ↵.

В ответ на запрос *Enter an option*

[New/Move/orthoGraphic/Prev/Restore/Save/Del/Apply/?/World] <World>: в боковом экранном меню активизировать команду ↵Origin.

В ответ на следующий запрос *Specify new origin point <0,0,0>*: указать левой кнопкой мыши любую удобную точку.

2. Построение горизонтальной оси.

Активизировать команду **XLINE** .

В ответ на запрос *Specify a point or [Hor/Ver/Ang/Bisect/Offset]*: в боковом экранном меню активизировать опцию ↵Horizont - построение горизонтальной прямой.

В ответ на следующий запрос ввести координату начала координат
Specify through point: 0, 0 ↵ ↵.

3. Построение наклонных прямых.

3.1. Повторно активизировать команду **XLINE**, нажав ↵.

В ответ на запрос *Specify a point or [Hor/Ver/Ang/Bisect/Offset]:* в боковом экранном меню активизировать опцию ↗ **Angle** - построение прямой по точке и углу.

В ответ на следующий запрос ввести величину угла:

Enter angle of xline (0) or [Reference]: 15 ↵.

В ответ на следующий запрос ввести координаты точки:

Specify through point: 0,0 ↵ ↵.

3.2. Повторно активизировать команду **XLINE**, нажав ↵.

В ответ на запрос *Specify a point or [Hor/Ver/Ang/Bisect/Offset]:* в боковом экранном меню активизировать опцию ↗ **Angle** - построение прямой по точке и углу.

В ответ на следующий запрос ввести величину угла:

Enter angle of xline (0) or [Reference]: -15 ↵.

В ответ на следующий запрос ввести координаты точки:

Specify through point: 0, 0 ↵ ↵.

Получается изображение (рис. 6.1):

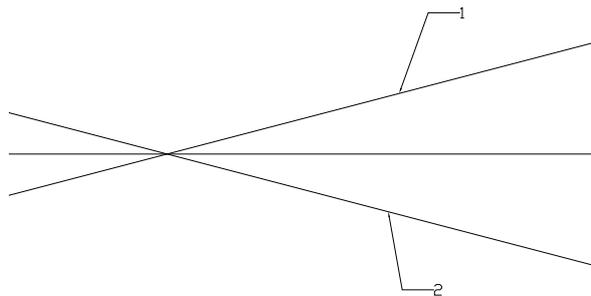


Рис. 6.1

4. Построение окружности.

Активизировать команду **CIRCLE** .

В боковом экранном меню активизировать опцию ↗ **TTR** - построение по двум касательным и радиусу.

В ответ на запрос *Specify point on object for first tangent of circle:* левой кнопкой мыши задать прямую 1 (рис. 6.1).

В ответ на запрос *Specify point on object for second tangent of circle:* левой кнопкой мыши задать прямую 2 (рис. 6.1).

В ответ на следующий запрос ввести величину радиуса:
Specify radius of circle: 20 ↵.

5. Получение изображения на весь экран.

Активизировать команду **ZOOM** .
Левой кнопкой мыши выделить необходимую область.
Получается изображение (рис. 6.2):

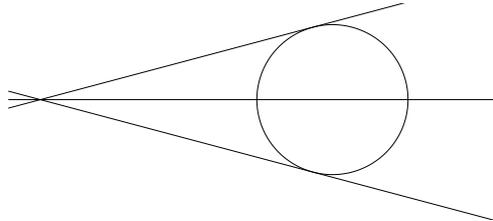


Рис. 6.2

6. Удаление лишних элементов.

6.1. Получение искусственной области изображения.

Активизировать команду **RECTANG** .
В ответ на запросы:
Specify first corner point or [Chamfer/Elevation/Fillet/Thickness/Width]:
Specify other corner point or [Area/Dimensions/Rotation]:
левой кнопкой мыши указать требуемую область изображения.
Изображение (рис. 6.3):

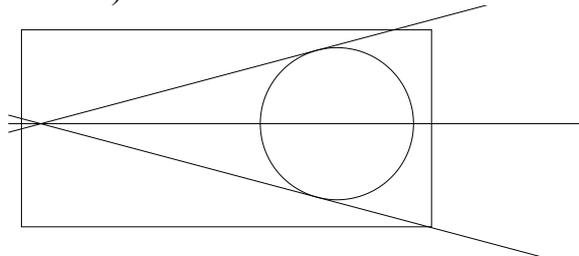


Рис. 6.3

6.2. С помощью команды **TRIM**  удалить все лишние элементы.
6.3. С помощью команды **DELETE** удалить прямоугольник, определяющий границу изображения.
Получается изображение (рис. 6.4):

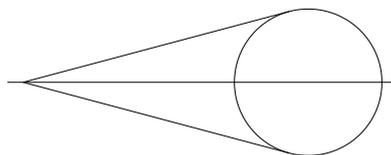


Рис. 6.4

7. Оформление осевых линий.

В строке свойства объектов в треугольнике тип линий вызвать список типов линий, выбрать **Other** (другое), в появившемся окне диалога выбрать опцию **Load** (загрузить), в появившемся списке линий выбрать **CENTER 5**, нажать **OK**.

Выделить необходимые линии левой кнопкой мыши.

Далее сделать тип линий **CENTER 5** текущим.

8. Простановка размеров.

8.1. Установка стиля размеров.

В строке падающих меню активизировать команду **Format** (Формат), опцию **Dimension Style** (Размерные стили).

В появившемся окне диалога выбрать опцию **Modify** (изменить), в соответствующих вкладках задать необходимые параметры размеров.

8.2. Простановка размеров.

Активизируя в строке падающих меню команду **Dimension** (Размеры) и её опции, с помощью привязок проставить все необходимые размеры.

Получается требуемое изображение (рис. 6.0).

Задача 7

Получить изображение (рис. 7.0):

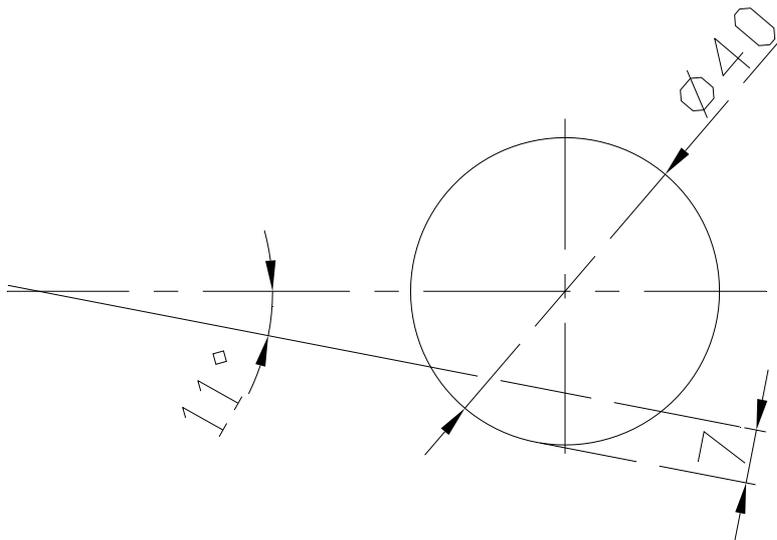


Рис. 7.0

1. Создание пользовательской системы координат (ПСК).

Активизировать команду **UCS** ↵.

В ответ на запрос:

Enter an option

[New/Move/orthoGraphic/Prev/Restore/Save/Del/Apply/?/World]

<World>: в боковом экранном меню активизировать команду:

→ **Origin** .

В ответ на следующий запрос *Specify new origin point <0,0,0>*: указать левой кнопкой мыши любую удобную точку.

2. Построение осей окружности.

2.1. Построение горизонтальной оси.

Активизировать команду **XLINE** .

В ответ на запрос *Specify a point or [Hor/Ver/Ang/Bisect/Offset]*: в боковом экранном меню активизировать опцию → **Horizont** - построение горизонтальной прямой.

В ответ на следующий запрос ввести координату начала координат:

Specify through point: 0, 0 ↵ ↵.

2.2. Построение вертикальной оси.

Повторно активизировать команду **XLINE**, нажав ↵.

В ответ на запрос *Specify a point or [Hor/Ver/Ang/Bisect/Offset]*: в боковом экранном меню активизировать опцию → **Vertical** - построение вертикальной прямой.

В ответ на следующий запрос ввести координату начала координат:

Specify through point: 0, 0 ↵ ↵.

3. Построение окружности.

Активизировать команду **CIRCLE** .

В боковом экранном меню активизировать опцию → **Cen, Dia** - построение по центру и диаметру.

В ответ на запрос ввести координаты центра окружности:

Specify center point for circle or [3P/2P/Ttr (tan tan radius)]: 0, 0 ↵

В ответ на следующий запрос ввести величину диаметра:

Specify radius of circle or [Diameter]: _d Specify diameter of circle: 40 ↵.

4. Получение изображения на весь экран.

Активизировать команду **ZOOM** .

Левой кнопкой мыши выделить необходимую область.

Изображение (рис. 7.1):

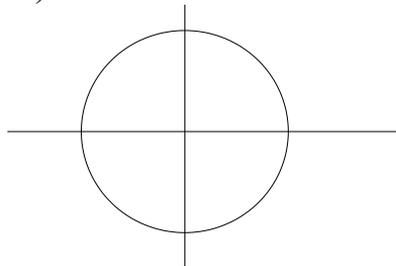


Рис. 7.1

5. Поворот системы координат.

Активизировать команду **UCS** ↵.

В ответ на запрос:

Enter an option

[New/Move/orthoGraphic/Prev/Restore/Save/Del/Apply/?/World]

<World>: в боковом экранном меню активизировать команду:

↗ **Z Axis**

В ответ на следующий запрос ввести величину угла поворота:

Specify rotation angle about Z axis <90>: **-11** ↵.

6. Построение вертикальной прямой.

Активизировать команду **XLINE**



В ответ на запрос *Specify a point or [Hor/Ver/Ang/Bisect/Offset]*: в боковом экранном меню активизировать опцию ↗ **Vertical** - построение вертикальной прямой.

В ответ на следующий запрос ввести координату начала координат:

Specify through point: **0, 0** ↵ ↵.

Получается изображение (рис. 7.2):

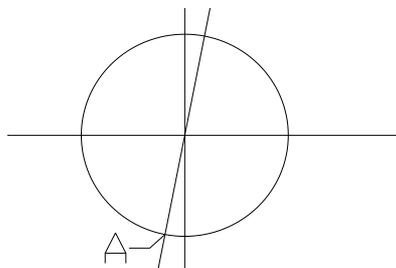


Рис. 7.2

7. Перенос системы координат.

Активизировать команду **UCS** ↵.

В ответ на запрос:

Enter an option

[New/Move/orthoGraphic/Prev/Restore/Save/Del/Apply/?/World]

<World>: в боковом экранном меню активизировать команду:

↗ Origin

В ответ на следующий запрос *Specify new origin point <0,0,0>*:

в боковом экранном меню активизировать команду ↗**** (разовая объектная привязка) и её опцию ↗Intersec (привязка к точке пересечения двух объектов), задать точку А (рис. 7.2):

8. Построение горизонтальной прямой на расстоянии 7 мм от начала координат.

Активизировать команду XLINE



В ответ на запрос *Specify a point or [Hor/Ver/Ang/Bisect/Offset]*: в боковом экранном меню активизировать опцию ↗Horizont - построение горизонтальной прямой.

В ответ на следующий запрос ввести координату точки:

Specify through point: 0, 7 ↵ ↵

Изображение (рис. 7.3):

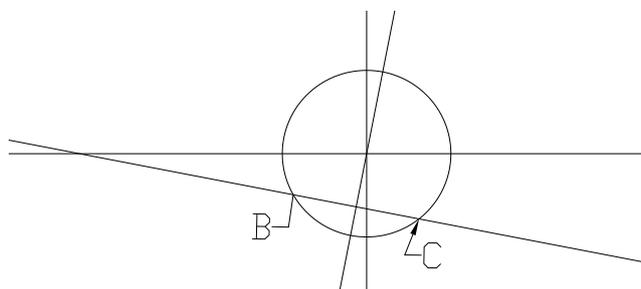


Рис. 7.3

9. Изображение отрезка BC (рис. 6.3) штриховой линией.

9.1. С помощью команды TRIM



удалить отрезок BC.

9.2. В строке свойства объектов в треугольнике тип линий вызвать список типов линий, выбрать **Other** (другое), в появившемся окне диалога выбрать опцию **Load** (загрузить), в появившемся списке линий выбрать **ACADISO**, нажать **ОК**. Далее сделать этот тип линий текущим.

9.3. Активизировать команду LINE



В ответ на запрос *Specify first point* в боковом экранном меню активизировать команду ↗**** (разовая объектная привязка) и её опцию ↗Intersec (привязка к точке пересечения двух объектов), задать точку В (рис. 7.3).

В ответ на следующий запрос *Specify next point or [Undo]*: с помощью привязки ↗Intersec (привязка к точке пересечения двух объектов), задать точку С (рис. 7.3).

Получается изображение (рис. 7.4):

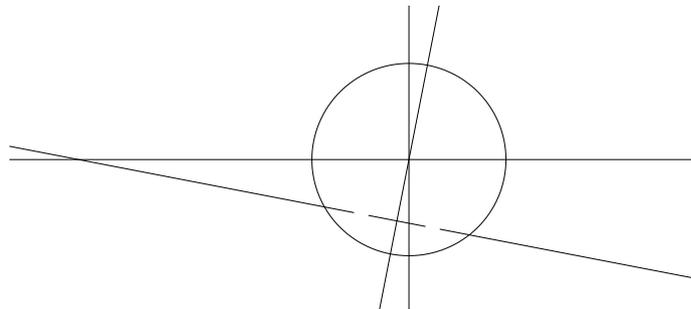


Рис. 7.4

10. Удаление лишних элементов.

10.1. Получение искусственной области изображения.

Активизировать команду **RECTANG**



В ответ на запросы:

Specify first corner point or [Chamfer/Elevation/Fillet/Thickness/Width]:

Specify other corner point or [Area/Dimensions/Rotation]:

левой кнопкой мыши указать требуемую область изображения.

Изображение (рис. 7.5).

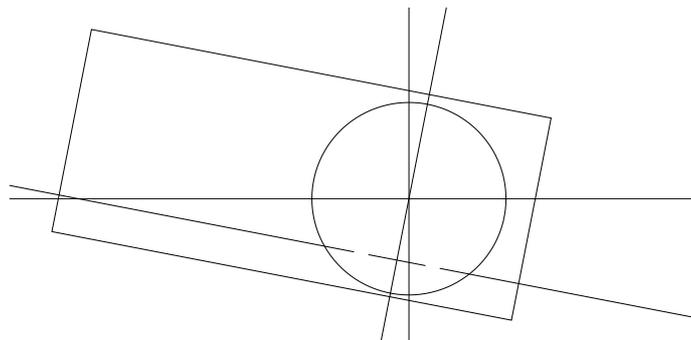


Рис. 7.5

10.2. С помощью команды **TRIM**  удалить все лишние элементы.

10.3. С помощью команды **DELETE** удалить прямоугольник, определяющий границу изображения.

Получается изображение (рис. 7.6):

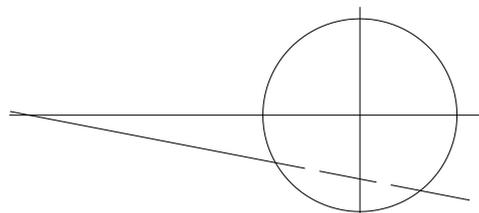


Рис. 7.6

11. Оформление осевых линий.

В строке свойства объектов в треугольнике тип линий вызвать список типов линий, выбрать **Other** (другое), в появившемся окне диалога выбрать опцию **Load** (загрузить), в появившемся списке линий выбрать **CENTER 5**, нажать **OK**.

Выделить необходимые линии левой кнопкой мыши.

Далее сделать тип линий **CENTER 5** текущим.

12. Простановка размеров.

12.1. Установка стиля размеров.

В строке падающих меню активизировать команду **Format** (Формат), опцию **Dimension Style** (Размерные стили).

В появившемся окне диалога выбрать опцию **Modify** (изменить), в соответствующих вкладках задать необходимые параметры размеров.

12.2. Простановка размеров.

Активизируя в строке падающих меню команду **Dimension** (Размеры) и её опции, с помощью привязок проставить все необходимые размеры.

Получается требуемое изображение (рис. 7.0):

Задача 8

Получить изображение пластины (рис. 8.0).

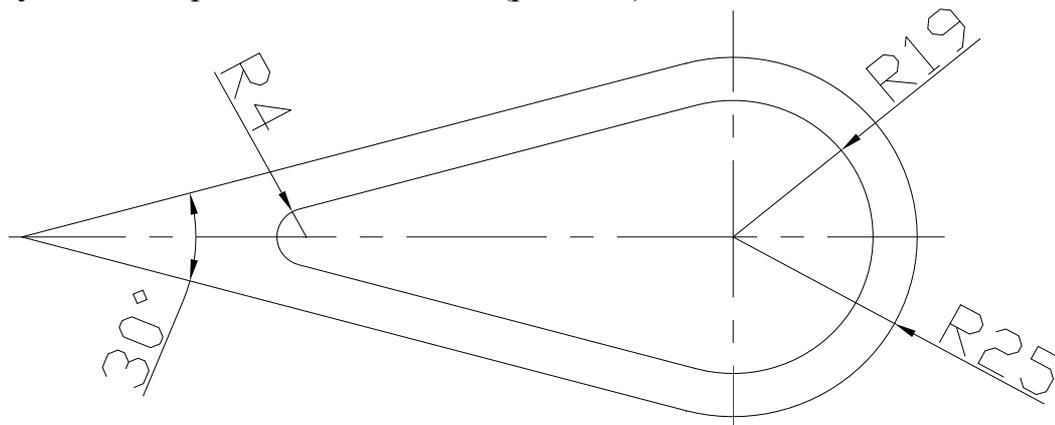


Рис. 8.0

1. Создание пользовательской системы координат (ПСК).

Активизировать команду **UCS** ↵.

В ответ на запрос:

Enter an option

[New/Move/orthoGraphic/Prev/Restore/Save/Del/Apply/?/World]

<World>: в боковом экранном меню активизировать команду:

↗ **Origin**.

В ответ на следующий запрос *Specify new origin point <0,0,0>*: указать левой кнопкой мыши любую удобную точку.

2. Построение осей окружностей.

2.1. Построение горизонтальной оси.

Активизировать команду **XLINE**



В ответ на запрос *Specify a point or [Hor/Ver/Ang/Bisect/Offset]*: в боковом экранном меню активизировать опцию **Horizontal** - построение горизонтальной прямой.

В ответ на следующий запрос ввести координату начала координат:

Specify through point: 0, 0 ↵ ↵.

2.2. Построение вертикальной оси.

Повторно активизировать команду **XLINE**, нажав ↵.

В ответ на запрос *Specify a point or [Hor/Ver/Ang/Bisect/Offset]*: в боковом экранном меню активизировать опцию **Vertical** - построение вертикальной прямой.

В ответ на следующий запрос ввести координату начала координат:

Specify through point: 0, 0 ↵ ↵.

3. Построение окружностей (радиусы 19 и 25).

3.1. Активизировать команду **CIRCLE**



В боковом экранном меню активизировать опцию **Cen, Rad** - построение по центру и радиусу.

В ответ на запрос ввести координаты центра окружности:

Specify center point for circle or [3P/2P/Ttr (tan tan radius)]: 0, 0 ↵.

В ответ на следующий запрос ввести величину радиуса:

Specify radius of circle or [Diameter]: 19 ↵.

3.2. Повторно активизировать команду **CIRCLE**, нажав ↵.

В боковом экранном меню активизировать опцию **Cen, Rad** - построение по центру и радиусу.

В ответ на запрос ввести координаты центра окружности:

Specify center point for circle or [3P/2P/Ttr (tan tan radius)]: 0, 0 ↵.

В ответ на следующий запрос ввести величину радиуса:

Specify radius of circle or [Diameter]: 25 ↵.

4. Получение изображения на весь экран.

Активизировать команду **ZOOM**



Левой кнопкой мыши выделить необходимую область.

Изображение (рис. 8.1):

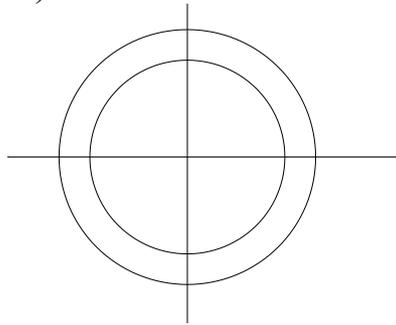


Рис. 8.1

5. Поворот системы координат.

Активизировать команду **UCS** ↵.

В ответ на запрос:

Enter an option

[New/Move/orthoGraphic/Prev/Restore/Save/Del/Apply/?/World]

<World>: в боковом экранном меню активизировать команду:

↵ **Z Axis**.

В ответ на следующий запрос ввести величину угла поворота:

Specify rotation angle about Z axis <90>: **15** ↵.

6. Построение вертикальной прямой.

Активизировать команду **XLINE** .

В ответ на запрос *Specify a point or [Hor/Ver/Ang/Bisect/Offset]*: в боковом экранном меню активизировать опцию **Vertical**  - построение вертикальной прямой.

В ответ на следующий запрос ввести координату начала координат:

Specify through point: **0, 0** ↵ ↵.

Получается изображение (рис. 8.2):

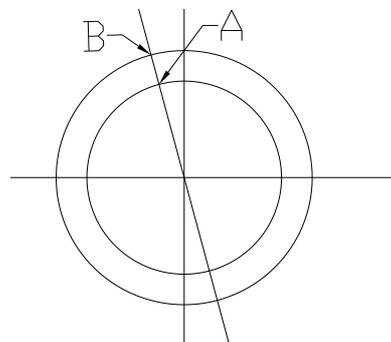


Рис. 8.2

7. Построение горизонтальных прямых.

Активизировать команду **XLINE** .

В ответ на запрос *Specify a point or [Hor/Ver/Ang/Bisect/Offset]*: в боковом экранном меню активизировать опцию  - построение горизонтальной прямой

В ответ на следующий запрос:

Specify through point: в боковом экранном меню активизировать команду  (разовая объектная привязка) и её опцию  (привязка к точке пересечения двух объектов), задать последовательно точки А и В (рис. 8.2).

Получается изображение (рис. 8.3):

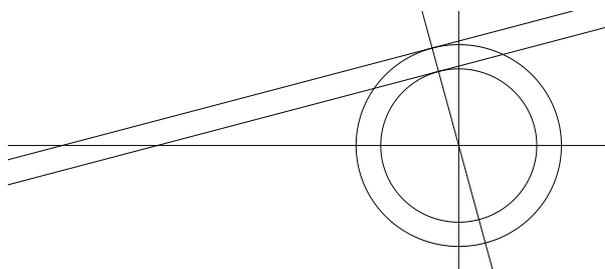


Рис. 8.3

8. С помощью команд **TRIM**  и **DELETE** удалить все лишние элементы, получается изображение (рис. 8.4):

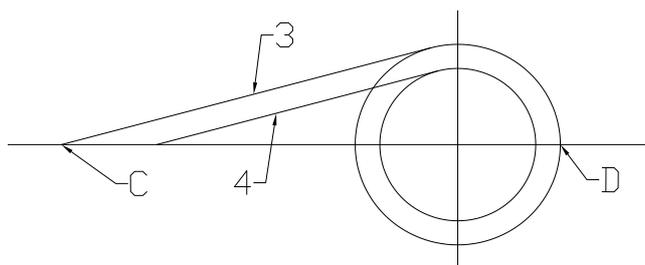


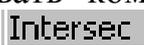
Рис. 8.4

9. Получение зеркального отображения.

Активизировать команду **MIRROR** .

Левой кнопкой мыши выделить отображаемые объекты 3 и 4 (рис. 7.4)

В ответ на запрос *Specify first point of mirror line*:

в боковом экранном меню активизировать команду  (разовая объектная привязка) и её опцию  (привязка к точке пересечения двух объектов), задать точку С (рис. 8.4).

В ответ на запрос *Specify second point of mirror line*:

через привязку  (привязка к точке пересечения двух объектов), задать точку D (рис. 8.4).

В ответ на следующий запрос нажать Enter.

Erase source objects? [Yes/No] <N>: ↵.

Изображение (рис. 8.5):

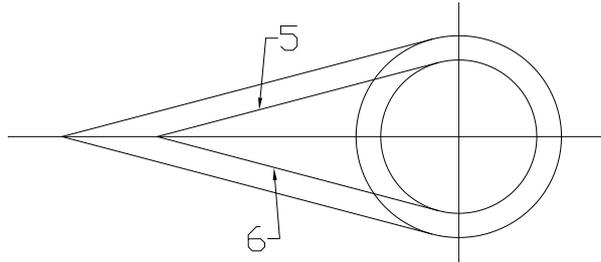


Рис. 8.5

10. Построение сопряжения.

Активизировать команду **FILLET**



В боковом экранном меню активизировать опцию



В ответ на следующий запрос ввести величину радиуса сопряжения:

Select first object or [Undo/Polyline/Radius/Trim/Multiple]: _r Specify fillet

radius <0.0000>: 4 ↵.

Далее левой кнопкой мыши указать сопрягаемые прямые 5 и 6 (рис. 8.5)

Изображение (рис. 8.6):

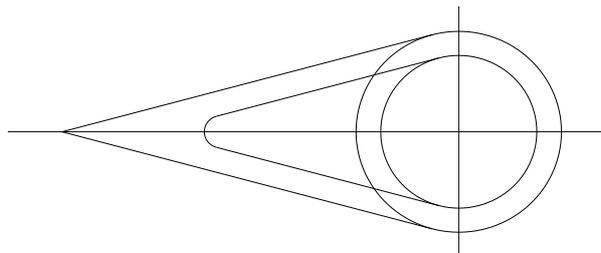


Рис. 8.6

11. Удаление лишних элементов.

11.1. Получение искусственной области изображения.

Активизировать команду **RECTANG**



В ответ на запросы:

Specify first corner point or [Chamfer/Elevation/Fillet/Thickness/Width]:

Specify other corner point or [Area/Dimensions/Rotation]:

левой кнопкой мыши указать требуемую область изображения.

Изображение (рис. 8.7):

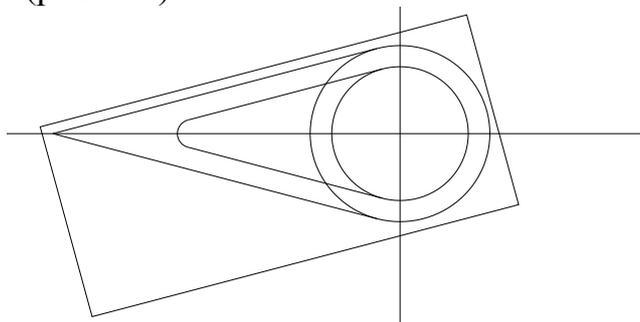


Рис. 8.7

11.2. С помощью команды **TRIM**  удалить все лишние элементы.

11.3. С помощью команды **DELETE** удалить прямоугольник, определяющий границу изображения.

Получается изображение (рис. 8.8):

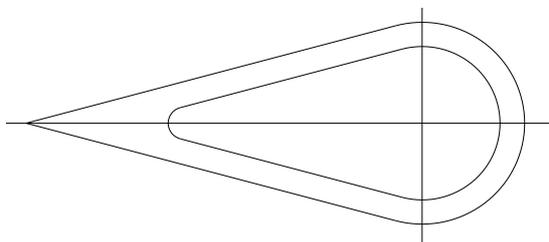


Рис. 8.8

12. Оформление осевых линий

В строке свойства объектов в треугольнике тип линий вызвать список типов линий, выбрать **Other** (другое), в появившемся окне диалога выбрать опцию **Load** (загрузить), в появившемся списке линий выбрать **CENTER 5**, нажать **ОК**.

Выделить необходимые линии левой кнопкой мыши.

Далее сделать тип линий **CENTER 5** текущим.

13. Простановка размеров.

13.2. Установка стиля размеров.

В строке падающих меню активизировать команду **Format** (Формат), опцию **Dimension Style** (Размерные стили).

В появившемся окне диалога выбрать опцию **Modify** (изменить), в соответствующих вкладках задать необходимые параметры размеров.

13.2. Простановка размеров.

Активизируя в строке падающих меню команду **Dimension** (Размеры) и её опции, с помощью привязок проставить все необходимые размеры

Получается требуемое изображение (рис. 8.0).

Задача 9

Получить изображение (рис. 9.0):

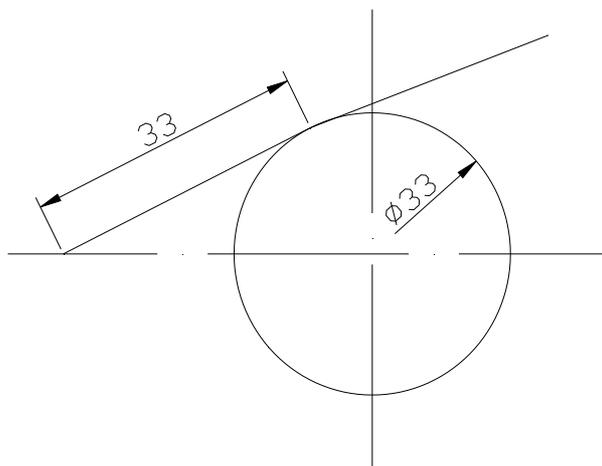


Рис. 9.0

1. Создание пользовательской системы координат (ПСК)

Активизировать команду **UCS** ↵.

В боковом экранном меню активизировать команду **Origin**.

В ответ на следующий запрос *Specify new origin point* $\langle 0,0,0 \rangle$: указать левой кнопкой мыши любую удобную точку.

2. Построение горизонтальной оси

Активизировать команду **XLINE** .

В ответ на запрос *Specify a point or [Hor/Ver/Ang/Bisect/Offset]*: в боковом экранном меню активизировать опцию **Horizontal** - построение горизонтальной прямой.

В ответ на следующий запрос ввести координату начала координат:

Specify through point: **0, 0** ↵ ↵.

3. Построение вертикальной оси.

Повторно активизировать команду **XLINE**, нажав ↵.

В ответ на запрос *Specify a point or [Hor/Ver/Ang/Bisect/Offset]*: в боковом экранном меню активизировать опцию **Vertical** - построение вертикальной прямой.

В ответ на следующий запрос ввести координату начала координат:

Specify through point: **0, 0** ↵ ↵.

4. Построение окружности.

Активизировать команду **CIRCLE**



В боковом экранном меню активизировать опцию **Cen, Dia** - построение по центру и диаметру.

В ответ на запрос ввести координаты центра окружности:

Specify center point for circle or [3P/2P/Ttr (tan tan radius)]: **0, 0** ↵.

В ответ на следующий запрос ввести величину диаметра

Specify radius of circle or [Diameter]: **_d Specify diameter of circle:** **33** ↵.

Чтобы провести прямую необходимо видеть:

прямоугольный треугольник **AOB** (рис. 9.1), в котором точки **A** и **B** неизвестны:

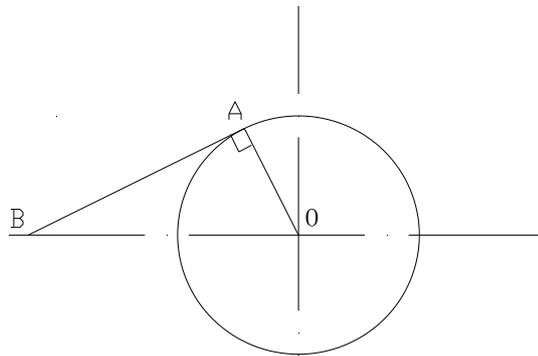


Рис.9.1

Повернем $\triangle OAB$ вокруг точки **O** так чтобы **AB//ox**:

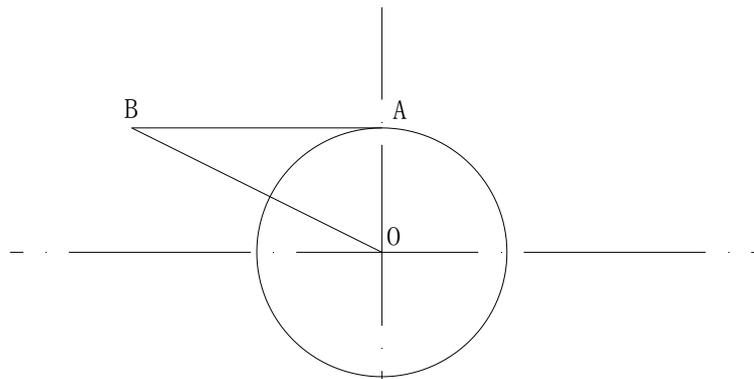


Рис.9.2

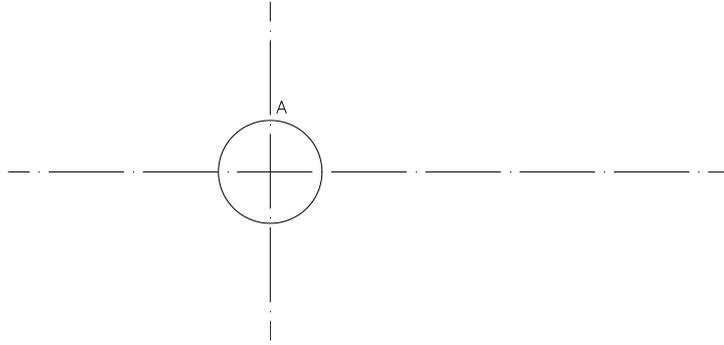


Рис. 9.3

5. В статусной строке активизируем кнопки:
ORTO и **DYN**

6. Активизировать команду **LINE** , по привязкам фиксируем точку **A** и из точки **A** проводим горизонтальный отрезок длиной **33**:

7. Активизировать команду **CIRCLE** .
В ответ на запрос *Specify first point* в боковом экранном меню активизировать команду ******* (разовая объектная привязка) и её опцию **Intersec** (привязка к точке пересечения двух объектов), по привязкам поочередно фиксируем: точку **O**, затем точку **B**; получаем точку **C**.
Получаем рис. 9.4:

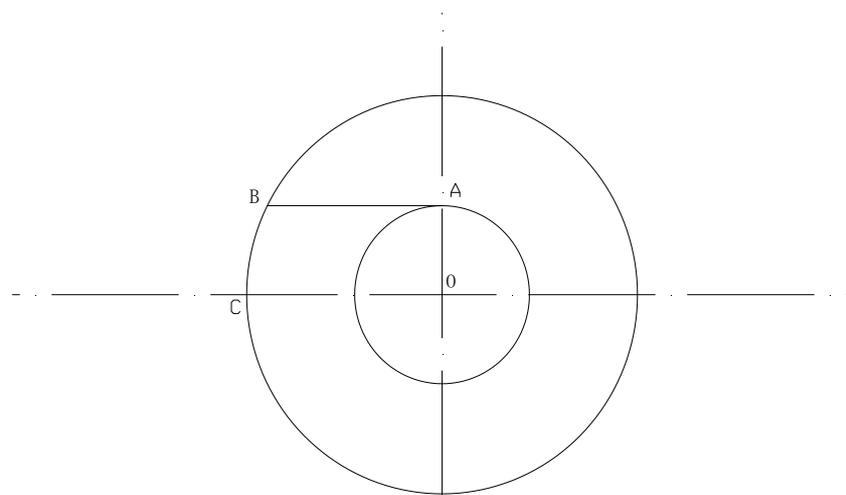


Рис.9.4

8. Активизировать команду **LINE** .

В ответ на запрос *Specify first point* в боковом экранном меню активизировать команду  (разовая объектная привязка) и её опцию  (**Intersec**) (построение касательной), задать примерную точку касания (рис. 9.5).

В ответ на следующий запрос *Specify next point or [Undo]:* с помощью привязки  (**Tangent**) (построение касательной), задать примерную точку касания (рис. 9.5).

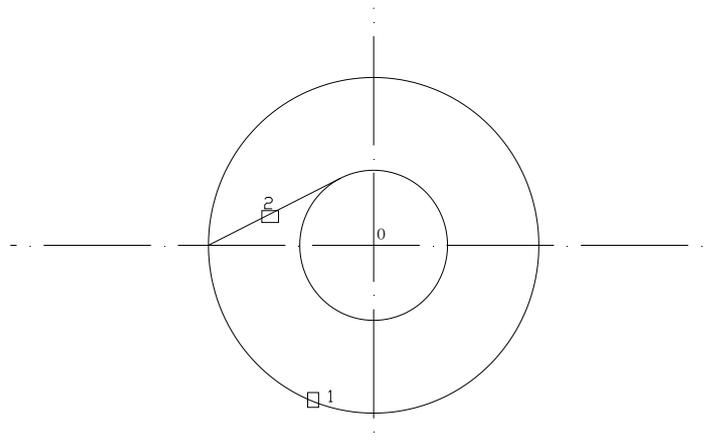


Рис.9.5

9. Продлим от точки касания полученный отрезок: , в качестве границы можно использовать окружность  ↵; выделяем отрезок  2 ↵.

10. Удаляем дополнительные построения, ставим размеры и получаем рис.9.0.

Задача 10

Из произвольной точки **A** провести прямую, пересекающую заданную окружность так, чтобы длина полученной хорды **MN** была равна **33** (см. рис. 10.0) .

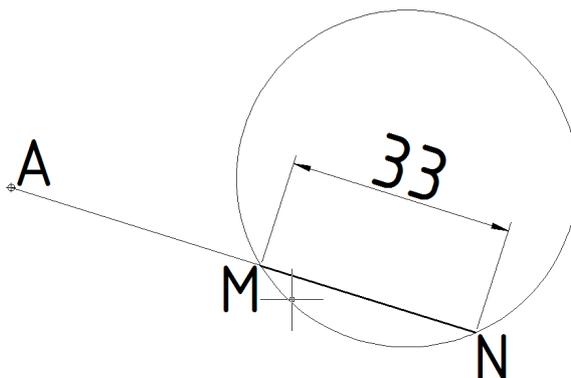


Рис.10.0

1. На заданной окружности построим произвольную хорду длиной **33**.
2. Для этого необходимо на заданной окружности выбрать любую точку и из нее провести окружность радиусом **33**, а затем полученную точку пересечения окружностей соединить отрезком с первой точкой.
3. Построение окружности.

Активизировать команду **CIRCLE** .

Так как в **AutoCAD** по умолчанию окружность изображают по центру и радиусу, то в боковом экранном меню не нужно активизировать никакую опцию, а сразу в ответ на запрос ввести координаты центра окружности:

Specify center point for circle or [3P/2P/Ttr (tan tan radius)]:

активизировать команду  ******** (разовая объектная привязка) и с помощью опции **Nearest** (привязка к точке объекта), выбрать любую точку на заданной окружности (рис. 10.1).

В ответ на следующий запрос ввести величину радиуса:

Specify radius of circle or [Diameter]: **33** ↵.

4. Построение хорды.

Активизировать команду **LINE** .

В ответ на запрос:

Specify first point :

в боковом экранном меню активизировать команду  ******** (разовая объектная привязка) и её опцию  **Intersec** (привязка к точке

пересечения двух объектов), задать полученную точку пересечения окружностей (рис. 10.1).

В ответ на следующий запрос:

Specify next point or [Undo]:

активизировать команду  ******** (разовая объектная привязка) и с помощью опции **Center** (привязка к центру объекта) указать построенную окружность радиусом 33 и с помощью привязки зафиксировать появившейся символ центра (рис. 10.1).

Далее необходимо нажать на клавишу **Enter**, чтобы выключить команду.

5. Получение изображения на весь экран.

Активизировать команду **ZOOM** .

Левой кнопкой мыши выделить необходимую область.

Получаем изображение (рис. 10.1):

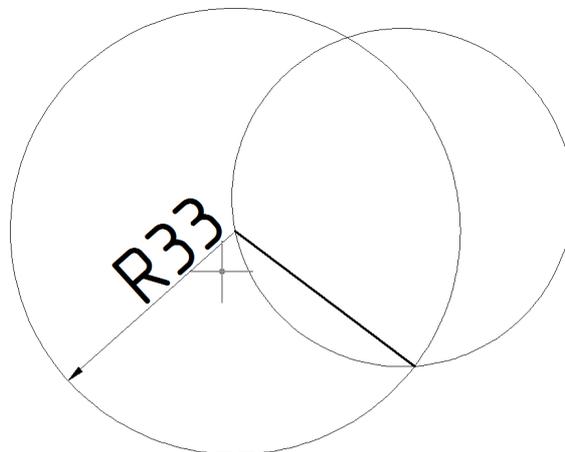


Рис.10.1

6. Теперь построим геометрическое место точек, позволяющих получать множество таких хорд. Очевидно, это будет окружность, касательная к построенной хорде и концентричная с заданной окружностью.

7. Построение окружности.

Активизировать команду **CIRCLE** .

Так как в **AutoCAD** по умолчанию окружность изображают по центру и радиусу, то в боковом экранном меню не нужно активизировать никакую опцию, а сразу в ответ на запрос ввести координаты центра окружности:

Specify center point for circle or [3P/2P/Ttr (tan tan radius)]:

активизировать команду  ******** (разовая объектная привязка) и с помощью опции **Center** (привязка к центру объекта) указать заданную окружность и с помощью привязки зафиксировать появившейся символ центра (рис. 10.2).

В ответ на следующий запрос ввести величину радиуса:

Specify radius of circle or [Diameter]:

в боковом экранном меню активизировать команду  ******** (разовая объектная привязка) и её опцию  **Tangent** (построение касательной), задать примерную точку касания (рис. 10.2).

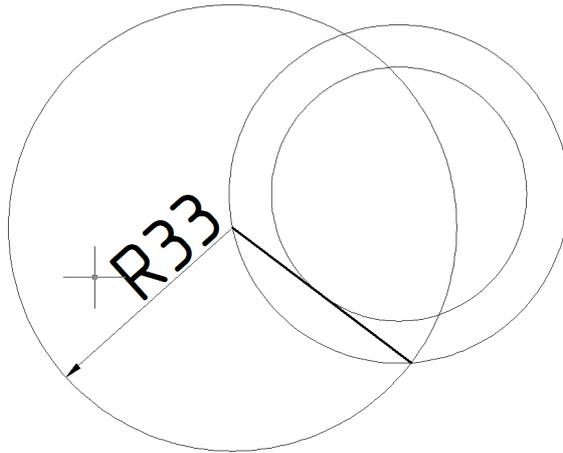


Рис.10.2

8. С помощью команды **DELETE** удаляем дополнительные построения и из произвольной точки **A** проводим отрезок, касательный к построенной ной окружности. Для этого необходимо:

Активизировать команду **LINE** .

В ответ на запрос: *Specify first point:*

Выбираем произвольную точку **A**

В ответ на следующий запрос: *Specify next point or [Undo]:*

в боковом экранном меню активизировать команду  ******** (разовая объектная привязка) и её опцию  **Tangent** (построение касательной), задать примерную точку касания (рис. 10.3).

Далее необходимо нажать на клавишу **Enter**, чтобы выключить команду.

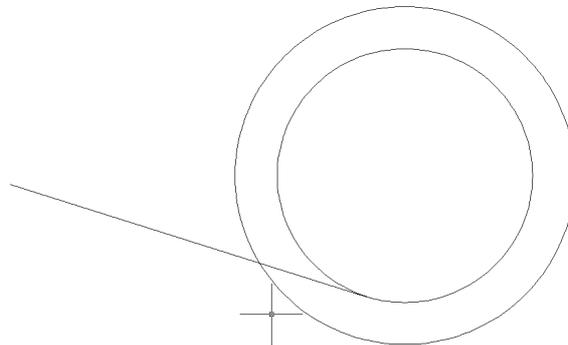


Рис.10.3

9. Продлим от точки касания полученный отрезок:

Для этого необходима команда **Extend** .

в качестве границы можно использовать внешнюю окружность ; затем выделяем отрезок  (см. рис. 10.4).

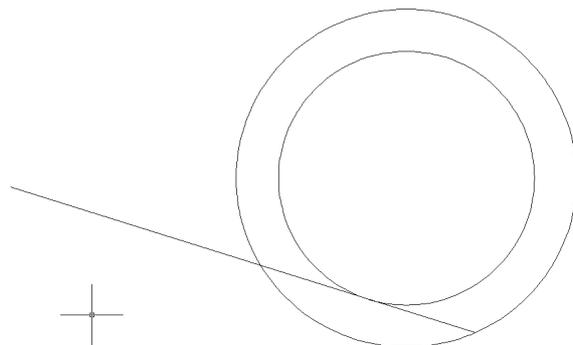


Рис.10.4

10. Осталось проверить полученный результат, т.е. измерить длину построенной хорды MN .

Для получения точного размера необходимо использовать объектные привязки, с помощью которых на запросы по формированию выносимых линий указываем точки M и N . Итак, чтобы получить размер MN необходимо выполнить следующую последовательность действий:

- активизировать кнопку ;
- в ответ на запрос «указать начало первой выносной линии» с помощью привязок указываем точку M ;
- в ответ на запрос «указать начало второй выносной линии» с помощью привязок указать точку N ;
- далее указываем место положения размерной линии (рис. 10.5):

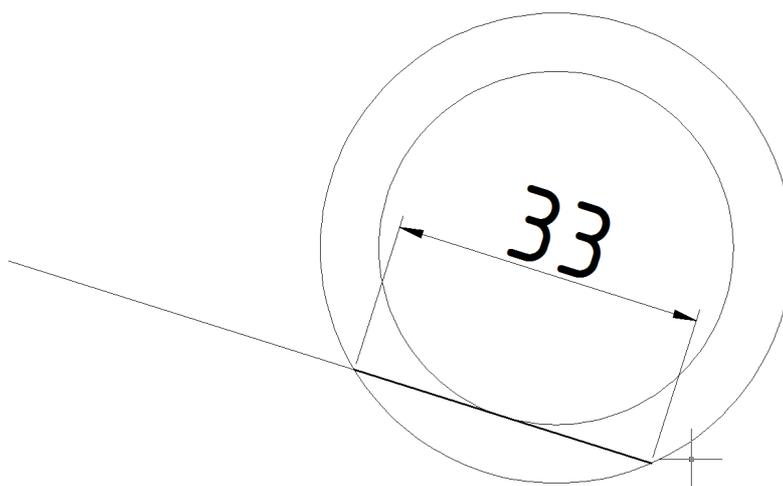


Рис.10.5

11. С помощью команды **DELETE** удаляем внутреннюю окружность, ставим обозначения и получаем рис.10.0.

Задача 11

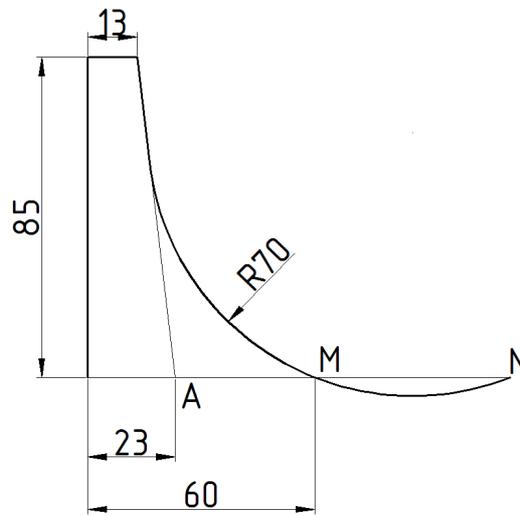


Рис.11.0

1. В статусной строке активизируем кнопки:

ORTHO и DYN и OSNAP.

2. Изображаем контур прямых  перемещаясь от точки А по часовой стрелке:

- перемещаемся влево и задаём **23** ↵
- вверх и задаём: **85** ↵
- вправо и задаём: **13** ↵

В статусной строке выключаем кнопки: ORTHO и DYN

- фиксируем точку А ↵ ↵.

В итоге получаем Рис.11.1(слева):

В статусной строке активизируем кнопки: ORTHO и DYN

С помощью команды  перемещаемся от точки А вправо и задаём: **37** ↵ ↵.

В итоге получаем Рис.11.1 (справа) :

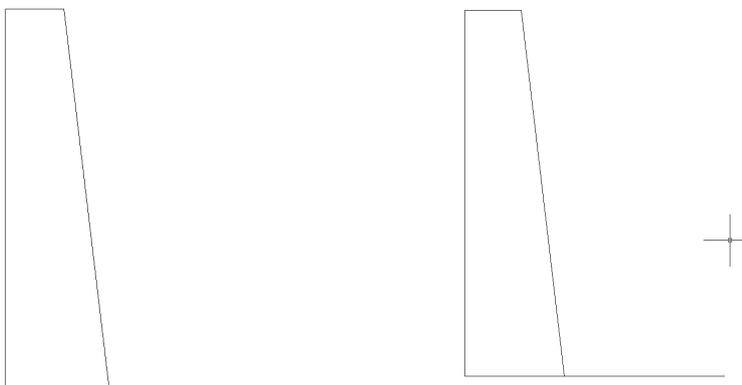


Рис.11.1

3. Для изображения дуги R70 необходимы дополнительные построения, которые позволят найти центр этой дуги:

Проведем параллельную прямую:



➤**Offset**

70 ↵

Выделяем наклонный отрезок.

Указываем примерное место прямой .

Изображаем окружность R 70:



Фиксируем точку **M**

Задаем радиус **70** ↵.

Получаем Рис.11.2 (слева):

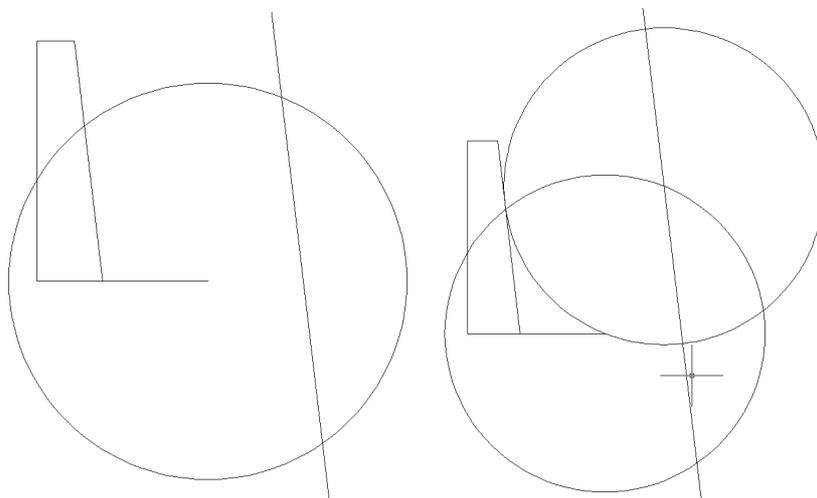


Рис.11.2

4. Чтобы получить дугу R 70 построим окружность R 70:

Активизируем команду



Фиксируем точку пересечения окружности с прямой.

Задаем радиус **70** ↵.

Получаем Рис.11.2 (справа).

5.С помощью команды **Extend** получаем отрезок **MN**.

6. С помощью команды  и клавиши **Delete** удаляем лишнее.

7. Выделяем заданный контур.

8. Ставим размеры и получаем рис.11.0.

Задача 12

Из точки **A** провести дуги радиусом 60, касательные окружности диаметром 40 (Рис.12.0):

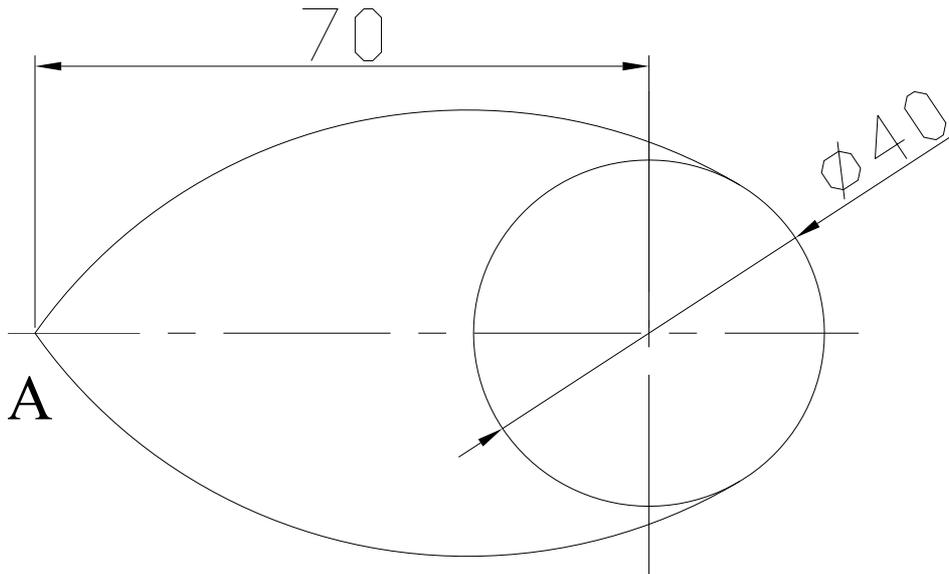


Рис.12.0

Анализ получения изображения

Для построения дуги **AB** оптимальным был бы следующий алгоритм получения изображения с помощью AutoCad:

- Активизировать команду **ARC** .

В боковом экранном меню активизировать опцию  - построение по начальной точке, конечной точке и радиусу.

В ответ на запрос *Specify start point of arc or [Center]:*

в боковом экранном меню активизировать команду  (разовая объектная привязка) и её опцию  (привязка к точке пересечения двух объектов), задать точку **A** (Рис.12.0.)

В ответ запрос *Specify end point of arc:*

через привязку  (построение касательной) задать окружность диаметром 40 (Рис.12.0).

В ответ на следующий запрос ввести величину радиуса дуги:

Specify center point of arc or [Angle/Direction/Radius]: **_r Specify radius of arc: 60 ↵.**

Однако не для всех версий **AutoCad** система сможет определить точку касания с окружностью. поэтому необходимы дополнительные построения.

- Вполне очевидно, что центр **С** дуги **АВ** (Рис.12.1) находится от точек **А** и **В** на расстоянии **R60**, а от точки **О** – на расстоянии **ОС = ВС-ОВ = 60-20 = 40**.

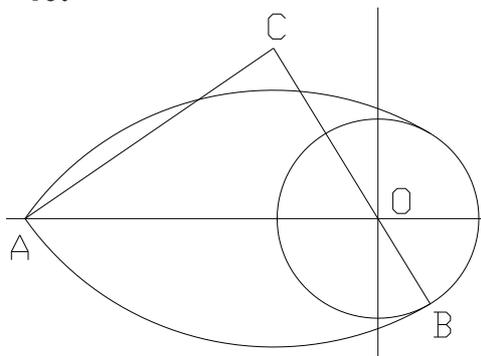


Рис.12.1

Таким образом, для нахождения точки **С** используется метод «дуговых засечек», тогда **алгоритм получения изображения с помощью AutoCad** возможен следующий:

1. Создание пользовательской системы координат (ПСК.)

Активизировать команду **UCS** ↵.

В ответ на запрос:

Enter an option

[New/Move/orthoGraphic/Prev/Restore/Save/Del/Apply/?/World]

<World>: в боковом экранном меню активизировать команду:

↗ **Origin**.

В ответ на следующий запрос *Specify new origin point <0,0,0>*: указать левой кнопкой мыши любую удобную точку.

2. Построение осей окружности.

- 2.1. Построение горизонтальной оси.

Активизировать команду **XLINE** .

В ответ на запрос *Specify a point or [Hor/Ver/Ang/Bisect/Offset]*: в боковом экранном меню активизировать опцию ↗ **Horizontal** - построение горизонтальной прямой.

В ответ на следующий запрос ввести координату начала координат:

Specify through point: 0, 0 ↵ ↵.

- 2.2. Построение вертикальной оси

Повторно активизировать команду **XLINE**, нажав ↵.

В ответ на запрос *Specify a point or [Hor/Ver/Ang/Bisect/Offset]*: в боковом экранном меню активизировать опцию ↗ **Vertical** - построение вертикальной прямой.

В ответ на следующий запрос ввести координату начала координат:

Specify through point: 0, 0 ↵ ↵.

3. Построение окружности (диаметр 40).

Активизировать команду **CIRCLE** .

В боковом экранном меню активизировать опцию  -
построение по центру и диаметру.

В ответ на запрос ввести координаты центра окружности:

Specify center point for circle or [3P/2P/Ttr (tan tan radius)]: 0, 0 ↵.

В ответ на следующий запрос ввести величину диаметра:

Specify radius of circle or [Diameter]: _d Specify diameter of circle: 40 ↵.

4. Получение изображения на весь экран.

Активизировать команду **ZOOM** .

Левой кнопкой мыши выделить необходимую область.

Изображение (Рис.12.2):

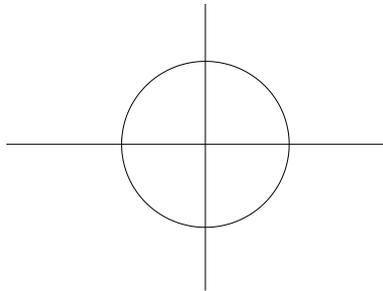


Рис.12.2

5. Нахождение центров дуг.

5.1. Активизировать команду **CIRCLE** .

В боковом экранном меню активизировать опцию  -
построение по центру и радиусу.

В ответ на запрос ввести координаты центра окружности:

Specify center point for circle or [3P/2P/Ttr (tan tan radius)]: 0, 0 ↵.

В ответ на следующий запрос ввести величину радиуса:

Specify radius of circle or [Diameter]: 40 ↵.

5.2. Повторно активизировать команду **CIRCLE**, нажав ↵.

В боковом экранном меню активизировать опцию  -
построение по центру и радиусу.

В ответ на запрос ввести координаты центра окружности:

Specify center point for circle or [3P/2P/Ttr (tan tan radius)]: -70, 0 ↵.

В ответ на следующий запрос ввести величину радиуса:

Specify radius of circle or [Diameter]: 60 ↵.

На полученном изображении (Рис.12.3) точки пересечения окружностей (радиусы 40 и 60) – центры дуг; точка **С** – центр дуги **АВ**, точка **Д** – центр верхней дуги.

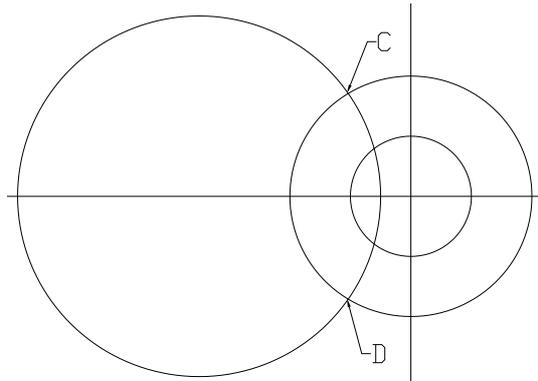


Рис.12.3

6. Построение дуг.

6.1. Активизировать команду **CIRCLE** .

В боковом экранном меню активизировать опцию  - построение по центру и радиусу.

В ответ на запрос *Specify center point for circle or [3P/2P/Ttr (tan tan radius)]*:

в боковом экранном меню активизировать команду  (разовая объектная привязка) и её опцию  (привязка к точке пересечения двух объектов), задать точку **С** (Рис.12.3).

В ответ на следующий запрос ввести величину радиуса:

Specify radius of circle or [Diameter]: 60 ↵.

6.2. Повторно активизировать команду **CIRCLE**, нажав ↵.

В боковом экранном меню активизировать опцию  - построение по центру и радиусу.

В ответ на запрос *Specify center point for circle or [3P/2P/Ttr (tan tan radius)]*:

в боковом экранном меню активизировать команду  (разовая объектная привязка) и её опцию  (привязка к точке пересечения двух объектов), задать точку **Д** (Рис.12.3).

В ответ на следующий запрос ввести величину радиуса:

Specify radius of circle or [Diameter]: 60 ↵.

6.3. С помощью команды **ZOOM** ↵

A ↵

получить изображение (Рис.12.4):

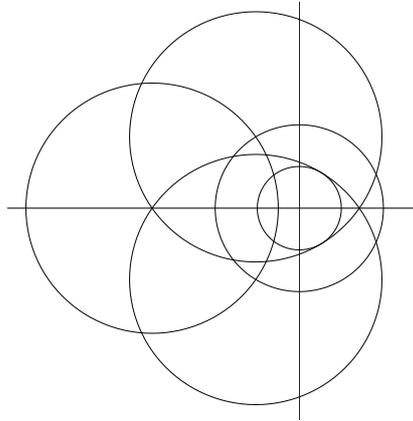


Рис.12.4

7. С помощью команды **DELETE** удалить вспомогательные окружности (радиусы 40 и 60); с помощью команды **TRIM**  удалить лишние части окружностей, оставляя дуги получается изображение (Рис.12.5):

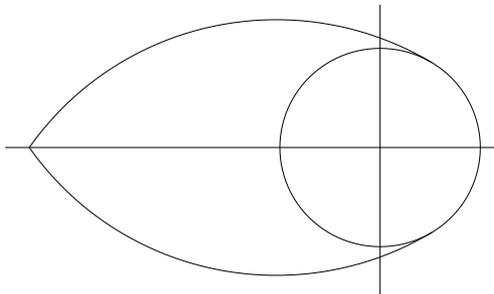


Рис.12.5

8. Удаление лишних элементов.

8.1. Получение искусственной области изображения.

Активизировать команду **RECTANG** .

В ответ на запросы:

Specify first corner point or [Chamfer/Elevation/Fillet/Thickness/Width]:

Specify other corner point or [Area/Dimensions/Rotation]:

левой кнопкой мыши указать требуемую область изображения.

Изображение (Рис.12.6).

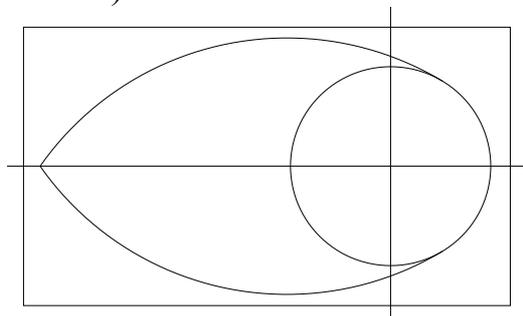


Рис.12.6

8.2. С помощью команды **TRIM**  удалить все лишние элементы.

8.3. С помощью команды **DELETE** удалить прямоугольник, определяющий границу изображения.

9. Оформление осевых линий.

В строке свойства объектов в треугольнике тип линий вызвать список типов линий, выбрать **Other** (другое), в появившемся окне диалога выбрать опцию **Load** (загрузить), в появившемся списке линий выбрать **CENTER 5**, нажать **ОК**.

Выделить необходимые линии левой кнопкой мыши.

Далее сделать тип линий **CENTER 5** текущим.

10. Простановка размеров.

10.1. Установка стиля размеров.

В строке падающих меню активизировать команду **Format** (Формат), опцию **Dimension Style** (Размерные стили)

В появившемся окне диалога выбрать опцию **Modify** (изменить), в соответствующих вкладках задать необходимые параметры размеров.

10.2. Простановка размеров.

Активизируя в строке падающих меню команду **Dimension** (Размеры) и её опции, с помощью привязок проставить все необходимые размеры.

Получается требуемое изображение (Рис.12.0).

Задача 13

Получить изображение собачки (рис. 13.0):

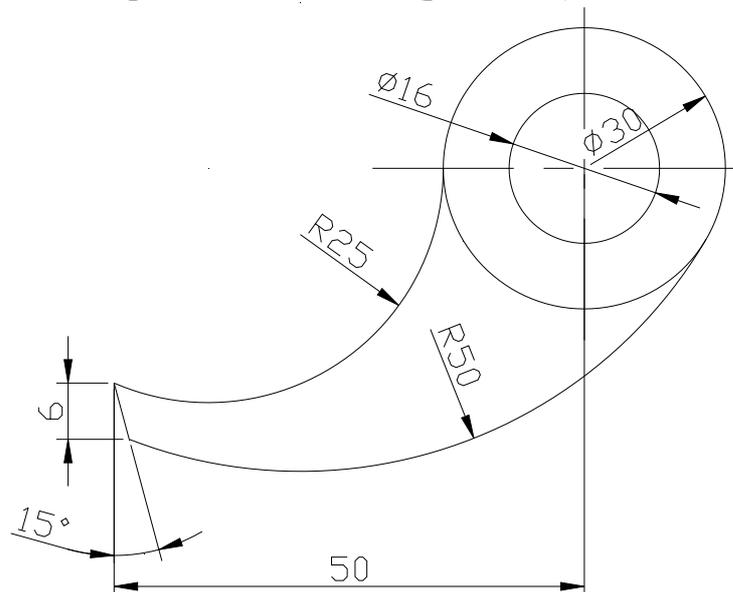


Рис. 13.0

1. Создание пользовательской системы координат (ПСК).

Активизировать команду UCS ↵.

В ответ на запрос:

Enter an option

[New/Move/orthoGraphic/Prev/Restore/Save/Del/Apply/?/World]

<World>: в боковом экранном меню активизировать команду:

↗ Origin .

В ответ на следующий запрос *Specify new origin point <0,0,0>*: указать левой кнопкой мыши любую удобную точку.

2. Построение осей окружностей.

2.1. Построение горизонтальной оси.

Активизировать команду XLINE .

В ответ на запрос *Specify a point or [Hor/Ver/Ang/Bisect/Offset]*: в боковом экранном меню активизировать опцию ↗ Horizontal - построение горизонтальной прямой.

В ответ на следующий запрос ввести координату начала координат:

Specify through point: 0, 0 ↵ ↵.

2.2. Построение вертикальной оси.

Повторно активизировать команду XLINE, нажав ↵.

В ответ на запрос *Specify a point or [Hor/Ver/Ang/Bisect/Offset]*: в боковом экранном меню активизировать опцию ↗ Vertical - построение вертикальной прямой.

В ответ на следующий запрос ввести координату начала координат:

Specify through point: 0, 0 ↵ ↵.

3. Построение окружностей (диаметры 30; 16 и радиус 25)

3.1. Активизировать команду CIRCLE

В боковом экранном меню активизировать опцию ↗ Cen,Dia - построение по центру и диаметру.

В ответ на запрос ввести координаты центра окружности:

Specify center point for circle or [3P/2P/Ttr (tan tan radius)]: 0, 0 ↵.

В ответ на следующий запрос ввести величину диаметра:

Specify radius of circle or [Diameter]: _d Specify diameter of circle: 30 ↵.

3.2. Повторно активизировать команду CIRCLE, нажав ↵.

В боковом экранном меню активизировать опцию ↗ Cen,Dia - построение по центру и диаметру.

В ответ на запрос ввести координаты центра окружности:

Specify center point for circle or [3P/2P/Ttr (tan tan radius)]: 0, 0 ↵.

В ответ на следующий запрос ввести величину диаметра:

Specify radius of circle or [Diameter]: *_d Specify diameter of circle:* **16** ↵.

3.3. Повторно активизировать команду **CIRCLE**, нажав ↵.

В боковом экранном меню активизировать опцию ↗ **Cen, Rad** - построение по центру и радиусу.

В ответ на запрос ввести координаты центра окружности:

Specify center point for circle or [3P/2P/Ttr (tan tan radius)]: **-40, 0** ↵.

В ответ на следующий запрос ввести величину радиуса:

Specify radius of circle or [Diameter]: **25** ↵.

4. Построение вертикальной прямой.

Активизировать команду **XLINE** .

В ответ на запрос *Specify a point or [Hor/Ver/Ang/Bisect/Offset]:* в боковом экранном меню активизировать опцию ↗ **Vertical** - построение вертикальной прямой.

В ответ на следующий запрос ввести координаты точки:

Specify through point: **-50, 0** ↵.

5. Получение изображения на весь экран.

Активизировать команду **ZOOM** .

Левой кнопкой мыши выделить необходимую область.

Изображение (рис. 13.1):

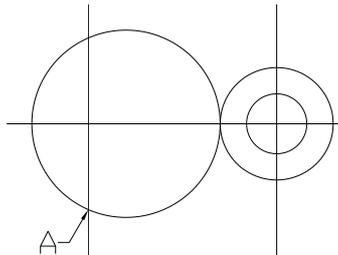


Рис. 13.1

6. Перенос системы координат.

Активизировать команду **UCS** ↵.

В ответ на запрос:

Enter an option

[New/Move/orthoGraphic/Prev/Restore/Save/Del/Apply/?/World]

<World>: в боковом экранном меню активизировать команду:

↗ **Origin**.

В ответ на следующий запрос *Specify new origin point <0,0,0>*:

в боковом экранном меню активизировать команду ↗ ******** (разовая объектная привязка) и её опцию ↗ **Intersec** (привязка к точке пересечения двух объектов), задать точку **A** (рис. 13.1).

7. Построение горизонтальной прямой на расстоянии 6 мм от начала координат.

Активизировать команду **XLINE** .

В ответ на запрос *Specify a point or [Hor/Ver/Ang/Bisect/Offset]:* в боковом экранном меню активизировать опцию  **Horizontal** - построение горизонтальной прямой.

В ответ на следующий запрос ввести координату точки:

Specify through point: **0,-6** ↵ ↵.

Изображение (рис. 13.2):

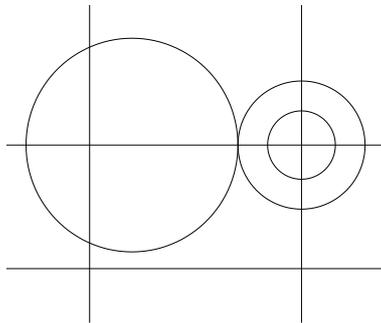


Рис. 13.2

8. Поворот системы координат.

Активизировать команду **UCS** ↵.

В ответ на запрос:

Enter an option

[New/Move/orthoGraphic/Prev/Restore/Save/Del/Apply/?/World]

<World>: в боковом экранном меню активизировать команду:

 **Z Axis**

В ответ на следующий запрос ввести величину угла поворота:

Specify rotation angle about Z axis <90>: **15** ↵.

9. Построение вертикальной прямой.

Активизировать команду **XLINE** .

В ответ на запрос *Specify a point or [Hor/Ver/Ang/Bisect/Offset]:* в боковом экранном меню активизировать опцию  **Vertical** - построение вертикальной прямой.

В ответ на следующий запрос ввести координату начала координат:

Specify through point: **0, 0** ↵.

Получается изображение (рис. 13.3):

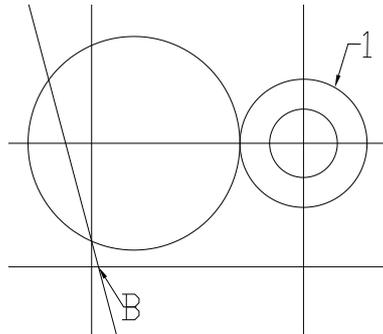


Рис. 13.3

10. Из точки **В** необходимо провести дугу R50, касательную окружности диаметром 30.

Чтобы получить центр этой дуги, как при обычных построениях, используется метод «дуговых засечек».

10.1. Активизировать команду **CIRCLE** .

В боковом экранном меню активизировать опцию  - построение по центру и радиусу.

В ответ на запрос *Specify center point for circle or [3P/2P/Ttr (tan tan radius)]*:

в боковом экранном меню активизировать команду  (разовая объектная привязка) и её опцию  (привязка к точке пересечения двух объектов), задать точку **В** (рис. 13.3).

В ответ на следующий запрос ввести величину радиуса:

Specify radius of circle or [Diameter]: 50 ↵.

10.2. Повторно активизировать команду **CIRCLE**, нажав ↵.

В боковом экранном меню активизировать опцию  - построение по центру и радиусу.

В ответ на запрос *Specify center point for circle or [3P/2P/Ttr (tan tan radius)]*:

в боковом экранном меню активизировать команду  (разовая объектная привязка) и её опцию  (привязка к центру дуги или окружности), задать окружность 1 (диаметр 30) (рис. 13.3).

В ответ на следующий запрос ввести величину радиуса:

Specify radius of circle or [Diameter]: 35 ↵.

Полученные окружности пересекаются в двух точках, из которых точка **С** (рис. 12.4) – искомый центр дуги.

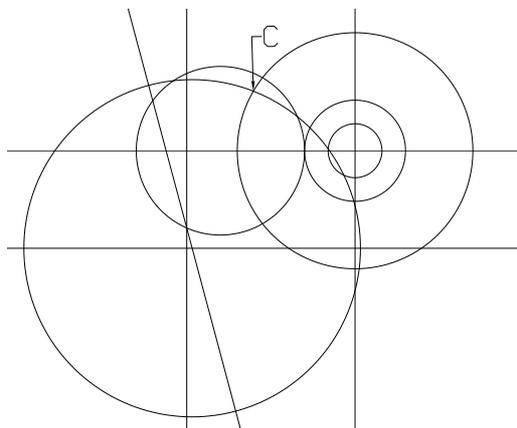


Рис. 13.4

11. Построение дуги.

11.1. Активизировать команду **CIRCLE**



В боковом экранном меню активизировать опцию **Cen, Rad** - построение по центру и радиусу.

В ответ на запрос *Specify center point for circle or [3P/2P/Ttr (tan tan radius)]*:

в боковом экранном меню активизировать команду ******** (разовая объектная привязка) и её опцию **Intersec** (привязка к точке пересечения двух объектов), задать точку С (рис. 13.4).

В ответ на следующий запрос ввести величину радиуса:

Specify radius of circle or [Diameter]: **50** ↵.

11.2. С помощью команды **ZOOM** ↵

A ↵

получить изображение (рис. 13.5):

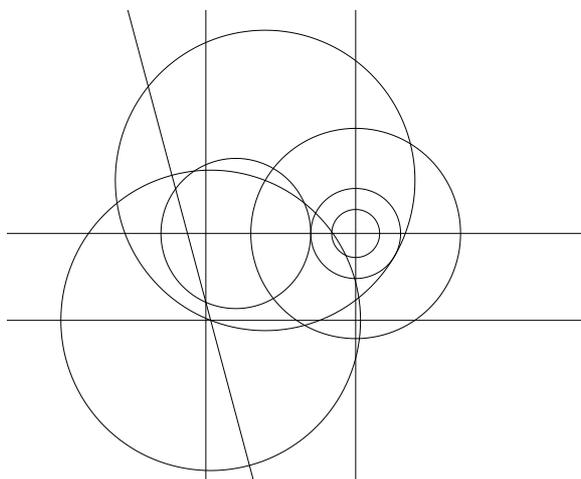


Рис. 13.5

12. С помощью команды **DELETE** удалить вспомогательные окружности (радиусы 50 и 35); получается изображение (рис. 13.6):

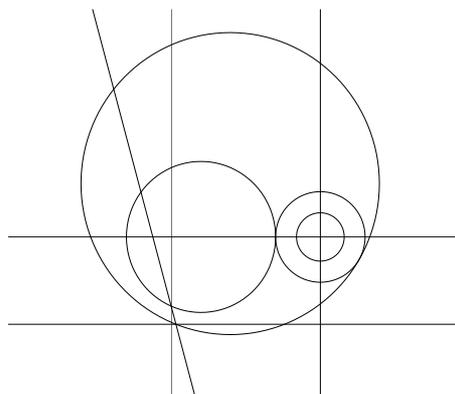


Рис. 13.6

13. С помощью команды **TRIM**  удалить все лишние элементы.
14. Получение изображения на весь экран.

Активизировать команду **ZOOM** .
Левой кнопкой мыши выделить необходимую область.
Изображение (рис. 13.7):

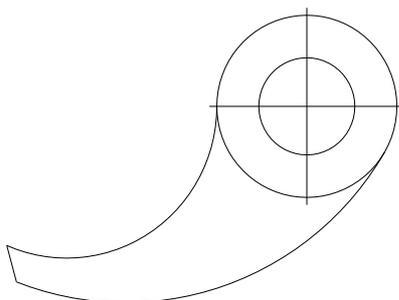


Рис. 13.7

15. Оформление осевых линий.

В строке свойства объектов в треугольнике тип линий вызвать список типов линий, выбрать **Other** (другое), в появившемся окне диалога выбрать опцию **Load** (загрузить), в появившемся списке линий выбрать **CENTER 5**, нажать **OK**.

Выделить необходимые линии левой кнопкой мыши.

Далее сделать тип линий **CENTER 5** текущим.

16. Простановка размеров.

16.1. Установка стиля размеров.

В строке падающих меню активизировать команду **Format** (Формат), опцию **Dimension Style** (Размерные стили.)

В появившемся окне диалога выбрать опцию **Modify** (изменить), в соответствующих вкладках задать необходимые параметры размеров.

16.2. Простановка размеров.

Активизируя в строке падающих меню команду **Dimension** (Размеры) и её опции, с помощью привязок проставить все необходимые размеры.

Получается требуемое изображение (рис. 13.0).

Задача 14

Найти координаты точек **M** и **N** (рис. 14.0):

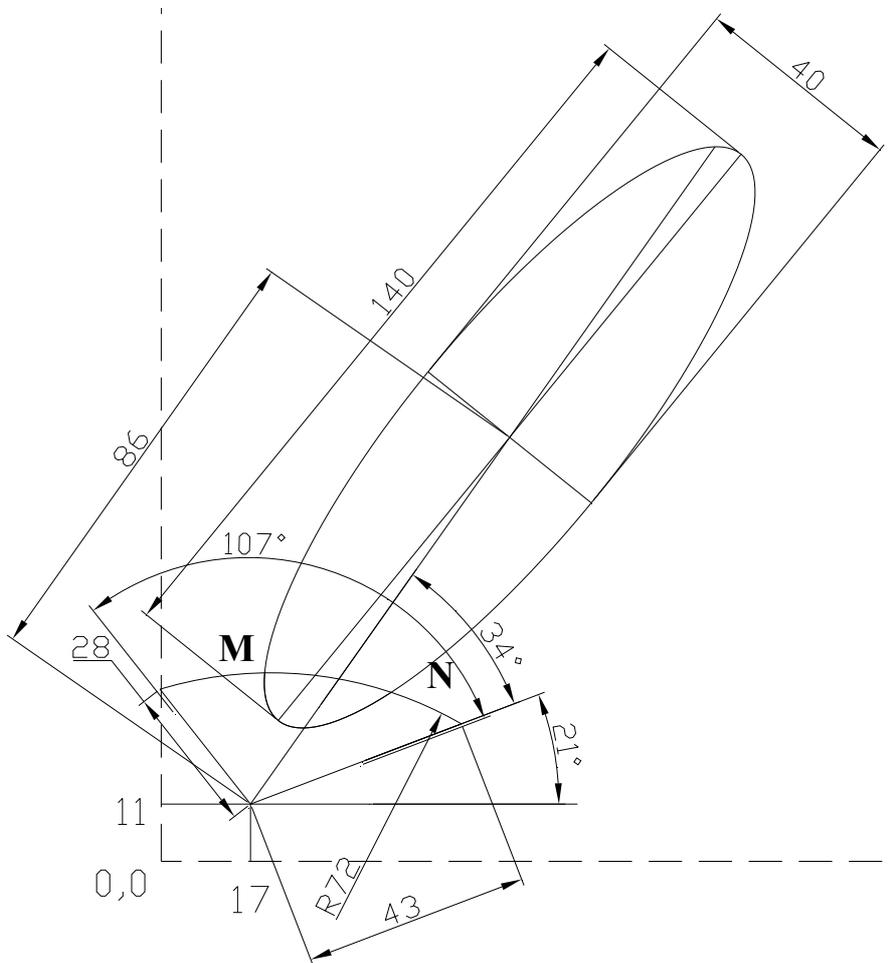


Рис. 14.0

1. Построение отрезка длиной 43 в полярной системе координат.

Активизировать команду **LINE** .

В ответ на запросы ввести требуемые координаты точек:

Specify first point: 17, 11 ↵

Specify next point or [Undo]: @43<21 ↵ ↵.

2. Построение отрезка длиной 28 в полярной системе координат.

Активизировать команду **LINE** .

В ответ на запросы ввести требуемые координаты точек:

Specify first point: 17, 11 ↵

Specify next point or [Undo]: @28<128 ↵ ↵.

3. Соединить концы полученных отрезков заданной дугой.

Активизировать команду **ARC** .

В боковом экранном меню активизировать опцию  - построение по начальной точке, конечной точке и радиусу.

В ответ на следующие запросы *Specify start point of arc or [Center]:* и *Specify end point of arc:*

в боковом экранном меню активизировать команду  (разовая объектная привязка) и её опцию  (привязка к конечной точке), задать концы отрезков.

В ответ на запрос:

Specify center point of arc or [Angle/Direction/Radius]: *_r Specify radius of arc:* ввести величину радиуса дуги 72 ↵.

Получается изображение (рис. 14.1):

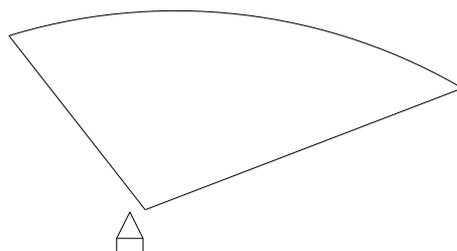


Рис. 14.1

4. Перемещение системы координат.

4.1. Перенос системы координат.

Активизировать команду **UCS** ↵.

В ответ на запрос:

Enter an option

[New/Move/orthoGraphic/Prev/Restore/Save/Del/Apply/?/World]

<World>: в боковом экранном меню активизировать команду:

.

В ответ на следующий запрос *Specify new origin point <0,0,0>*: указать левой кнопкой мыши точку **A** (рис. 14.1).

4.2. Поворот системы координат.

Активизировать команду UCS ↵.

В ответ на запрос:

Enter an option

[New/Move/orthoGraphic/Prev/Restore/Save/Del/Apply/?/World]

<World>: в боковом экранном меню активизировать команду:

↗ Z Axis .

В ответ на следующий запрос ввести величину угла поворота ($34^{\circ}+21^{\circ}$).

Specify rotation angle about Z axis <90>: 55 ↵.

5. Перемещение системы координат в центр будущего эллипса.

5.1. Перенос системы координат.

Активизировать команду UCS ↵.

В ответ на запрос:

Enter an option

[New/Move/orthoGraphic/Prev/Restore/Save/Del/Apply/?/World]

<World>: в боковом экранном меню активизировать команду:

↗ Origin .

В ответ на следующий запрос ввести новые координаты начала отсчета:

Specify new origin point <0,0,0>: 86,0 ↵.

5.2. Поворот системы координат.

Активизировать команду UCS ↵.

В ответ на запрос:

Enter an option

[New/Move/orthoGraphic/Prev/Restore/Save/Del/Apply/?/World]

<World>: в боковом экранном меню активизировать команду:

↗ Z Axis .

В ответ на следующий запрос ввести величину угла поворота большой оси эллипса (на рис.13.0 не показан):

Specify rotation angle about Z axis <90>: -4 ↵.

6. Построение эллипса:

Активизировать команду ELLIPSE .

В ответ на запросы ввести требуемые координаты точек:

Specify axis endpoint of ellipse or [Arc/Center]: 70, 0 ↵

Specify other endpoint of axis: -70, 0 ↵

Specify distance to other axis or [Rotation]: 0, 20 ↵.

Получается изображение (рис. 14.2):

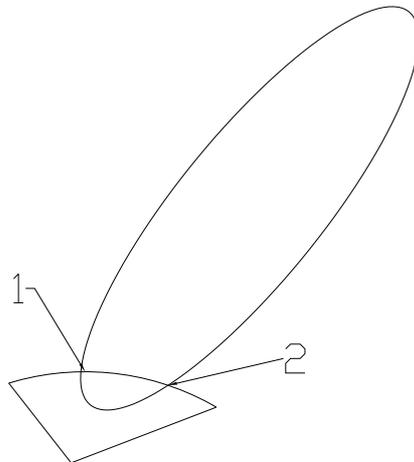


Рис. 14.2

7. Для определения координат полученных точек необходимо:

7.1. Соединить полученные точки пересечения отрезком.

Активизировать команду **LINE** .

В ответ на следующие запросы в боковом экранном меню активизировать команду  (разовая объектная привязка) и через её опцию  **Intersec** (привязка к точке пересечения двух объектов) задать точки 1 и 2 (рис. 14.2).

7.2. Вернуться в мировую систему координат, для этого:

Активизировать команду **UCS** .

В ответ на запрос:

Enter an option

[New/Move/orthoGraphic/Prev/Restore/Save/Del/Apply/?/World]

<World>: в боковом экранном меню активизировать команду:

 **World**

7.3. С помощью команды **LIST** получить координаты точек, для этого:

Активизировать команду **LIST** .

В ответ на запрос *Select objects*: левой кнопкой мыши выделить отрезок, проведенный между точками 1 и 2.

На экране появится диалоговое окно, содержащее следующую информацию:

```

LINE   Layer: "0"
Space: Model space
Handle = 29d
from point, X= 19.3244 Y= 36.2142 Z= 0.0000
to point, X= 43.4240 Y= 32.4707 Z= 0.0000
Length = 24.3886, Angle in XY Plane = 351
Delta X = 24.0995, Delta Y = -3.7435, Delta Z = 0.0000

```

Задача 15

Получить изображение (рис. 15.0):

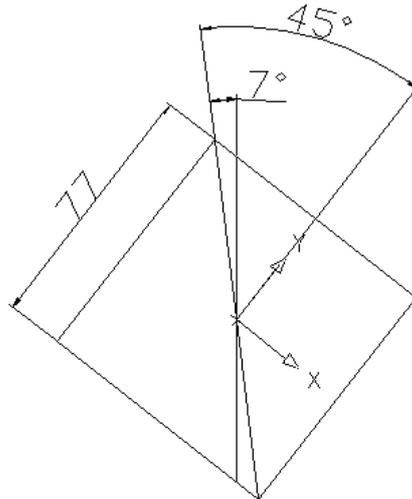


Рис. 15.0

Анализ получения изображения:

Даже для такого чертежа нет желания считать координаты точек, возникает другое желание – решить задачу более творческим путем.

Таким образом, **алгоритм получения изображения с помощью AutoCad** возможен следующий:

1. Создание пользовательской системы координат (ПСК).

Активизировать команду UCS ↵.

В ответ на запрос:

Enter an option

[New/Move/orthoGraphic/Prev/Restore/Save/Del/Apply/?/World]

<World>: в боковом экранном меню активизировать команду:

↗ Origin .

В ответ на следующий запрос *Specify new origin point <0,0,0>*: указать левой кнопкой мыши любую удобную точку.

2. Поворот системы координат.

Активизировать команду UCS ↵.

В ответ на запрос:

Enter an option

[New/Move/orthoGraphic/Prev/Restore/Save/Del/Apply/?/World]

<World>: в боковом экранном меню активизировать команду:

↗ Z Axis .

В ответ на следующий запрос ввести величину угла поворота:

Specify rotation angle about Z axis <90>: -38 ↵.

3. Построение квадрата.

Активизировать команду **POLYGON** .

Далее отвечая на запросы, выбираем:

число сторон – 4;

вписанная окружность (в боковом экранном меню выбрать опцию:

);

радиус – 38.5;

Enter number of sides <4>: 4 ↵

Specify center of polygon or [Edge]: 0, 0 ↵

Enter an option [Inscribed in circle/Circumscribed about circle] <C>: _c↵

Specify radius of circle: 38.5 ↵.

Примечание

1. Если радиус задается путем указания точки, то в эту точку будет помещена одна из вершин вписанного многоугольника и тем самым будет задана ориентация всей фигуры, для описанного многоугольника в заданную точку попадает середина стороны многоугольника.

2. Если радиус задается путем ввода численного значения с клавиатуры, то нижняя сторона многоугольника выравнивается по сетке шаговой привязки (обычно – параллельно оси **Ox**).

Задача 16

По данным размерам построить изображение (Рис.16.0). С точностью до 10^{-4} мм найти величины периметра и площади фигуры **MNLK**, в которой **MN** – продолжение стороны правильного пятиугольника и касательная к окружности диаметра 35, **KL**//**MN**; $r+3$ – расстояние между этими отрезками, r – радиус окружности, вписанной в пятиугольник, $a=25$ – длина стороны пятиугольника.

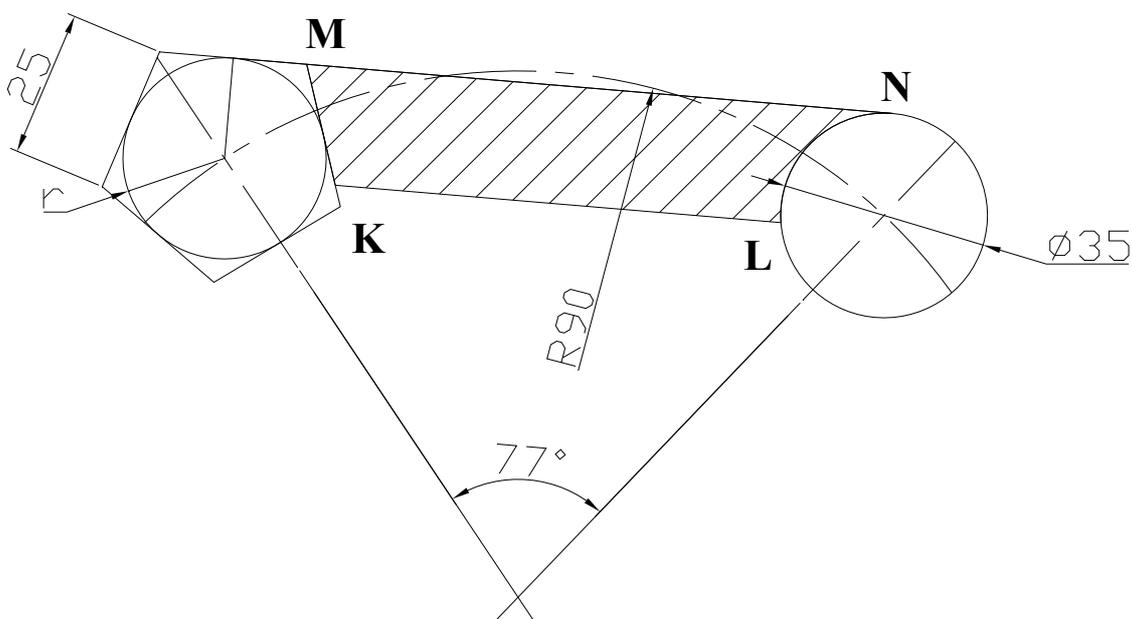


Рис.16.0

1. Создание пользовательской системы координат (ПСК).

1.1. Активизировать команду **UCS** ↵.

В ответ на запрос:

Enter an option

[New/Move/orthoGraphic/Prev/Restore/Save/Del/Apply/?/World]

<World>: в боковом экранном меню активизировать команду:

↗ Origin .

В ответ на следующий запрос *Specify new origin point <0,0,0>*: указать левой кнопкой мыши любую удобную точку.

1.2. Поворот системы координат.

Повторно активизировать команду **UCS**, нажав ↵.

В ответ на запрос:

Enter an option

[New/Move/orthoGraphic/Prev/Restore/Save/Del/Apply/?/World]

<World>: в боковом экранном меню активизировать команду:

↗ Z Axis

В ответ на следующий запрос ввести величину угла поворота:

Specify rotation angle about Z axis <90>: 33.5 ↵.

2. Построение оси окружности вписанной в многоугольник.

Активизировать команду **XLINE** .

В ответ на запрос *Specify a point or [Hor/Ver/Ang/Bisect/Offset]*: в боковом экранном меню активизировать опцию ↗ **Vertical** - построение вертикальной прямой.

В ответ на следующий запрос ввести координату начала координат:

Specify through point: 0, 0 ↵ ↵.

3. Поворот системы координат.

Активизировать команду **UCS** ↵.

В ответ на запрос:

Enter an option

[New/Move/orthoGraphic/Prev/Restore/Save/Del/Apply/?/World]

<World>: в боковом экранном меню активизировать команду:

↗ Z Axis

В ответ на следующий запрос ввести величину угла поворота:

Specify rotation angle about Z axis <90>: -77 ↵.

4. Построение оси окружности диаметра 35.

Активизировать команду **XLINE** .

В ответ на запрос *Specify a point or [Hor/Ver/Ang/Bisect/Offset]*: в боковом экранном меню активизировать опцию ↗ **Vertical** - построение вертикальной прямой

В ответ на следующий запрос ввести координату начала координат:

Specify through point: 0, 0 ↵ ↵.

5. Построение окружностей (диаметр 35 и радиус 90).

5.1. Активизировать команду **CIRCLE** .

В боковом экранном меню активизировать опцию ↗ **Cen,Dia** - построение по центру и диаметру.

В ответ на запрос ввести координаты центра окружности:

Specify center point for circle or [3P/2P/Ttr (tan tan radius)]: 0, 90 ↵.

В ответ на следующий запрос ввести величину диаметра:

Specify radius of circle or [Diameter]: *_d Specify diameter of circle*: 35 ↵.

5.2. Повторно активизировать команду **CIRCLE**, нажав ↵.

В боковом экранном меню активизировать опцию ↗ **Cen,Rad** - построение по центру и радиусу.

В ответ на запрос ввести координаты центра окружности:
Specify center point for circle or [3P/2P/Ttr (tan tan radius)]: 0, 0 ↵.
 В ответ на следующий запрос ввести величину радиуса:
Specify radius of circle or [Diameter]: 90 ↵.
 Получается изображение (Рис.16.1):

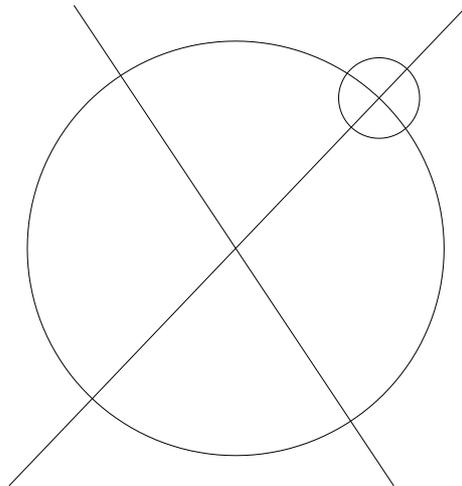


Рис.16.1

6. Поворот системы координат.

Активизировать команду **UCS** ↵.

В ответ на запрос:

Enter an option

[New/Move/orthoGraphic/Prev/Restore/Save/Del/Apply/?/World]

<World>: в боковом экранном меню активизировать команду:

↗ Z Axis

В ответ на следующий запрос ввести величину угла поворота:

Specify rotation angle about Z axis <90>: 77 ↵.

7. Построение пятиугольника в начале ПСК.

Активизировать команду **POLYGON** .

Указать число сторон – 5:

Enter number of sides <5>: 5 ↵.

В боковом экранном меню активизировать опцию .

Далее ввести координаты точек:

Specify first endpoint of edge: 0, 0 ↵

Specify second endpoint of edge: 25, 0 ↵

Получается изображение (Рис.16.2):

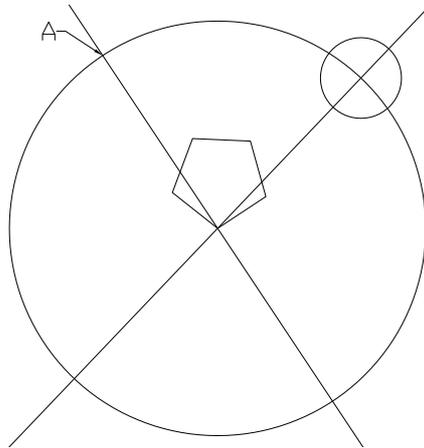


Рис.16.2

8. В полученный пятиугольник вписать окружность, для этого:

Активизировать команду **CIRCLE** .

В боковом экранном меню активизировать опцию  - построение по трем касательным.

Далее указать три стороны пятиугольника.

9. Полученную окружность, активизируя команду **MOVE** , перенести в точку **A** (Рис.16.2).

Изображение (Рис.16.3):

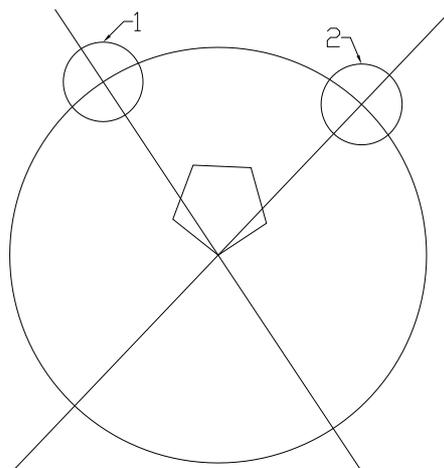


Рис.16.3

10. Построение касательной **BC** к окружностям.

Активизировать команду **LINE** .

В ответ на запрос *Specify first point* в боковом экранном меню активизировать команду  (разовая объектная привязка) и её опцию  (построение касательной), задать примерную точку касания 1 (Рис.16.3).

В ответ на следующий запрос *Specify next point or [Undo]*: с помощью привязки  **Tangent** (построение касательной), задать примерную точку касания 2 (Рис.16.3).

Изображение (Рис.16.4):

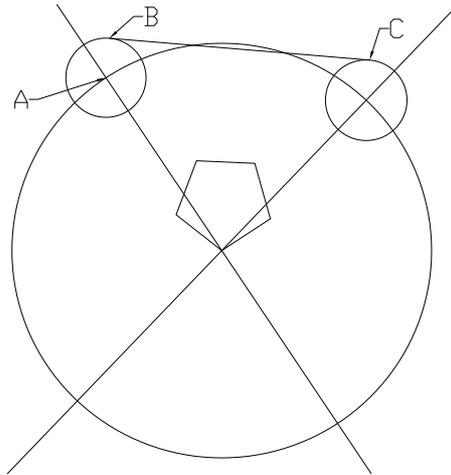


Рис.16.4

11. Построение радиуса **AB**.

Активизировать команду **LINE** .

В ответ на запрос *Specify first point* в боковом экранном меню активизировать команду  **Intersec** (привязка к точке пересечения), задать точку **A** (Рис.16.4).

В ответ на следующий запрос *Specify next point or [Undo]*: с помощью привязки  **Perpend** (построение перпендикуляра), указать касательную **BC** (Рис.16.4).

Изображение (Рис.16.5):

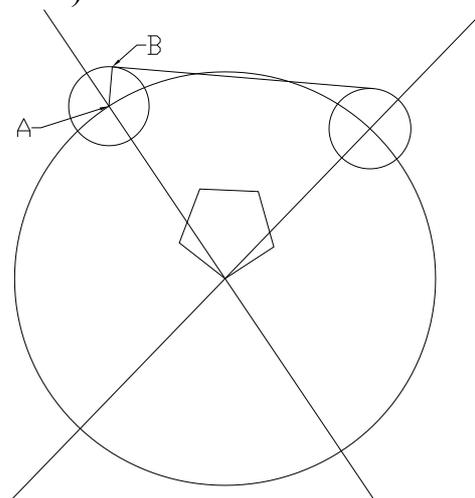


Рис.16.5

12. Перенос ПСК в точку **A** (ось Ox направлена по радиусу AB).
Активизировать команду **UCS** ↵.

В ответ на запрос:

Enter an option

[New/Move/orthoGraphic/Prev/Restore/Save/Del/Apply/?/World]

<World>: в боковом экранном меню активизировать команду:

↗ 3 Point

В ответ на следующие запросы с помощью команды ↗ **** (разовая объектная привязка) и её опцию ↗ Intersec (привязка к точке пересечения), задать последовательно точки **A**, **B** и примерное направление оси Oy (Рис.16.5).

13. Построение отрезка **KL**.

Активизировать команду **XLINE** ↗

В ответ на запрос *Specify a point or [Hor/Ver/Ang/Bisect/Offset]:* в боковом экранном меню активизировать опцию ↗ Vertical - построение вертикальной прямой.

В ответ на следующий запрос ввести координату начала координат:

Specify through point: -3,0 ↵ ↵.

Изображение (Рис.16.6):

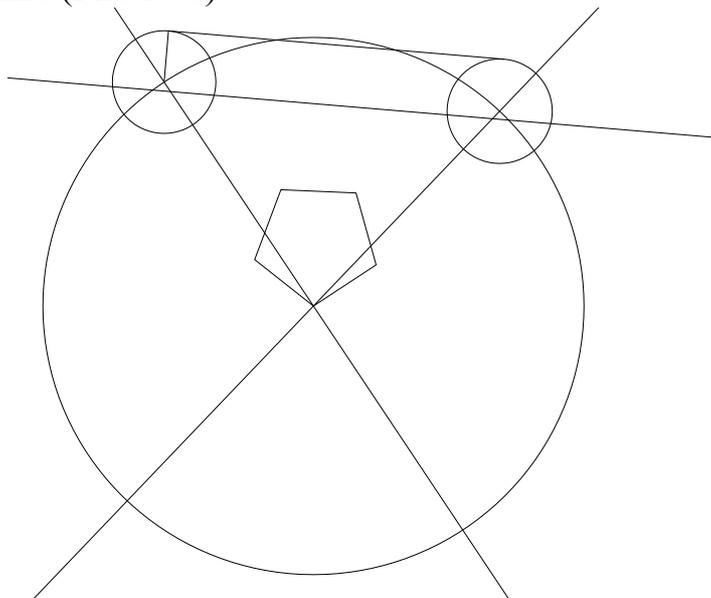


Рис.16.6

Далее изображаем описанный пятиугольник с центром в точке **A**, ориентирую по точке **B**.

14. С помощью команды **TRIM** ↗ удалить все лишние элементы.

15. Оформление осевых линий.

В строке свойства объектов в треугольнике тип линий вызвать список типов линий, выбрать **Other** (другое), в появившемся окне диалога

выбрать опцию **Load** (загрузить), в появившемся списке линий выбрать **CENTER 5**, нажать **OK**.

Выделить необходимые линии левой кнопкой мыши.

Далее сделать тип линий **CENTER 5** текущим.

16. С помощью команды **AREA** получить значения площади и периметра, для этого:

активизировать команду **AREA** ↵.

В ответ на следующие запросы левой кнопкой мыши выделить фигуру **MNLK**.

В командной строке появится следующая информация:

Area = 1770.4418, Perimeter = 223.0870 (площадь, периметр).

Задача 17

Получить изображение таблицы (рис. 17.0):

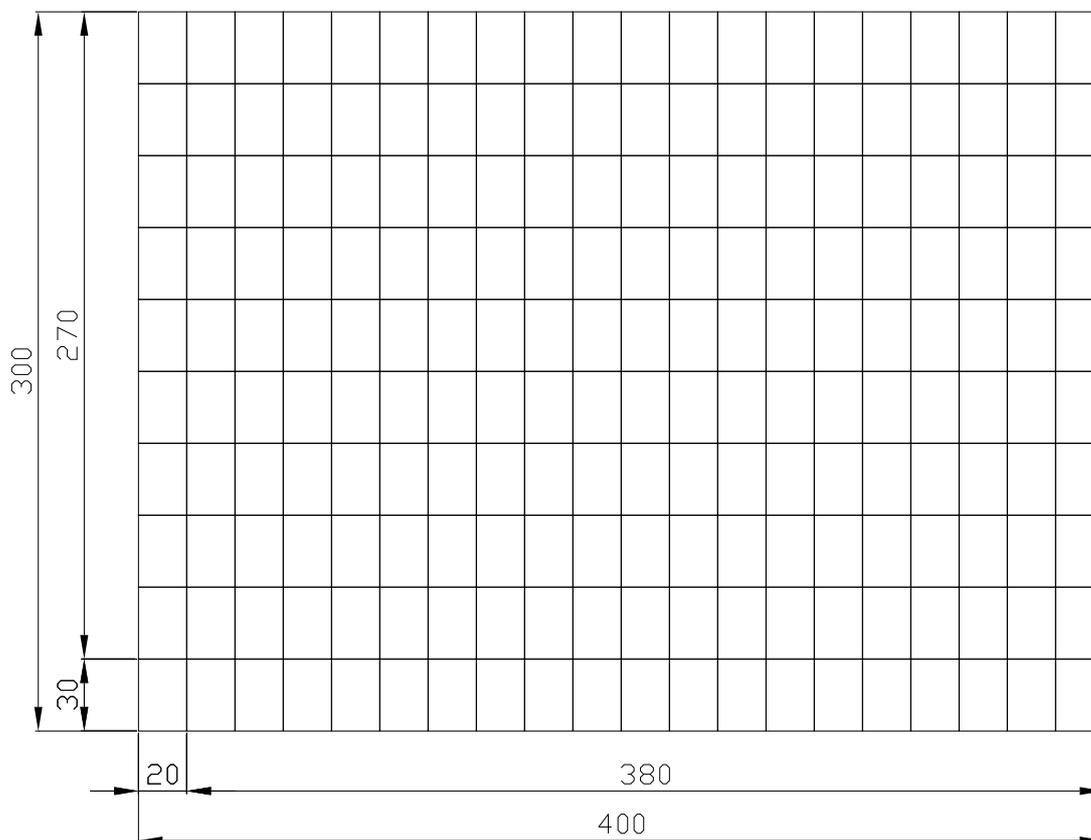


Рис. 17.0

Возможны два варианта построения:

Вариант I

1. Создание пользовательской системы координат (ПСК).

Активизировать команду **UCS** ↵.

В ответ на запрос:

Enter an option

[New/Move/orthoGraphic/Prev/Restore/Save/Del/Apply/?/World]

<World>: в боковом экранном меню активизировать команду:

↵ **Origin**

В ответ на следующий запрос *Specify new origin point <0,0,0>*: указать левой кнопкой мыши любую удобную точку.

2. Построение габаритного прямоугольника.

Активизировать команду **RECTANG** .

В ответ на следующие запросы ввести координаты двух противоположных вершин:

Specify first corner point or [Chamfer/Elevation/Fillet/Thickness/Width]:

0, 0 ↵

Specify other corner point or [Area/Dimensions/Rotation]: **400, 300** ↵.

3. С помощью команды **ВНАТЧ** получить внутренние границы.

3.1. Получение вертикальных линий.

Активизировать команду **ВНАТЧ** .

В появившемся окне диалога активизировать опцию **Pattern** (структура), в появившемся списке выбрать **ANSI31**; установить шаг штриховки **Scale 20** и угол **Angle 45**; выбрать опцию **Add Pick point** (выбрать точки) и курсором указать точку в зоне штриховки

OK ↵ ↵.

3.2. Получение горизонтальных линий.

Повторно активизировать команду **ВНАТЧ**, нажав ↵.

В появившемся окне диалога активизировать опцию **Pattern** (структура), в появившемся списке выбрать **ANSI31**; установить шаг штриховки **Scale 30** и угол **Angle -45**; выбрать опцию **Add Pick point** (выбрать точки) и курсором указать точку в зоне штриховки

OK ↵ ↵.

Вариант II

1. В статусной строке активизировать команду  (привязка).

2. В статусной строке активизировать команду  (сетка).

3. Построение габаритного прямоугольника.

Активизировать команду **RECTANG** .

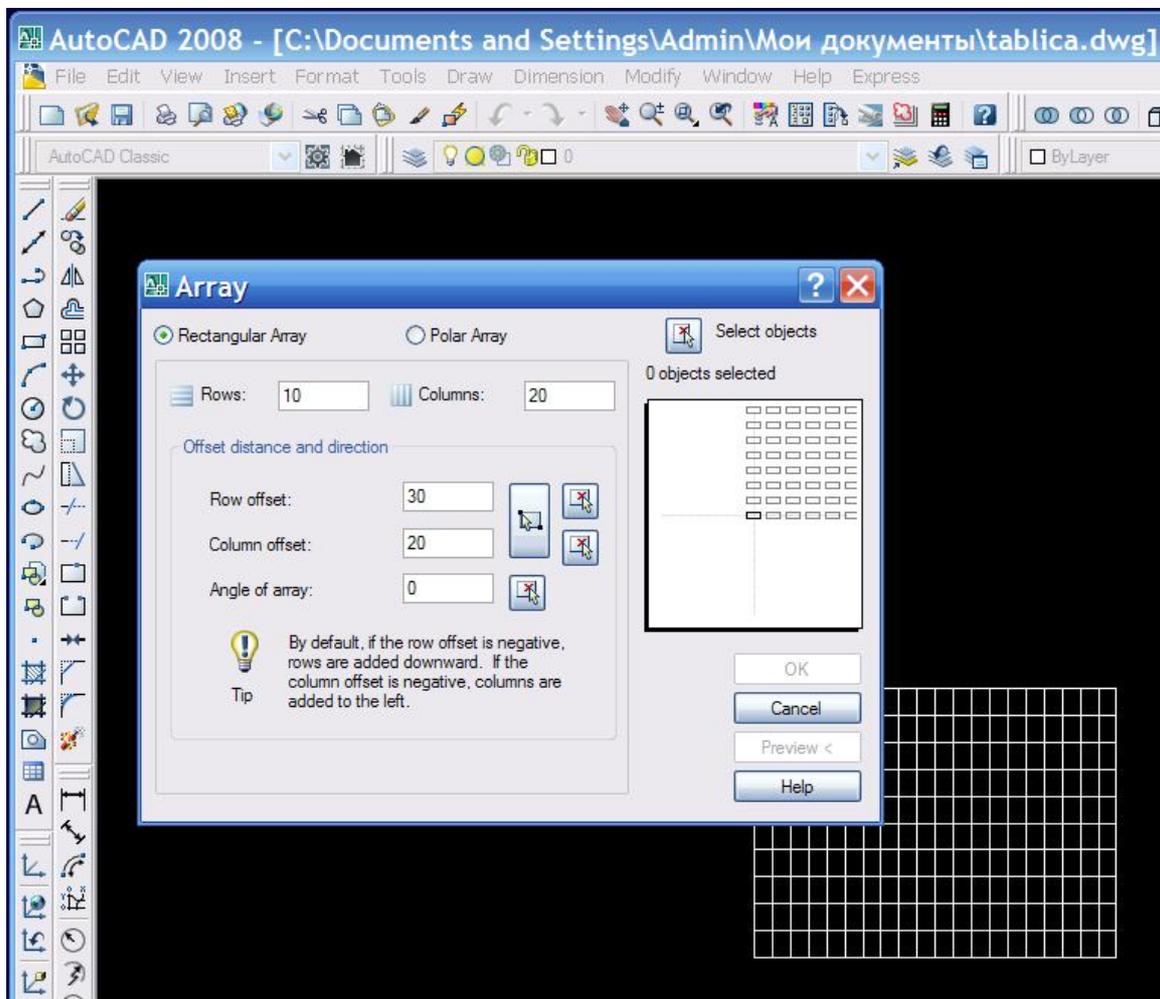
С помощью передвижения курсора по узлам сетки построить прямоугольник габаритами **20×30**.

4. Активизировать команду **ARRAY** .

В появившемся окне диалога выбрать *Rectangular Array* (прямоугольный массив); ввести число рядов (*Rows*) **10**; число столбцов (*Columns*) **20**; расстояние между рядами (*Row offset*) **30**; расстояние между столбцами (*Column offset*) **20**.

Выбрать объекты (*Select objects*) – указать ранее построенный прямоугольник

OK ↵ ↵.



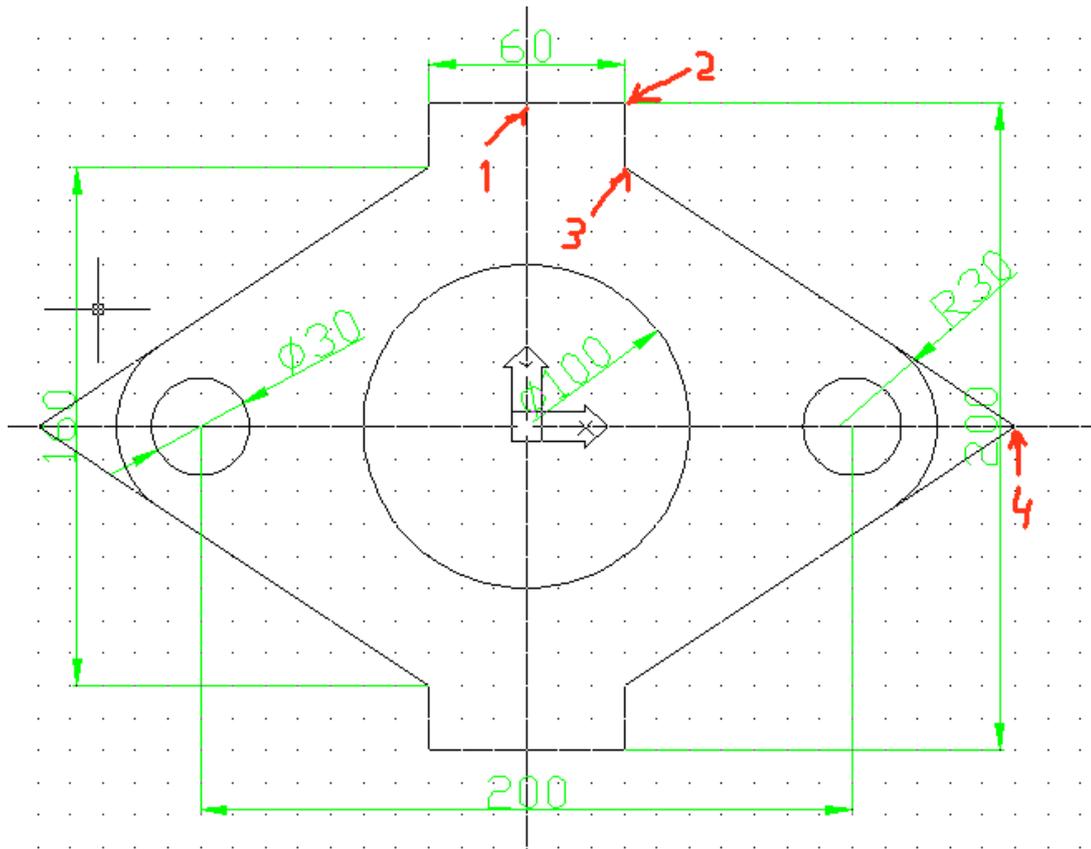
ГЛАВА 2

В задачах, рассмотренных в Главе 1, приведены наиболее характерные трудности, которые встречаются при получении изображения. Однако полученные изображения — это только изображения, а не чертеж. Чтобы получить чертеж выразительным, линии изображают разной ширины и цвета, применяют линии разного типа. Для оперативности и удобства используют многослойные изображения. Этапы получения чертежей разобраны в следующих примерах.

Пример 1

Получить чертеж плоской пластины.

Рассмотрим на конкретном задании алгоритм команд и операторов.



Следует обратить внимание на симметрию детали, поэтому координаты всех точек не нужны.

Этапы решения задачи:

1. Этап подготовительных действий.

⇒ задать формат чертежа (вводим с клавиатуры)

LIMITS ↵

<0,0> ↵

420,297 ↵

⇒ задать максимальное изображение экрана

ZOOM ↵

A ↵

⇒ включить вспомогательные средства, для этого в статусной строке включить кнопки: SNAP GRID ORTHO .

При этом в командной строке вы увидите включенные команды:

```
[All/Center/Dynamic/Extents/Previous/Scale/Window] <real time>: a
Regenerating model.
Command: <Snap on>
Command: <Grid on>
Command: <Ortho on>
Command:
00.0000, 100.0000, 0.0000  SNAP GRID ORTHO POLAR OSNAP OTRACK LWT MODEL
```

2. Этап создания пользовательской системы координат.

⇒ в командной строке вводим с клавиатуры:

UCS ↵

Or ↵

200,150,0 ↵

3. Через начало координат ПСК проводим горизонтальную и вертикальную осевые линии:

⇒ **XLINE** ↵

<0,0> ↵

<0,1> ↵

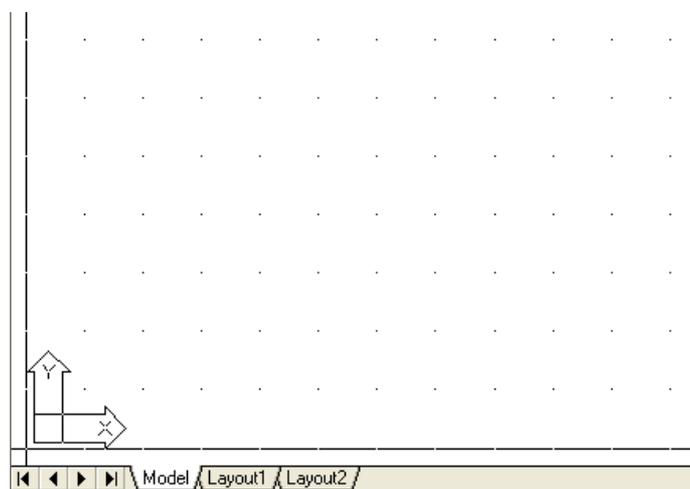
<1,0> ↵ ↵

4. Выделяем ¼ (верхний правый угол):

⇒ **ZOOM** ↵

W ↵

В итоге должны получить изображение:



Границы окна станут границами экрана.

5. Строим контур.

Вводим с клавиатуры:

LINE ↵ или нажимаем кнопку .

В ответ на запрос вводим координаты первой точки или с помощью мышки подводим курсор к точке (1) в статусной строке должны быть координаты:

⇒ **0, 100**

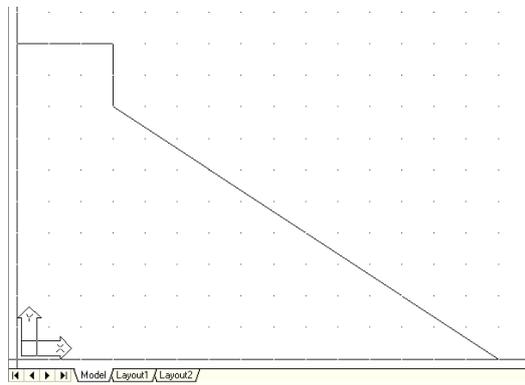
Как только нашли точку с такими координатами, делаем щелчок левой клавишей мыши.

Теперь, двигаясь по горизонтали (прыгая курсором по узлам сетки), ищем положение точки (2), для которой в статусной строке должны появиться координаты:

⇒ **30, 100**

Аналогично получаем точки (3) **30, 80** и (4) **150, 0**.

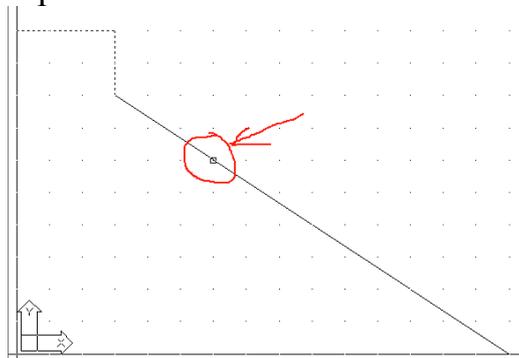
В итоге получим изображение:



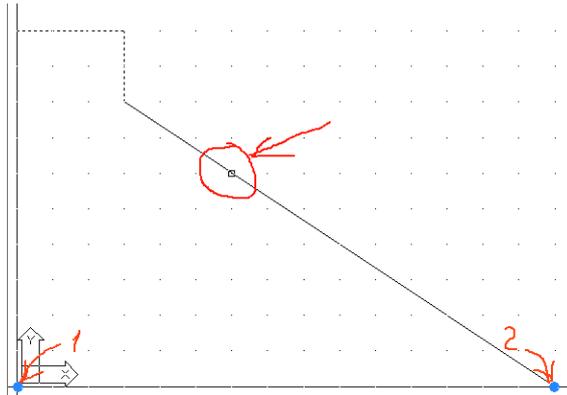
6. С помощью команды **MIRROR** ↵ или нажатием кнопки  на панели инструментов получаем 1-ю симметрию:

⇒ 

выбираем объекты ↵ :



Указываем точки (1) и (2) оси симметрии ↵ :

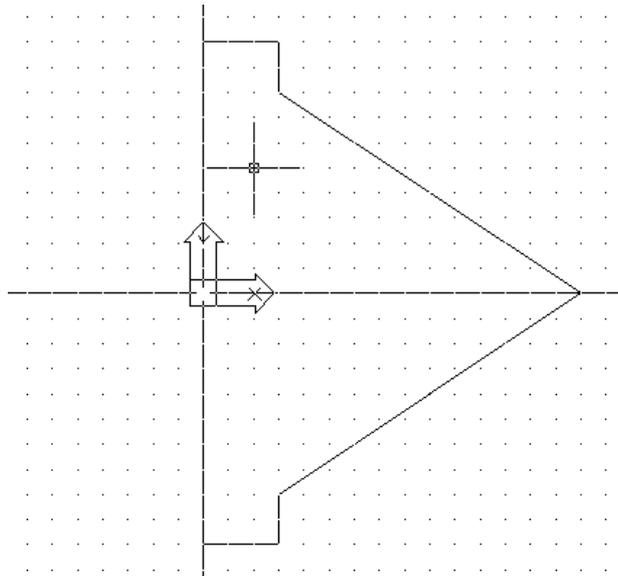


Далее идет вопрос удалить или нет изображение которое копируется – в командной строке вводим N, так как изображение должно остаться.

С помощью команды:

ZOOM ↵

A ↵ (покажи все) имеем изображение:



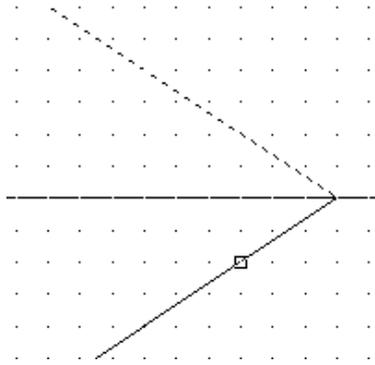
7. Сопряжение радиусом $R=30$ получаем с помощью команды:

⇒ **Fillet** ↵ или нажатием кнопки 

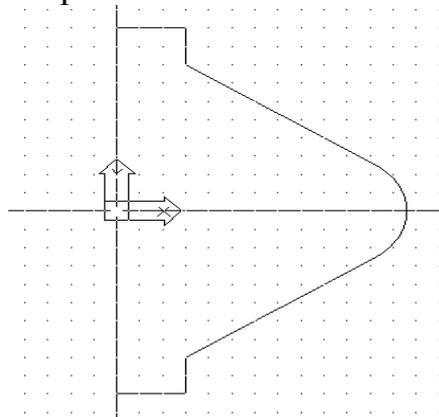
R ↵

30 ↵

Условие задано, теперь, чтобы получить изображение, поочередно выделяем курсором сопрягаемые стороны:



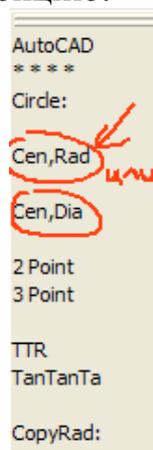
Завершаем команду нажатием клавиши ↵.
В итоге получаем изображение:



8. Теперь создаем контуры отверстий:

⇒ **CIRCLE** ↵

В боковом меню выбираем опцию:



То есть вначале необходимо ввести или указать положение центра.
Для этого курсором вдоль горизонтальной оси, прыгая, фиксируем точку с координатами:

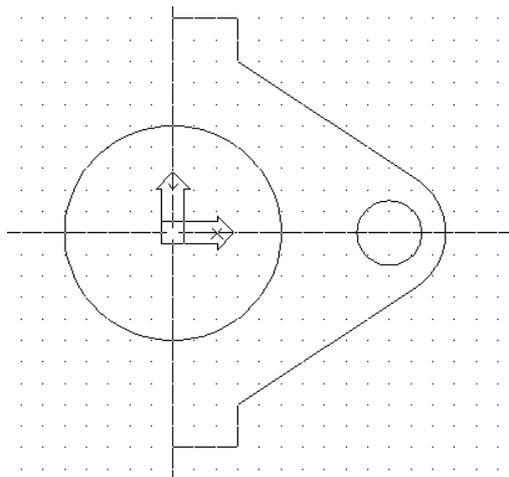
100,0,

далее вводим значение радиуса: **15** ↵.

Чтобы получить контур большого отверстия, необходимо нажать «Enter»:

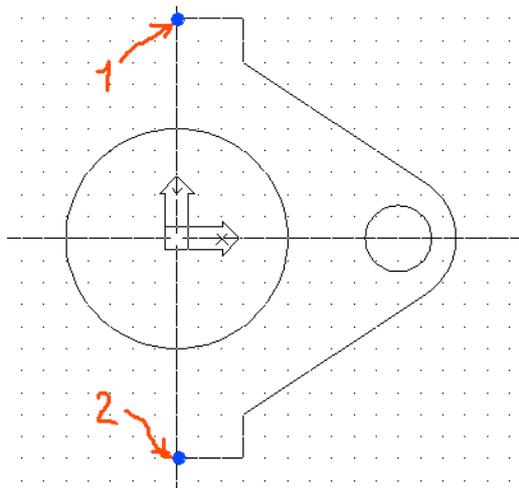
- ↵ (вызов предыдущей команды);
- 0,0 ↵ (координаты центра отверстия);
- 50 ↵ (радиус окружности).

В итоге получаем изображение:

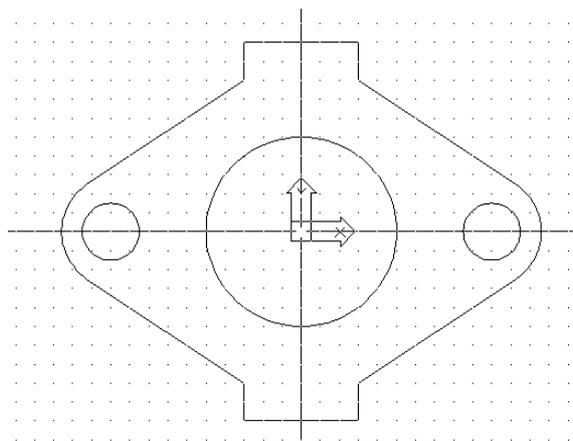


9. Окончательное изображение контура можно получить с помощью команды:

- ⇒ **MIRROR** ↵ или кнопкой ;
- выбираем объекты ↵;
- выбираем точки оси симметрии (1) и (2);
- при этом осью зеркального изображения будет вертикальная ось (точки 1 и 2).



В итоге получаем нужный нам чертеж:



10. Выполнение ГОСТа 2.303-68 (линии чертежа).

То, что сделано – это набросок в тонких линиях. Чтобы получить чертеж выразительным, линии изображают разной ширины и цвета, например:

Таблица

Изображение линий чертежа

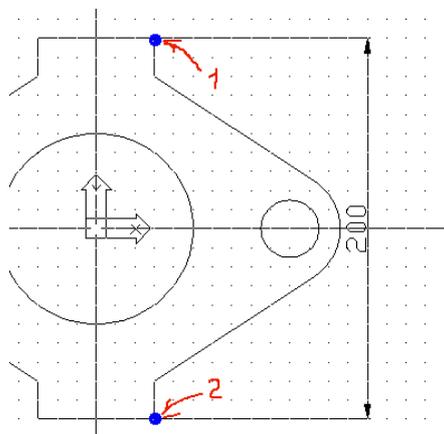
Тип линии	Толщина	Цвет
Основной контур	0,6	черный
Невидимый контур	0,3	жёлтый
Осевые	0,2	красный
Размерные	0,09	зеленый
Штриховые	0,09	синий
Обрыва	0,09	черный

11. Простановка размеров.

Выносные линии всех размеров задавать только с помощью привязок.

Чтобы получить размер 200 необходимо:

- ⇒ активизировать пиктограмму ;
- ⇒ мышкой с помощью привязок зафиксировать точки (1) и (2), т.е. задать положение выносных линий;
- ⇒ перемещаясь по горизонтам зафиксировать положение размерной линии.



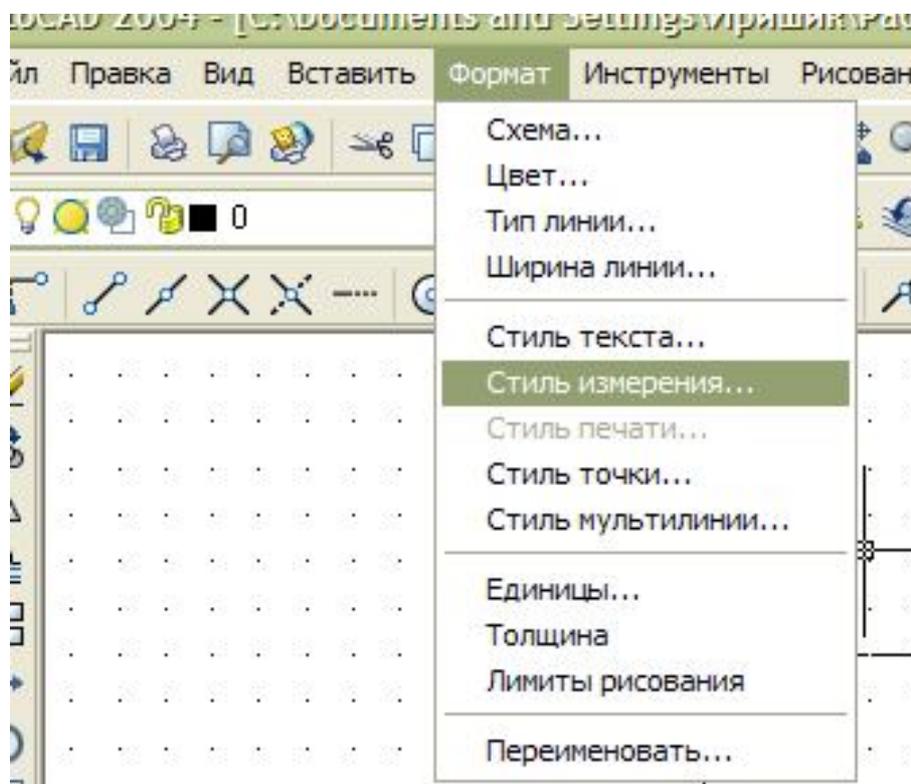
Установка размерных стилей

В строке падающих меню активизируем пункт

⇒ Формат

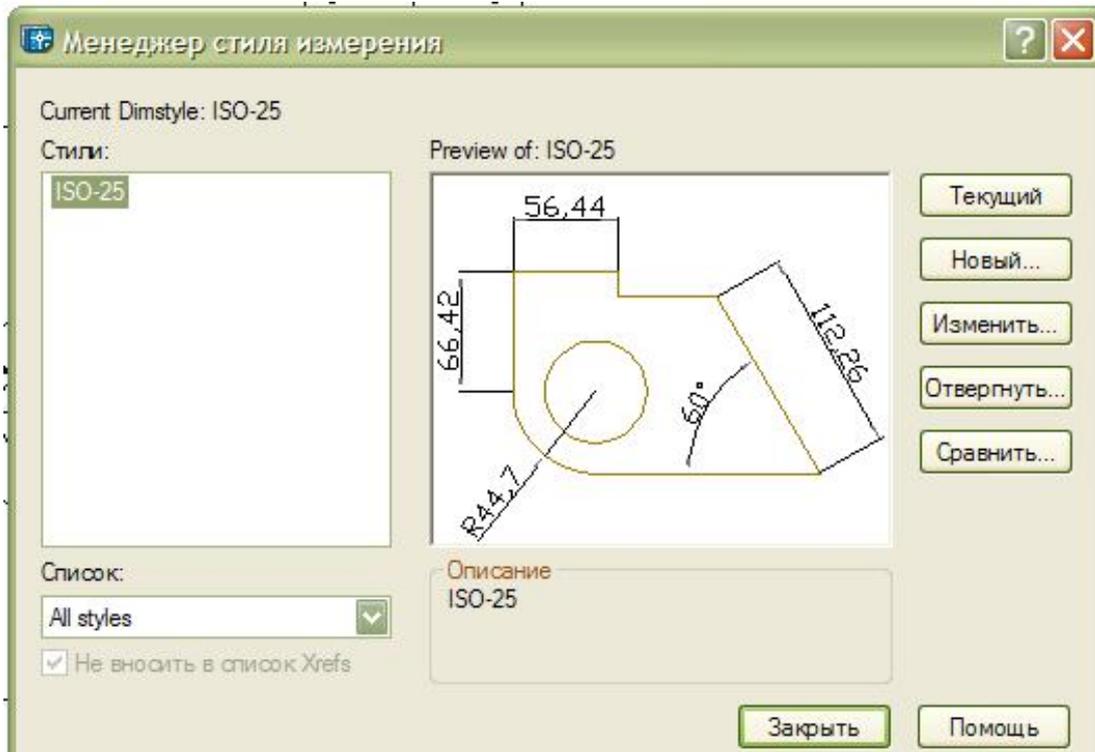
В появившемся списке выделяем строку

⇒ Стиль измерения



Появится окно «менеджер стилей размеров», в котором нажимаем кнопку

⇒ Изменить



В окне «изменить текущий стиль»:

- ⇒ выбираем цвет и толщину выносных и размерных линий
- ⇒ задаем размер стрелки: **8** ↵

Затем в том же окне нажимаем закладку:

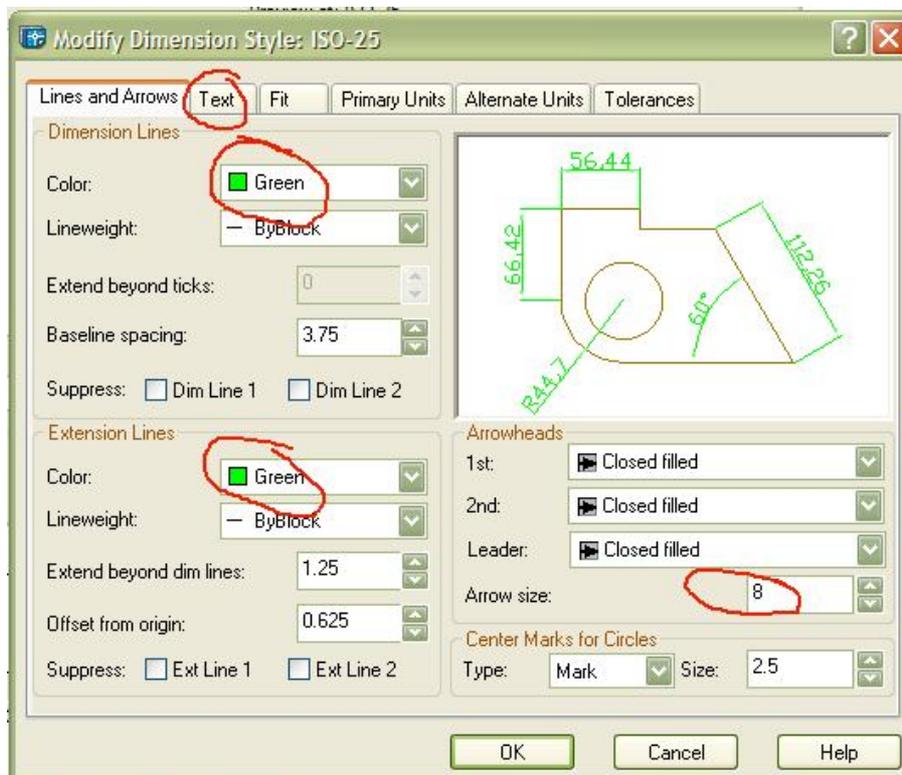
- ⇒ Текст

и в появившемся шаблоне:

- ⇒ выбираем цвет (например, зеленый)
- ⇒ устанавливаем в строке высоту текста : **10** ↵

Затем поочередно щелчком левой клавиши мыши нажимаем кнопки:

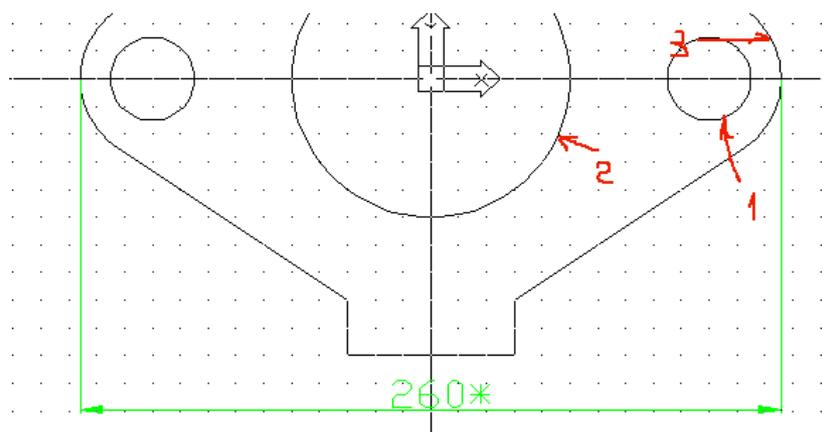
- ⇒ ОК
- ⇒ Сделать текущим
- ⇒ X



Остальные разделы и пункты Менеджера предлагаем изучить самостоятельно.

Примечание

В рассмотренном примере размер 300 придуман для учебных целей. В реальной жизни будет стоять в качестве справочного габаритный размер 260*.



В этом случае алгоритм команд, необходимых для получения детали, будет отличаться от предыдущего в следующих этапах:

вместо 5 этапа целесообразно сначала выполнить построения 8 этапа, то есть изобразить контуры отверстий (1) и (2), причем, после изображения

отверстия (1) удобно изобразить вспомогательную окружность (3), для этого необходимо нажать дважды **<Enter>**:

↵ - вызов предыдущей команды;

↵ - задаем те же координаты центра.

Теперь вводим значение радиуса: **30** ↵.

Далее по приведенному в 8 этапе алгоритму получаем контур отверстия (2).

Теперь можно приступить к выполнению команд указанных в 5 этапе, т.е. к изображению контура 1, 2, 3, 4.

Следует обратить внимание, что для данного примера положение точки (4) будет определяться не координатами (150,0), а тем обстоятельством, что отрезок 3-4 необходимо провести касательным к окружности (3). Поэтому на запрос:

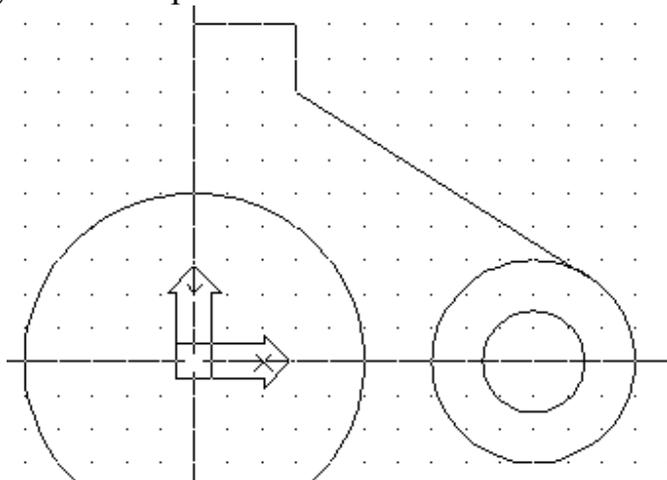
⇒ введите координаты следующей точки на клавиатуре (или с помощью привязок)

вводим: **TAN** ↵;

далее на очередной запрос «квадратиком» отмечаем на окружности (3) примерную точку касания.

Нажав на клавишу «Enter», прекращаем действие команды.

В итоге получили изображение:

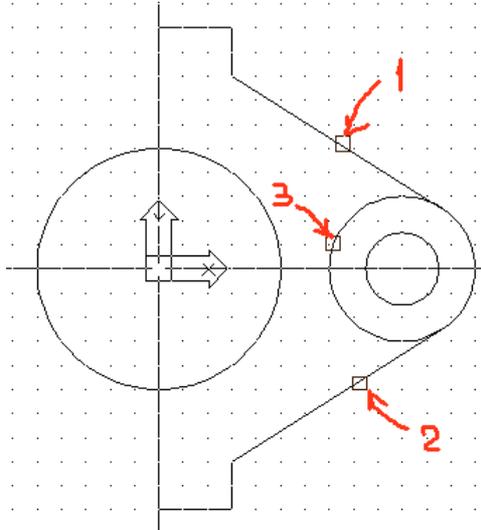


Теперь в 6 этапе получаем зеркальное изображение.

В 7 этапе (вместо сопряжения) необходимо удалить внутреннюю часть окружности (3). Для этого применяем команду:

⇒  **TRIM** (отрезать)

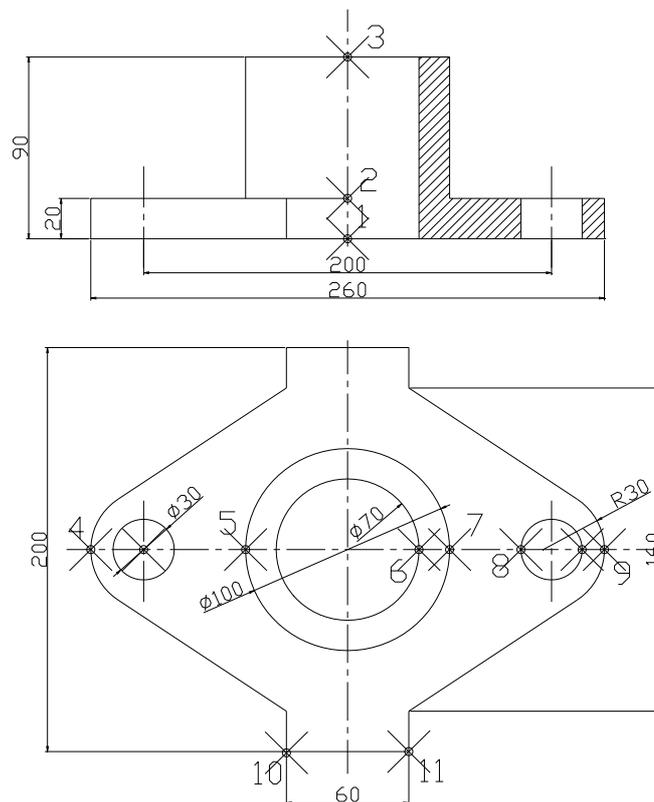
и на ее запросы «квадратиками» (1) и (2) обозначаем границы, а затем «квадратиком» (3) обозначаем ту часть окружности, которую необходимо удалить.



Далее, учитывая, что 8 этап выполнен перед 5 этапом, выполняем 9 этап и все необходимые команды последующих 10 и 11 этапов.

Пример 2

Получить изображение следующей детали:



Не трудно заметить, что горизонтальная проекция рассматриваемой детали почти совпадает с предыдущим примером (добавилось отверстие диаметром 70), поэтому создание требуемого чертежа начинаем с получения горизонтальной проекции по уже известному алгоритму с одной поправкой: в 1 этапе вместо формата А3 задаем А2, то есть:

⇒ **420, 594** ↵

Получив изображение горизонтальной проекции, приступаем к созданию главного вида. Для этого ПСК переносим в точку (1):

⇒ **UCS** ↵

⇒ **Or** ↵

⇒ **0, 150** ↵

В следующем этапе проводим вспомогательные прямые:

⇒ **XLINE** ↵

Горизонтальные — через точки (1), (2), (3):

⇒ **0,0** ↵

⇒ **0,20** ↵

⇒ **0,90** ↵ (прыгая курсором по узлам сетки)

Вертикальные — через точки (4)..(11), используя объектные привязки.

Следует отметить, что вспомогательные линии целесообразно проводить в отдельном слое.

Теперь, используя точки пересечения горизонтальных и вертикальных вспомогательных прямых как объектные привязки, получаем контур детали и строим ее разрез. Для этого можно сразу выбрать линию необходимой толщины.

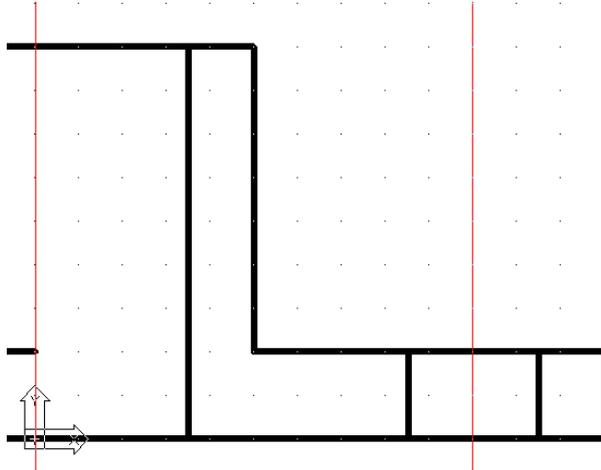
В следующем этапе вспомогательные линии удаляем (или выключаем их слой).

Для получения штриховки в разрезе детали целесообразно с помощью команды:

⇒ **ZOOM** ↵

⇒ **W** ↵

получить увеличенное изображение непосредственно самого разреза:

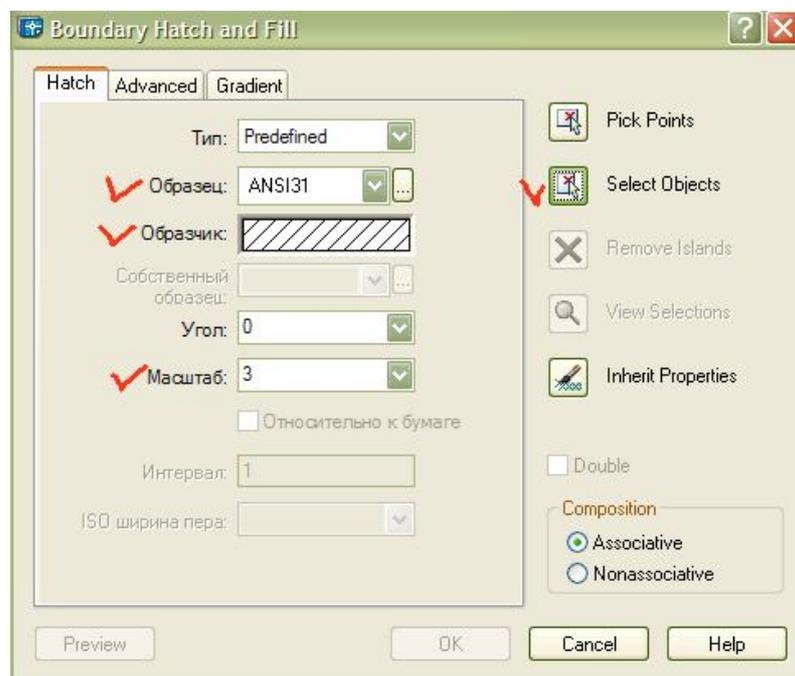


Прежде чем делать штриховку, на главной панели выбираем заранее цвет линии синий, и толщину линии 0,09.

Теперь применяем команду:

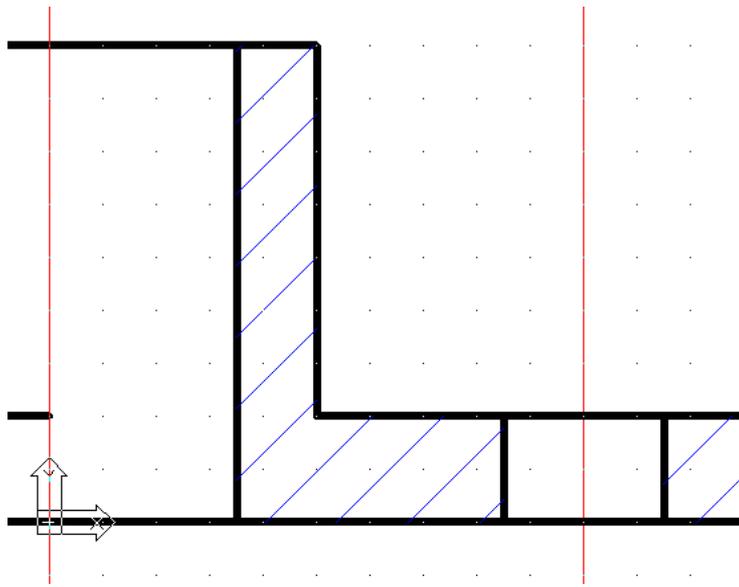
⇒  (**HATCH** ↵)

в появившемся окне диалога:



- ⇒ в окне «образец» выбираем тип штриховки **ANSI31**
- ⇒ в окне «масштаб» выбираем шаг штриховки **3**
- ⇒ теперь активизируем кнопку «выбрать объект»
- ⇒ на объекте указываем границы штриховки
- ⇒ когда границы выбраны нажимаем «**Enter**», появится снова окно диалога, где нажимаем кнопку **OK**.

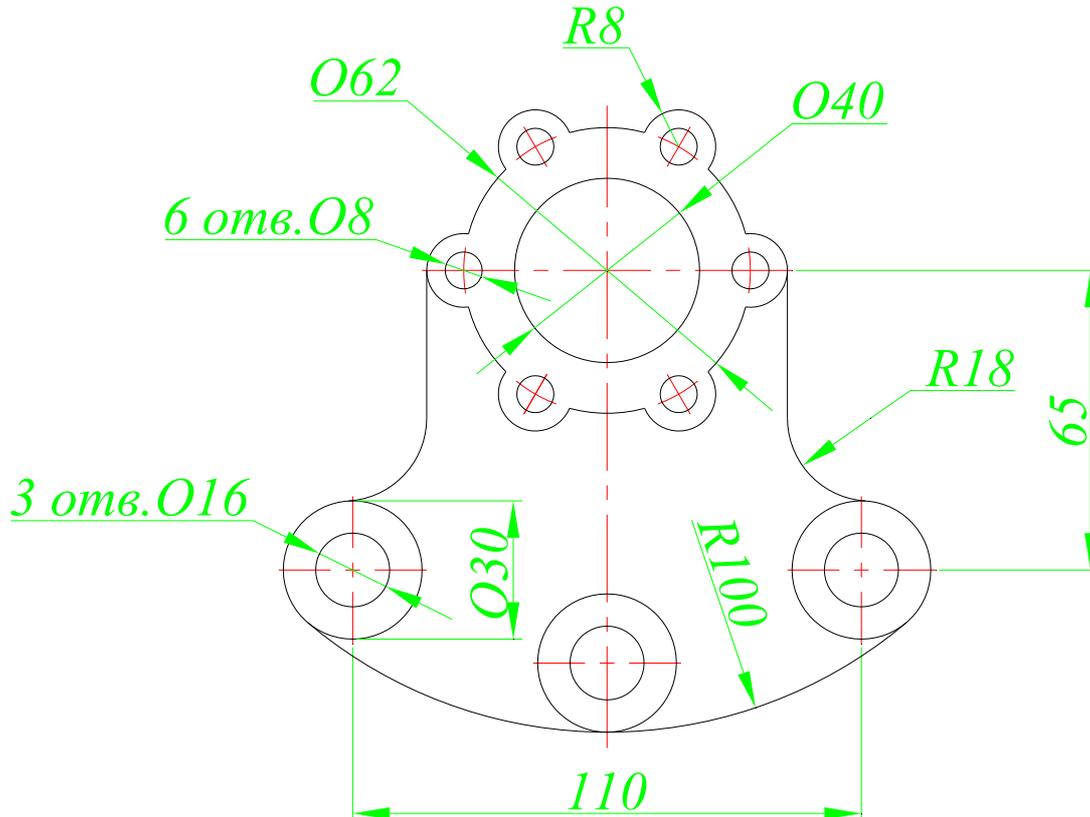
В итоге имеем:



Осталось провести осевые линии отверстий и указать необходимые размеры.

Рассмотрим примеры получения более сложных чертежей.

Пример построения плоской пластины №1



По размерам деталь предполагает формат А₄

1. Создание пользовательской системы координат (ПСК).

Активизировать команду **UCS** ↵.

В ответ на запрос:

Enter an option

[New/Move/orthoGraphic/Prev/Restore/Save/Del/Apply/?/World]

<World>: в боковом экранном меню активизировать команду ↗ **Origin**.

В ответ на следующий запрос *Specify new origin point <0,0,0>*: ввести новые координаты начала координат **100,105** ↵.

Отключить команду **OSNAP** (объектная привязка).

2. Построение горизонтальной оси.

Активизировать команду **XLINE** ↗ .

В ответ на запрос *Specify a point or [Hor/Ver/Ang/Bisect/Offset]*:

в боковом экранном меню активизировать опцию ↗ **Horizont** – построение горизонтальной прямой.

В ответ на следующий запрос ввести координату начала координат *Specify through point: 0,0* ↵ ↵.

3. Построение вертикальной оси.

Повторно активизировать команду **XLINE**, нажав ↵.

В ответ на запрос *Specify a point or [Hor/Ver/Ang/Bisect/Offset]*: в боковом экранном меню активизировать опцию ↗ **Vertical** – построение вертикальной прямой.

В ответ на следующий запрос ввести координату начала координат: *Specify through point: 0,0* ↵ ↵.

Получается изображение (рис. 1):



Рис. 1

4. Построение окружностей (диаметры 40 и 62).

- Активизировать команду **CIRCLE** 

В боковом экранном меню активизировать опцию  – построение по центру и диаметру.

В ответ на запрос ввести координаты центра окружности:

Specify center point for circle or [3P/2P/Ttr (tan tan radius)]: 0, 0 ↵.

В ответ на следующий запрос ввести величину диаметра:

Specify radius of circle or [Diameter]: _d *Specify diameter of circle:* 62 ↵.

- Повторно активизировать команду **CIRCLE**, нажав ↵.

В боковом экранном меню активизировать опцию  – построение по центру и диаметру.

В ответ на запрос ввести координаты центра окружности:

Specify center point for circle or [3P/2P/Ttr (tan tan radius)]: 0, 0 ↵.

В ответ на следующий запрос ввести величину диаметра:

Specify radius of circle or [Diameter]: _d *Specify diameter of circle:* 40 ↵.

5. Получение изображения на весь экран.

Активизировать команду **ZOOM** .

Левой кнопкой мыши выделить необходимую область.

Получается изображение (рис. 2):

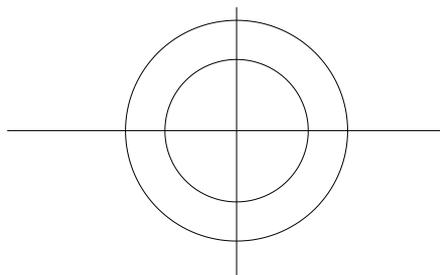


Рис. 2

6. Построение верхнего контура.

- Активизировать команду **CIRCLE** 

В боковом экранном меню активизировать опцию  – построение по центру и радиусу.

В ответ на запрос ввести координаты центра окружности:

Specify center point for circle or [3P/2P/Ttr (tan tan radius)]: 31, 0 ↵.

В ответ на следующий запрос ввести величину радиуса:

Specify radius of circle or [Diameter]: 8 ↵.

- Повторно активизировать команду **CIRCLE**, нажав ↵.

В боковом экранном меню активизировать опцию  - построение по центру и диаметру.

В ответ на запрос ввести координаты центра окружности:

Specify center point for circle or [3P/2P/Ttr (tan tan radius)]: 31, 0 ↵.

В ответ на следующий запрос ввести величину диаметра:

Specify radius of circle or [Diameter]: _d Specify diameter of circle: 8 ↵.

- Построение дополнительной окружности для получения осей.

Активизировать команду **CIRCLE**, нажав ↵.

В боковом экранном меню активизировать опцию  - построение по центру и диаметру.

В ответ на запрос ввести координаты центра окружности:

Specify center point for circle or [3P/2P/Ttr (tan tan radius)]: 31, 0 ↵.

В ответ на следующий запрос ввести величину диаметра:

Specify radius of circle or [Diameter]: _d Specify diameter of circle: 10 ↵.

Изображение (рис. 3):

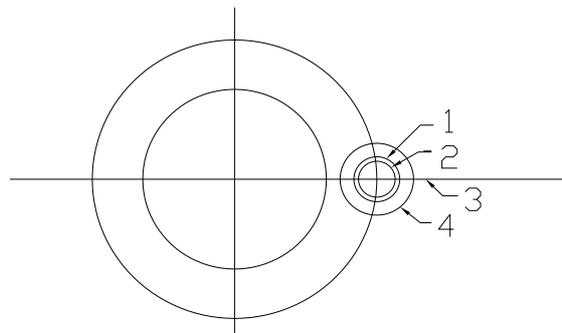


Рис. 3

- Построение массива окружностей.

Активизировать команду **ARRAY** .

В появившемся окне диалога выбрать *Polar Array* (круговой массив); ввести координаты центра (*Center point*) 0,0; число элементов массива (*Total number of items*) 6; угол заполнения (*Angle of fill*) 360 ↵.

Выбрать объекты (*Select objects*) 1;2;3;4 (рис.3) для построения массива:

ОК ↵.

Изображение (рис. 4):

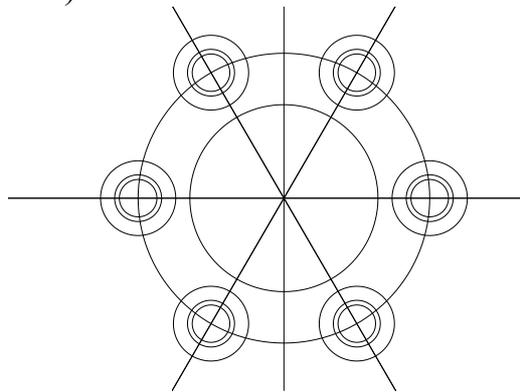


Рис. 4

- С помощью команд **TRIM**  и **DELETE** удалить все лишние элементы.

Изображение (рис. 5):

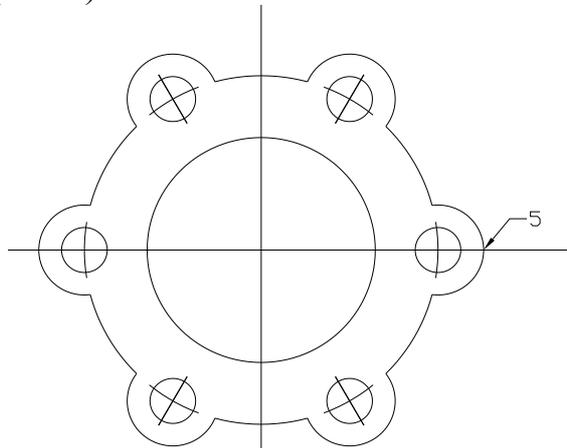


Рис. 5

7. Построение осей окружностей (диаметры 30 и 16).

- Активизировать команду **XLINE** .

В ответ на запрос *Specify a point or [Hor/Ver/Ang/Bisect/Offset]:*

в боковом экранном меню активизировать опцию  **Horizontal** – построение горизонтальной прямой.

В ответ на следующий запрос ввести координаты точки:

Specify through point: **0,-65** ↵ ↵.

- Повторно активизировать команду **XLINE**, нажав ↵.

В ответ на запрос *Specify a point or [Hor/Ver/Ang/Bisect/Offset]:* боковом экранном меню активизировать опцию  **Vertical** - построение вертикальной прямой.

В ответ на следующий запрос ввести координаты точки:

Specify through point: **55, 0** ↵ ↵.

8. Построение вертикальной прямой.

Повторно активизировать команду **XLINE**, нажав ↵ ↵.

В ответ на запрос *Specify a point or [Hor/Ver/Ang/Bisect/Offset]:* боковым экранном меню активизировать опцию ↗ **Vertical** - построение вертикальной прямой.

В ответ на следующий запрос:

Specify through point: в боковом экранном меню активизировать команду ↗ *******

(разовая объектная привязка) и её опцию ↗ **Intersec** (привязка к точке пересечения двух объектов), задать точку 5 (рис. 5)

9. С помощью команды **ZOOM** ↵

A ↵

получить изображение (рис. 6):

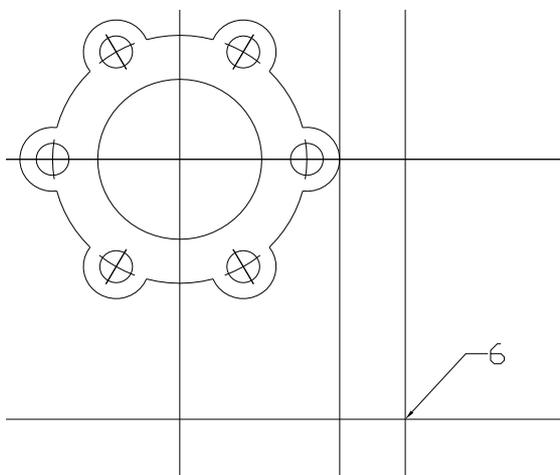


Рис. 6

10. Построение окружностей (диаметры 30 и 16).

- Активизировать команду **CIRCLE** ↗ .

В боковом экранном меню активизировать опцию ↗ **Cen, Dia** – построение по центру и диаметру.

В ответ на запрос *Specify center point for circle or [3P/2P/Ttr (tan tan radius)]:* в боковом экранном меню активизировать команду ↗ ******* (разовая объектная привязка) и её опцию ↗ **Intersec** (привязка к точке пересечения двух объектов), задать точку 6 (рис. 6).

В ответ на следующий запрос ввести величину диаметра:

Specify radius of circle or [Diameter]: *_d Specify diameter of circle:* **16** ↵.

- Повторно активизировать команду **CIRCLE**, нажав ↵.

В боковом экранном меню активизировать опцию  – построение по центру и диаметру.

В ответ на запрос *Specify center point for circle or [3P/2P/Ttr (tan tan radius)]*: в боковом экранном меню активизировать команду  (разовая объектная привязка) и её опцию  (привязка к точке пересечения двух объектов), задать точку 6 (рис. 6).

В ответ на следующий запрос ввести величину диаметра:

Specify radius of circle or [Diameter]: _d Specify diameter of circle: 30 ↵

- Построение дополнительной окружности для получения осей.

Активизировать команду **CIRCLE**, нажав ↵.

В боковом экранном меню активизировать опцию  – построение по центру и диаметру.

В ответ на запрос *Specify center point for circle or [3P/2P/Ttr (tan tan radius)]*: в боковом экранном меню активизировать команду  (разовая объектная привязка) и её опцию  (привязка к точке пересечения двух объектов), задать точку 6 (рис. 6).

В ответ на следующий запрос ввести величину диаметра:

Specify radius of circle or [Diameter]: _d Specify diameter of circle: 32 ↵.

Изображение (рис. 7):

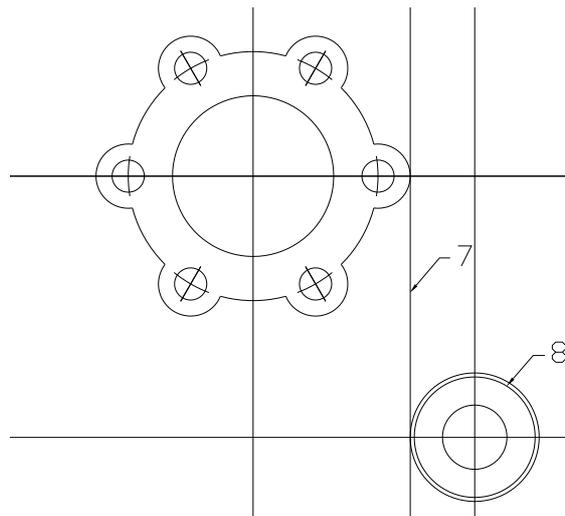


Рис. 7

11. Построение сопряжения.

- Активизировать команду **FILLET** .

В боковом экранном меню активизировать опцию .

В ответ на следующий запрос ввести величину радиуса сопряжения
Select first object or [Undo/Polyline/Radius/Trim/Multiple]: *_r Specify fillet radius <0.0000>:* **18** ↵.

Далее левой кнопкой мыши указать сопрягаемые объекты 7 и 8 (рис. 7).

Получается изображение (рис. 8):

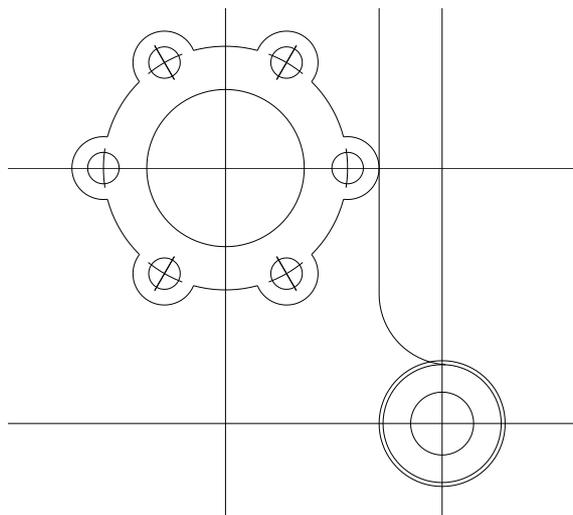


Рис. 8

- С помощью команды **TRIM**  удалить все лишние элементы.

Изображение (рис. 9):

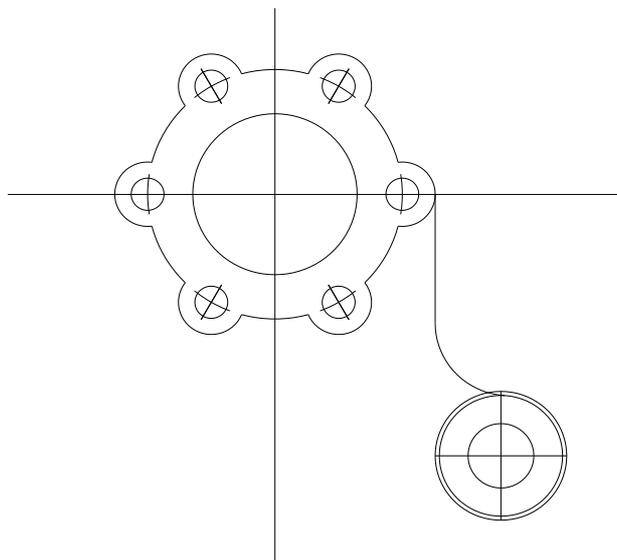


Рис. 9

- С помощью команды **DELETE** удалить вспомогательную окружность

Изображение - Рис. 10:

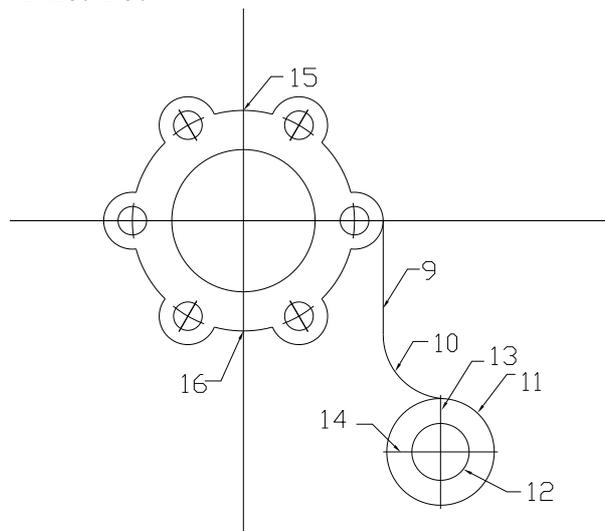


Рис. 10

12. Получение зеркального отображения.

Активизировать команду **MIRROR**



Левой кнопкой мыши выделить отображаемые объекты 9,10,11,12,13,14 (рис. 10).

В ответ на запрос *Specify first point of mirror line:*

в боковом экранном меню активизировать команду ******* (разовая объектная привязка) и её опцию **Intersec** (привязка к точке пересечения двух объектов), задать точку 15 (рис. 10).

В ответ на запрос *Specify second point of mirror line:*

через привязку **Intersec** (привязка к точке пересечения двух объектов), задать точку 16 (рис. 10).

В ответ на следующий запрос нажать **Enter**.

Erase source objects? [Yes/No] <N>: ↵.

Получается изображение (рис. 11):

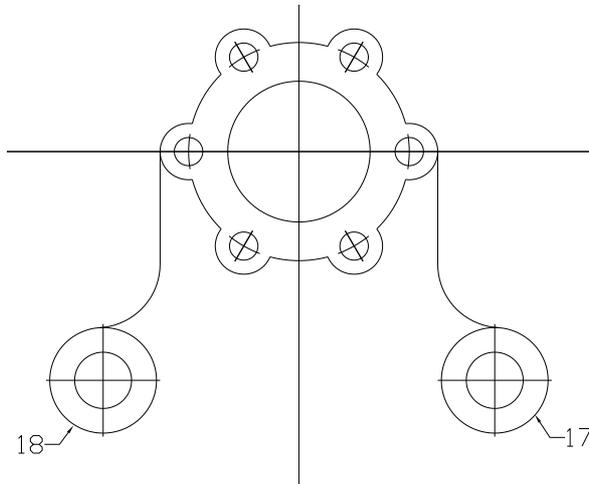


Рис. 11

13. Построение дуги (радиус 100).

- Активизировать команду **CIRCLE** .

В боковом экранном меню активизировать опцию  – построение по двум касательным и радиусу.

В ответ на запрос *Specify point on object for first tangent of circle:* левой кнопкой мыши задать окружность 17 (рис. 11).

В ответ на запрос *Specify point on object for second tangent of circle:* левой кнопкой мыши задать окружность 18 (рис. 11).

В ответ на следующий запрос ввести величину радиуса:

Specify radius of circle: **100** ↵.

- С помощью команды **ZOOM** ↵
A ↵

получаем изображение (рис. 12):

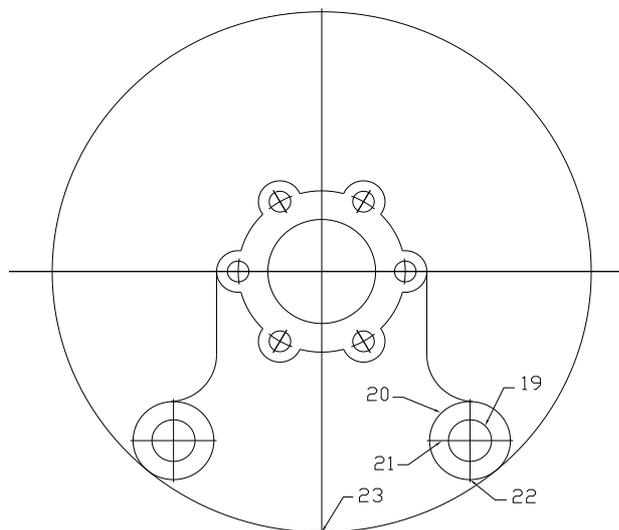


Рис. 12

14. Построение окружностей (диаметры 30 и 16).

- Активизировать команду **COPY**  .

Левой кнопкой мыши выделить копируемые объекты 19,20, 21 (рис. 12).

В ответ на запрос *Specify base point or [Displacement]:*

в боковом экранном меню активизировать команду  (разовая объектная привязка) и её опцию **Intersec** (привязка к точке пересечения двух объектов), задать точку 22 (рис. 12).

В ответ на запрос *Specify second point or <use first point as displacement>:*

через привязку **Intersec** (привязка к точке пересечения двух объектов), задать точку 23 (рис. 12).

Получается изображение (рис. 13):

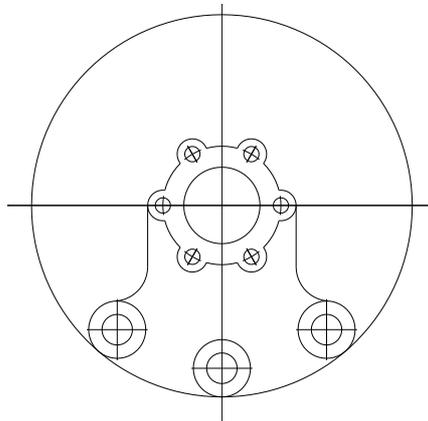


Рис. 13

15. Построение вспомогательных элементов.

- Активизировать команду **CIRCLE**  .

В боковом экранном меню активизировать опцию **Cen, Dia** – построение по центру и диаметру

В ответ на запрос ввести координаты центра окружности:

Specify center point for circle or [3P/2P/Ttr (tan tan radius)]: **0, 0** ↵.

В ответ на следующий запрос ввести величину диаметра:

Specify radius of circle or [Diameter]: **_d Specify diameter of circle: 80** ↵.

- С помощью команды **LINE**  получить дополнительный отрезок, ограничивающий нижний край вертикальной оси детали.

Изображение (рис. 14):

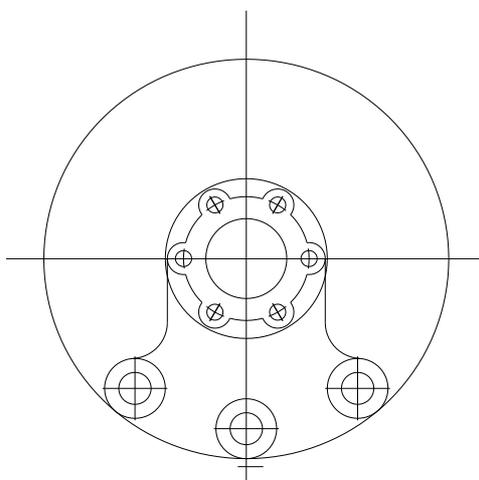


Рис. 14

16. С помощью команды **TRIM**  удалить все лишние элементы. Изображение (рис. 15):

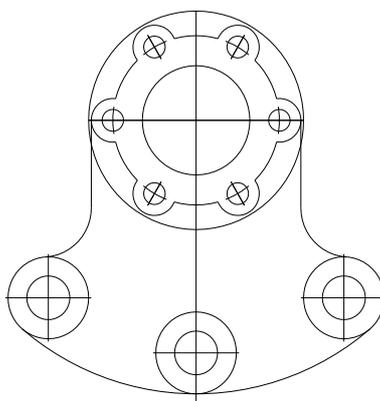


Рис. 15

17. С помощью команды **DELETE** удалить вспомогательные элементы.

18. Получение изображения на весь экран.

Активизировать команду **ZOOM**  .
Левой кнопкой мыши выделить необходимую область.

Получается изображение (рис. 17):

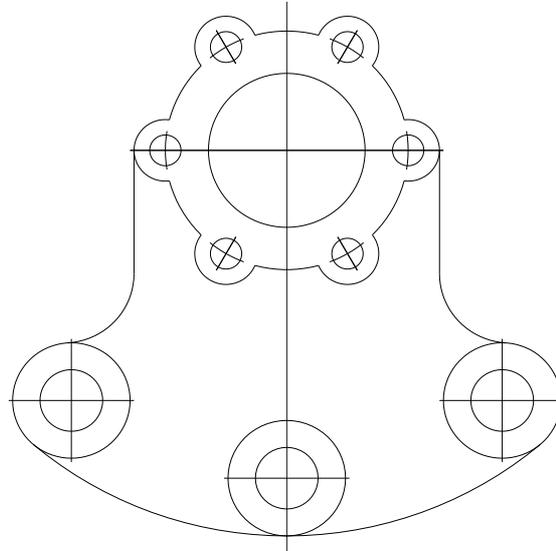


Рис. 17

19. Оформление линий чертежа по **ГОСТ 2303-68** (таблица).
Для всех линий выбрать линии по слою.

- Оформление осевых линий.

Выделить необходимые линии левой кнопкой мыши.

В строке свойства объектов в треугольнике тип линий вызвать список типов линий, выбрать **Other** (другое), в появившемся окне диалога выбрать опцию **Load** (загрузить), в появившемся списке линий выбрать **CENTER 5**, нажать **OK**.

Далее сделать этот тип линий текущим.

В треугольниках цвет линий и толщина выбрать необходимые параметры.

- Оформление основных и размерных линий аналогично.

Тип линий – **ByLayer**.

21. Простановка размеров.

- Установка стиля размеров.

В строке падающих меню активизировать команду **Format** (Формат), опцию **Dimension Style** (Размерные стили).

В появившемся окне диалога выбрать опцию **Modify** (изменить), в соответствующих вкладках задать:

размер стрелки **8**;

высоту текста **10**, ориентацию текста согласно **ISO**.

- Ввод размеров с клавиатуры.

При простановке размеров в ответ на запрос:

Specify dimension line location or [Mtext/Text/Angle]: ввести **t** ↵.

В ответ на следующий запрос ввести необходимый текст и размер (для получения знака диаметра использовать символы %%c).

Enter dimension text: **3 отв.%%c16** ↵.

Окончательный чертеж детали (рис. 18):

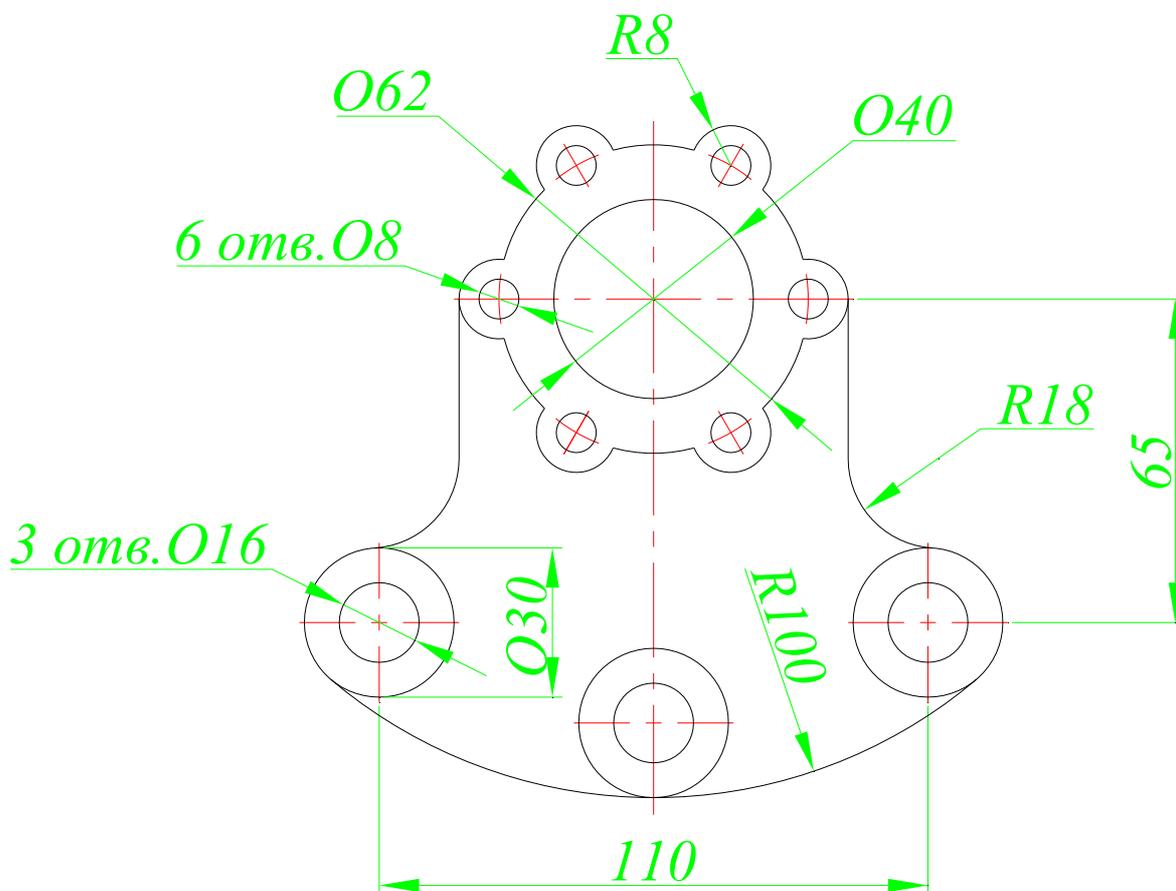
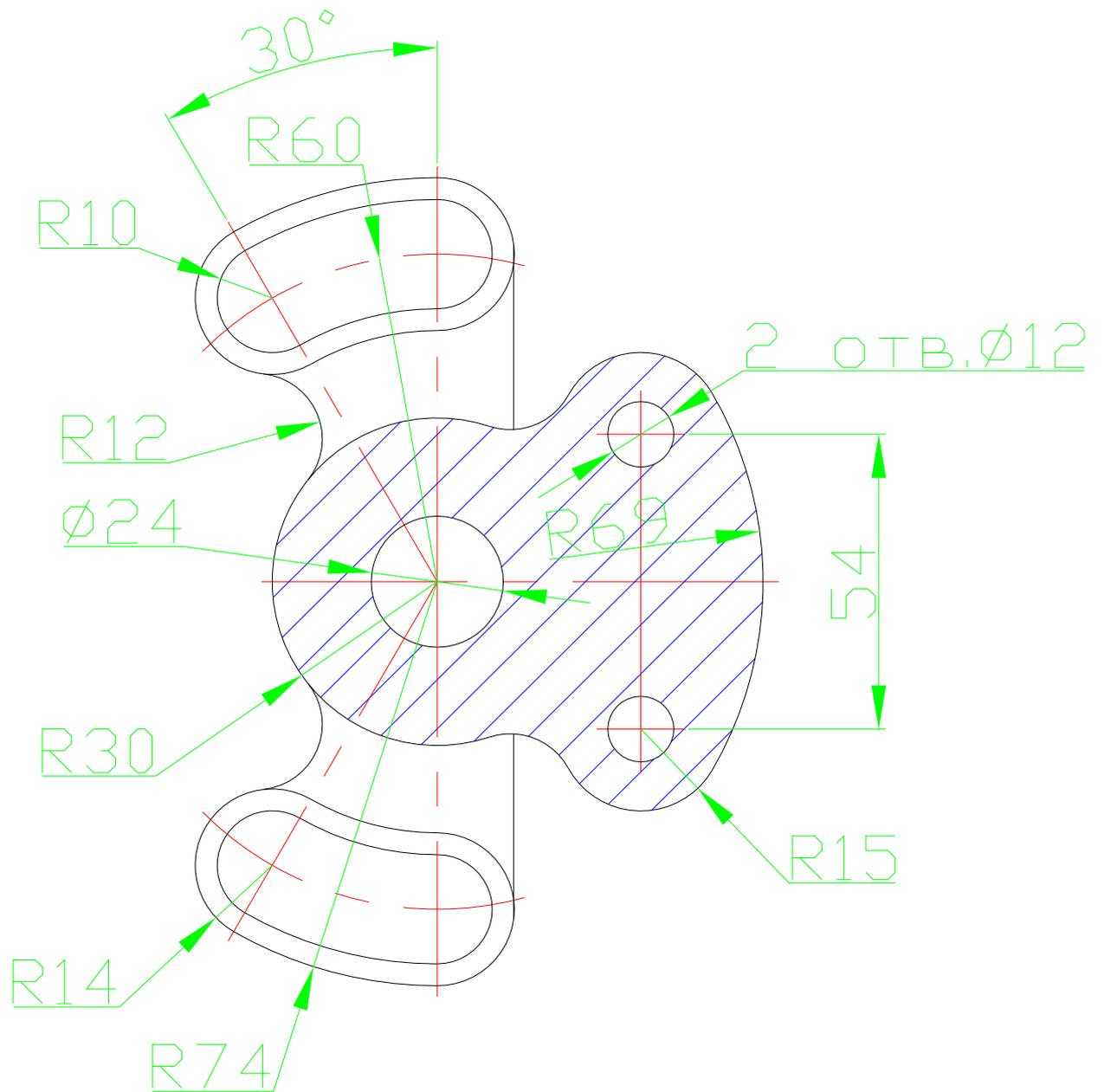


Рис. 18

Примечание: **3отв.-** набирать в регистре **RU**
%%c16- набирать в регистре **EN**.

Пример построения плоской пластины №2



1. Создание слоев.

Для каждого типа линий (основные, осевые, штриховки, размерные) установить свой слой.

В панели инструментов свойств объектов активизировать команду управления свойствами слоев .

В появившемся окне диалога активизировать команду New Layer (создать новый слой) .

В соответствующих окнах задать цвет, тип линий, толщину (согласно таблице 1).

Для осевых линий выбрать тип **CENTER 5**.

2. Создание пользовательской системы координат (ПСК).

По размерам деталь предполагает формат **A 4**.

Активизировать команду **UCS** ↵.

В ответ на запрос:

Enter an option

[New/Move/orthoGraphic/Prev/Restore/Save/Del/Apply/?/World]

<World>: в боковом экранном меню активизировать команду:

↗ **Origin**.

В ответ на следующий запрос *Specify new origin point <0,0,0>*: ввести новые координаты начала координат **90,150** ↵.

Отключить команду **OSNAP** (объектная привязка).

3. Построение осевых линий.

Сделать текущим слой осевых линий (выбрать из списка слоев в панели инструментов свойств объектов).

3.1. Построение осей окружностей диаметра 24 и радиуса 30

- Построение горизонтальной оси

Активизировать команду **XLINE** .

В ответ на запрос *Specify a point or [Hor/Ver/Ang/Bisect/Offset]*: в боковом экранном меню активизировать опцию **Horizont** – построение горизонтальной прямой.

В ответ на следующий запрос ввести координату начала координат:

Specify through point: **0, 0** ↵ ↵.

- Построение вертикальной оси.

Повторно активизировать команду **XLINE**, нажав ↵.

В ответ на запрос *Specify a point or [Hor/Ver/Ang/Bisect/Offset]*: в боковом экранном меню активизировать опцию **Vertical** - построение вертикальной прямой.

В ответ на следующий запрос ввести координату начала координат:
Specify through point: 0, 0 ↵ ↵.
Получается изображение (рис. 1):



Рис. 1

3.2. Построение осей окружностей диаметра 12 и радиуса 15.

- Активизировать команду **XLINE** .

В ответ на запрос *Specify a point or [Hor/Ver/Ang/Bisect/Offset]*: в боковом экранном меню активизировать опцию **Horizontal** - построение горизонтальной прямой.

В ответ на следующий запрос ввести координаты точки:

Specify through point: 0, 27 ↵ ↵.

- Повторно активизировать команду **XLINE**, нажав ↵ ↵.

В ответ на запрос *Specify a point or [Hor/Ver/Ang/Bisect/Offset]*: в боковом экранном меню активизировать опцию **Vertical** - построение вертикальной прямой.

В ответ на следующий запрос ввести координаты точки:

Specify through point: 37, 0 ↵ ↵.

- Получение изображения на весь экран.

Активизировать команду **ZOOM** .

Левой кнопкой мыши выделить необходимую область.

Изображение (рис. 2):

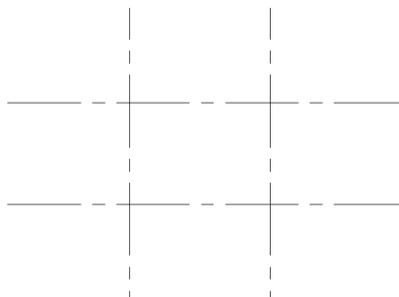


Рис. 2

3.3. Активизировать команду **XLINE**



В ответ на запрос *Specify a point or [Hor/Ver/Ang/Bisect/Offset]:* в боковом экранном меню активизировать опцию **Angle** – построение прямой по точке и углу.

В ответ на следующий запрос ввести величину угла:

Enter angle of xline (0) or [Reference]: **120** ↵.

В ответ на следующий запрос ввести координаты точки:

Specify through point: **0, 0** ↵ ↵.

Изображение (рис. 3):

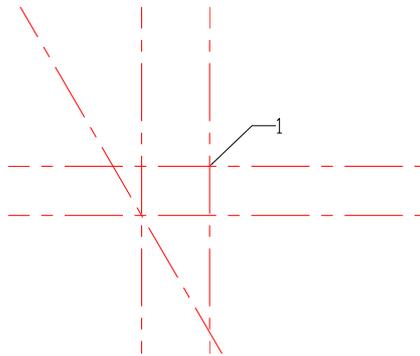


Рис. 3

3.4. Построение дополнительных окружностей для получения осей.

- Активизировать команду **CIRCLE**



В боковом экранном меню активизировать опцию **Cen, Rad** – построение по центру и радиусу.

В ответ на запрос ввести координаты центра окружности:

Specify center point for circle or [3P/2P/Ttr (tan tan radius)]: **0, 0** ↵.

В ответ на следующий запрос ввести величину радиуса:

Specify radius of circle or [Diameter]: **32** ↵.

- Повторно активизировать команду **CIRCLE**, нажав ↵.

В боковом экранном меню активизировать опцию **Cen, Rad** – построение по центру и радиусу.

В ответ на запрос ввести координаты центра окружности:

Specify center point for circle or [3P/2P/Ttr (tan tan radius)]: **0, 0** ↵.

В ответ на следующий запрос ввести величину радиуса

Specify radius of circle or [Diameter]: **60** ↵.

- Повторно активизировать команду **CIRCLE**, нажав ↵.

В боковом экранном меню активизировать опцию **Cen, Dia** – построение по центру и диаметру.

В ответ на запрос *Specify center point for circle or [3P/2P/Ttr (tan tan radius)]*:

в боковом экранном меню активизировать команду ******** (разовая объектная привязка) и её опцию **Intersec** (привязка к точке пересечения двух объектов), задать точку 1 (рис. 3).

В ответ на следующий запрос ввести величину диаметра:

Specify radius of circle or [Diameter]: _d Specify diameter of circle: 16 ↵.

Получается изображение (рис. 4):

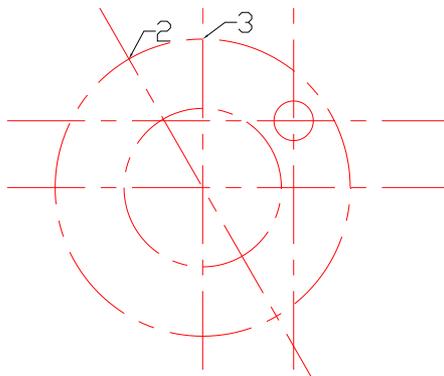


Рис. 4

- Активизировать команду **CIRCLE**, нажав ↵.

В боковом экранном меню активизировать опцию **Cen, Rad** – построение по центру и радиусу.

В ответ на запрос *Specify center point for circle or [3P/2P/Ttr (tan tan radius)]*:

в боковом экранном меню активизировать команду ******** (разовая объектная привязка) и её опцию **Intersec** (привязка к точке пересечения двух объектов), задать точку 2 (рис. 4).

В ответ на следующий запрос ввести величину радиуса:

Specify radius of circle or [Diameter]: 16 ↵.

- Активизировать команду **CIRCLE**, нажав ↵.

В боковом экранном меню активизировать опцию **Cen, Rad** – построение по центру и радиусу.

В ответ на запрос *Specify center point for circle or [3P/2P/Ttr (tan tan radius)]*:

в боковом экранном меню активизировать команду ******** (разовая объектная привязка) и её опцию **Intersec** (привязка к точке пересечения двух объектов), задать точку 3 (рис. 4).

В ответ на следующий запрос ввести величину радиуса:

Specify radius of circle or [Diameter]: 16 ↵.

Изображение (рис. 5):

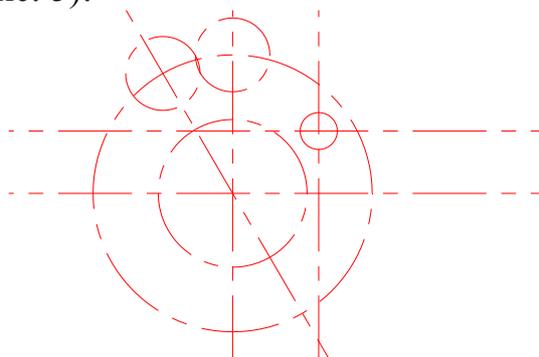


Рис. 5

3.5. С помощью команды **TRIM**  удалить все лишние элементы.
Изображение (рис. 6):

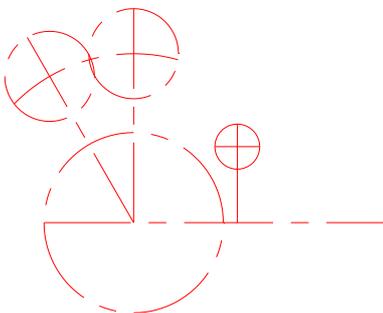


Рис. 6

3.6. С помощью команды **DELETE** удалить вспомогательные окружности.

Изображение (рис. 7):

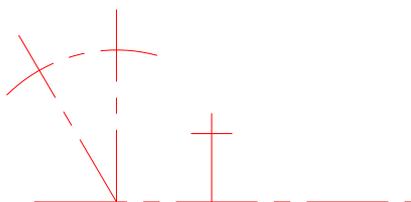


Рис. 7

4. Построение контура детали.

Сделать текущим слой основных линий (выбрать из списка слоев в панели инструментов свойств объектов), слой осевых линий оставить видимым.

4.1. Построение окружностей (диаметр 24 и радиус 30).

- Активизировать команду **CIRCLE** .

В боковом экранном меню активизировать опцию  **Cen, Dia** – построение по центру и диаметру.

В ответ на запрос ввести координаты центра окружности:

Specify center point for circle or [3P/2P/Ttr (tan tan radius)]: 0, 0 ↵.

В ответ на следующий запрос ввести величину диаметра:

Specify radius of circle or [Diameter]: _d Specify diameter of circle: 24 ↵.

- Повторно активизировать команду **CIRCLE**, нажав ↵.

В боковом экранном меню активизировать опцию **Cen, Rad** – построение по центру и радиусу.

В ответ на запрос ввести координаты центра окружности:

Specify center point for circle or [3P/2P/Ttr (tan tan radius)]: 0, 0 ↵.

В ответ на следующий запрос ввести величину радиуса:

Specify radius of circle or [Diameter]: 30 ↵.

Изображение (рис. 8):

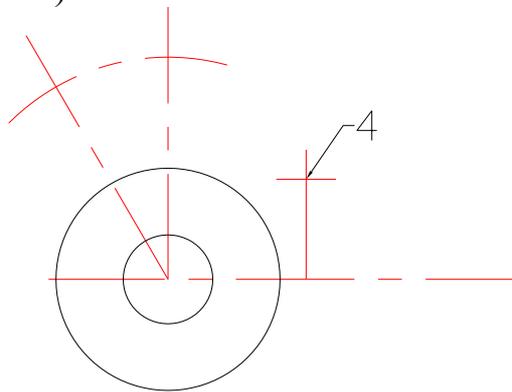


Рис. 8

4.2. Построение окружностей (диаметр 12 и радиус 15).

- Активизировать команду **CIRCLE** .

В боковом экранном меню активизировать опцию **Cen, Rad** – построение по центру и радиусу.

В ответ на запрос *Specify center point for circle or [3P/2P/Ttr (tan tan radius)]:*

в боковом экранном меню активизировать команду ******** (разовая объектная привязка) и её опцию **Intersec** (привязка к точке пересечения двух объектов), задать точку 4 (рис. 8).

В ответ на следующий запрос ввести величину радиуса:

Specify radius of circle or [Diameter]: 15 ↵.

- Повторно активизировать команду **CIRCLE**, нажав ↵.

В боковом экранном меню активизировать опцию **Cen, Dia** – построение по центру и диаметру.

В ответ на запрос *Specify center point for circle or [3P/2P/Ttr (tan tan radius)]:*

в боковом экранном меню активизировать команду ******** (разовая объектная привязка) и её опцию **Intersec** (привязка к точке пересечения двух объектов), задать точку 4 (рис. 8).

В ответ на следующий запрос ввести величину диаметра:

Specify radius of circle or [Diameter]: _d Specify diameter of circle: 12↵.

Изображение (рис. 9):

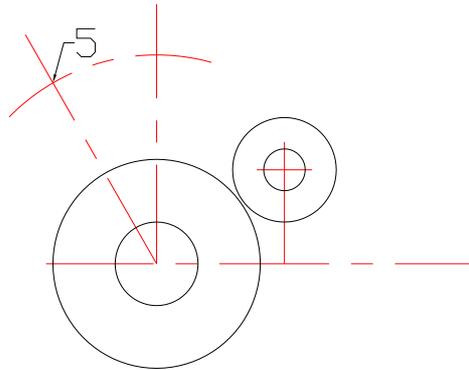


Рис. 9

4.3. Построение окружностей (радиусы 10 и 14).

- Активизировать команду **CIRCLE** .

В боковом экранном меню активизировать опцию **Cen, Rad** – построение по центру и радиусу.

В ответ на запрос *Specify center point for circle or [3P/2P/Ttr (tan tan radius)]:*

в боковом экранном меню активизировать команду ******** (разовая объектная привязка) и её опцию **Intersec** (привязка к точке пересечения двух объектов), задать точку 5 (рис. 9).

В ответ на следующий запрос ввести величину радиуса:

Specify radius of circle or [Diameter]: 10↵.

- Повторно активизировать команду **CIRCLE**, нажав ↵.

В боковом экранном меню активизировать опцию **Cen, Rad** – построение по центру и радиусу.

В ответ на запрос *Specify center point for circle or [3P/2P/Ttr (tan tan radius)]:*

в боковом экранном меню активизировать команду ******** (разовая объектная привязка) и её опцию **Intersec** (привязка к точке пересечения двух объектов), задать точку 5 (рис. 9).

В ответ на следующий запрос ввести величину радиуса:

Specify radius of circle or [Diameter]: 14 ↵.

Изображение (рис. 10):

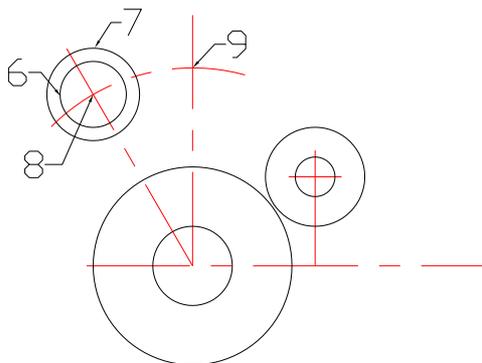


Рис. 10

- Активизировать команду **COPY** .

Левой кнопкой мыши выделить копируемые объекты 6,7 (рис. 10).

В ответ на запрос *Specify base point or [Displacement]:*

в боковом экранном меню активизировать команду  ********

(разовая объектная привязка) и её опцию  **Center** (привязка к центру окружности или дуги), задать точку 8 (рис. 10).

В ответ на запрос *Specify second point or <use first point as displacement>:*

через привязку  **Intersec** (привязка к точке пересечения двух объектов), задать точку 9 (рис. 10).

Получается изображение (рис. 11):

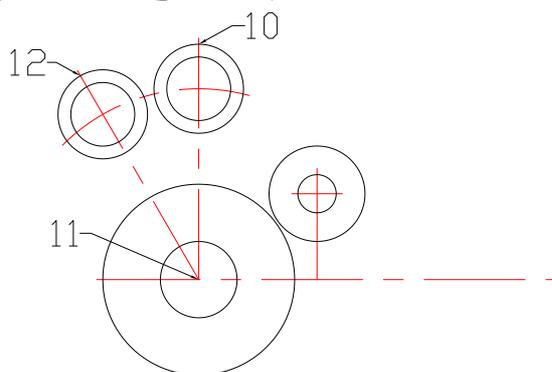


Рис. 11

4.4. Построение дуг.

- Активизировать команду **ARC** .

В боковом экранном меню активизировать опцию  **St,C,End** – начальная точка, центр, конечная точка.

В ответ на запрос *Specify start point of arc or [Center]*:
в боковом экранном меню активизировать команду  (разовая объектная привязка) и её опцию  (привязка к точке пересечения двух объектов), задать точку 10 (рис. 11).

В ответ на следующий запрос *Specify second point of arc or [Center/End]*:

через привязку  (привязка к центру окружности или дуги) задать точку 11 (рис. 11).

В ответ на запрос *Specify end point of arc or [Angle/chord Length]*:
через привязку  (привязка к точке пересечения двух объектов), задать точку 12 (рис. 11).

Аналогично получить три другие дуги.

Изображение (рис. 12):

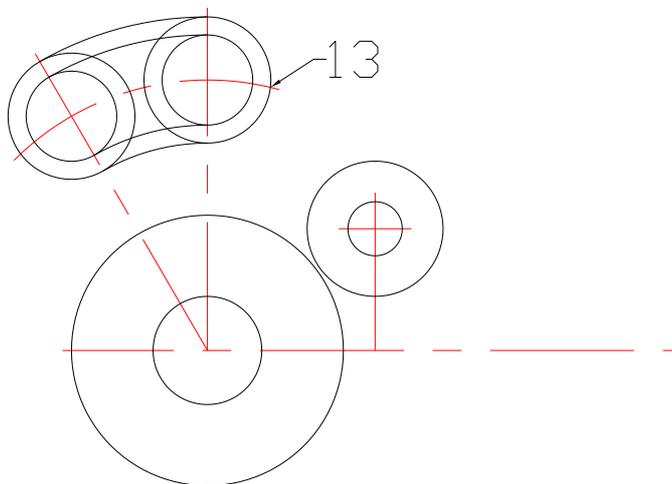


Рис. 12

4.5. Построение вертикальной прямой.

- Активизировать команду **XLINE** .

В ответ на запрос *Specify a point or [Hor/Ver/Ang/Bisect/Offset]*:
в боковом экранном меню активизировать опцию  – построение вертикальной прямой.

В ответ на следующий запрос *Specify through point*: в боковом экранном меню активизировать команду  (разовая объектная привязка) и её опцию  (привязка к точке пересечения двух объектов), задать точку 13 (рис. 12).

Получается изображение (рис. 13):

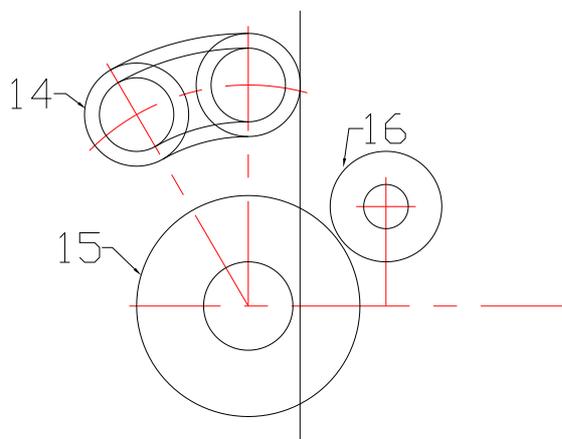


Рис. 13

4.6. Построение сопряжений.

- Активизировать команду **FILLET** .

В боковом экранном меню активизировать опцию .

В ответ на следующий запрос ввести величину радиуса сопряжения
Select first object or [Undo/Polylines/Radius/Trim/Multiple]: *_r Specify fillet radius <0.0000>:* **12** ↵.

Далее левой кнопкой мыши указать сопрягаемые объекты 14 и 15 (рис. 13).

- Повторно активизировать команду **FILLET**, нажав ↵.

Так как радиус сопряжения тот же, то в ответ на запрос:
Select first object or [Undo/Polylines/Radius/Trim/Multiple]: левой кнопкой мыши указать сопрягаемые объекты 15 и 16 (рис. 13).

Получается изображение (рис. 14):

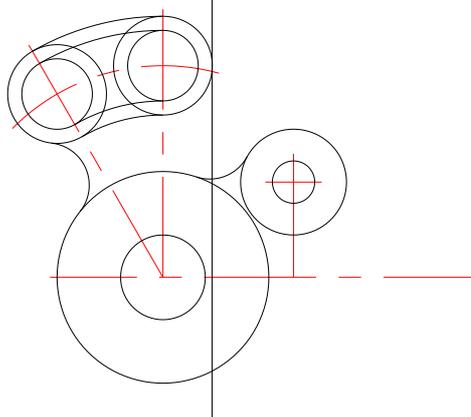


Рис. 14

4.7. С помощью команды **TRIM**  удалить все лишние элементы.

Изображение (рис. 15):

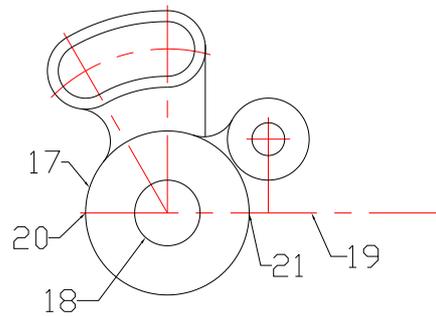


Рис. 15

4.8. Получение зеркального отображения.

- Активизировать команду **MIRROR**



Левой кнопкой мыши выделить отображаемые объекты (все элементы кроме 17,18,19 - Рис. 15).

В ответ на запрос *Specify first point of mirror line:*

в боковом экранном меню активизировать команду  (разовая объектная привязка) и её опцию  (**Intersec** (привязка к точке пересечения двух объектов), задать точку 21 (рис. 15).

В ответ на запрос *Specify second point of mirror line:*

через привязку  (**Intersec** (привязка к точке пересечения двух объектов), задать точку 22 (рис. 15).

В ответ на следующий запрос нажать Enter:

Erase source objects? [Yes/No] <N>: ↵.

- С помощью команды **ZOOM** ↵
A ↵

получили изображение (рис. 16):

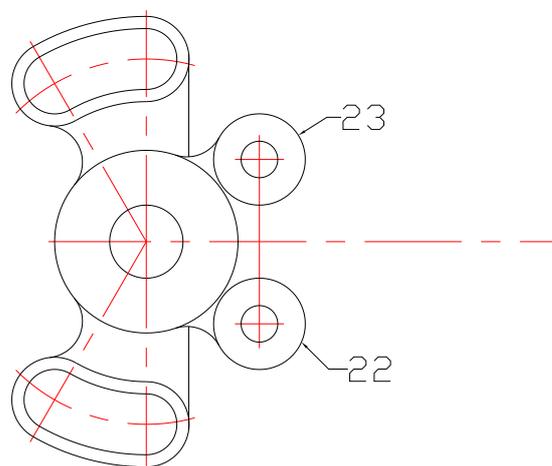


Рис. 16

4.9. Построение дуги (радиус 69).

- Активизировать команду **CIRCLE** 

В боковом экранном меню активизировать опцию  – построение по двум касательным и радиусу.

В ответ на запрос *Specify point on object for first tangent of circle:* левой кнопкой мыши задать окружность 22 (рис. 16).

В ответ на запрос *Specify point on object for second tangent of circle:* левой кнопкой мыши задать окружность 23 (рис. 16).

В ответ на следующий запрос ввести величину радиуса:

Specify radius of circle: **69** ↵.

Изображение (рис. 17):

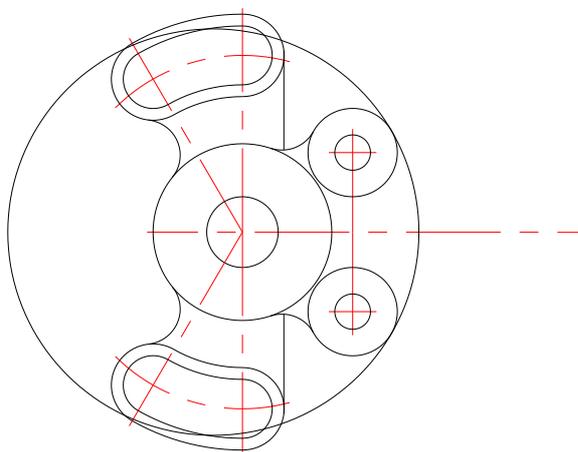


Рис. 17

4.10. С помощью команды **TRIM**  удалить все лишние элементы.

Изображение (рис. 18):

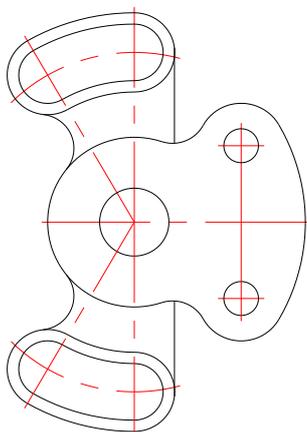


Рис. 18

5. Штриховка указанной зоны.

5.1. Сделать текущим слой линий штриховки (выбрать из списка слоев в панели инструментов свойств объектов), слой осевых линий сделать невидимым (рис. 19):

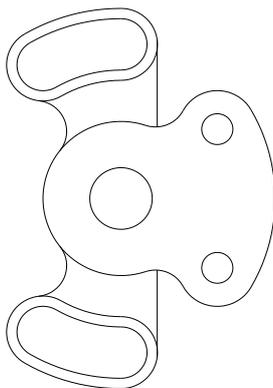


Рис. 19

5.2. Активизировать команду **ВНАТЧ** .

В появившемся окне диалога активизировать опцию **Pattern** (структура), в появившемся списке выбрать **ANSI31**; установить шаг штриховки **Scale 2** и угол **Angle 0**; выбрать опцию **Add Pick point** (выбрать точки) и курсором указать точку в зоне штриховки ↵

OK ↵.

Получается изображение (рис. 20):

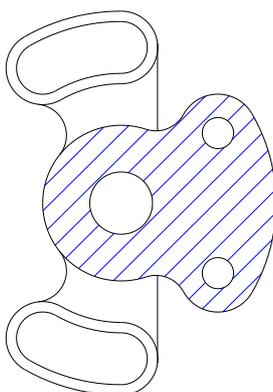


Рис. 20

6. Простановка размеров.

6.1. Сделать текущим слой размерных линий (выбрать из списка слоев в панели инструментов свойств объектов), слой осевых линий сделать видимым (рис. 21):

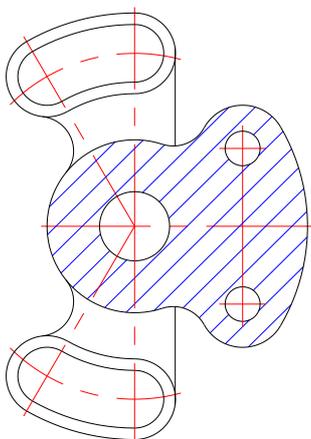


Рис. 21

6.2. Установка стиля размеров.

В строке падающих меню активизировать команду **Format** (Формат), опцию **Dimension Style** (Размерные стили).

В появившемся окне диалога выбрать опцию **Modify** (изменить), в соответствующих вкладках задать:

размер стрелки 8, высоту текста 10, ориентацию текста согласно ISO.

6.3. Ввод размеров с клавиатуры.

При простановке размеров в ответ на запрос:

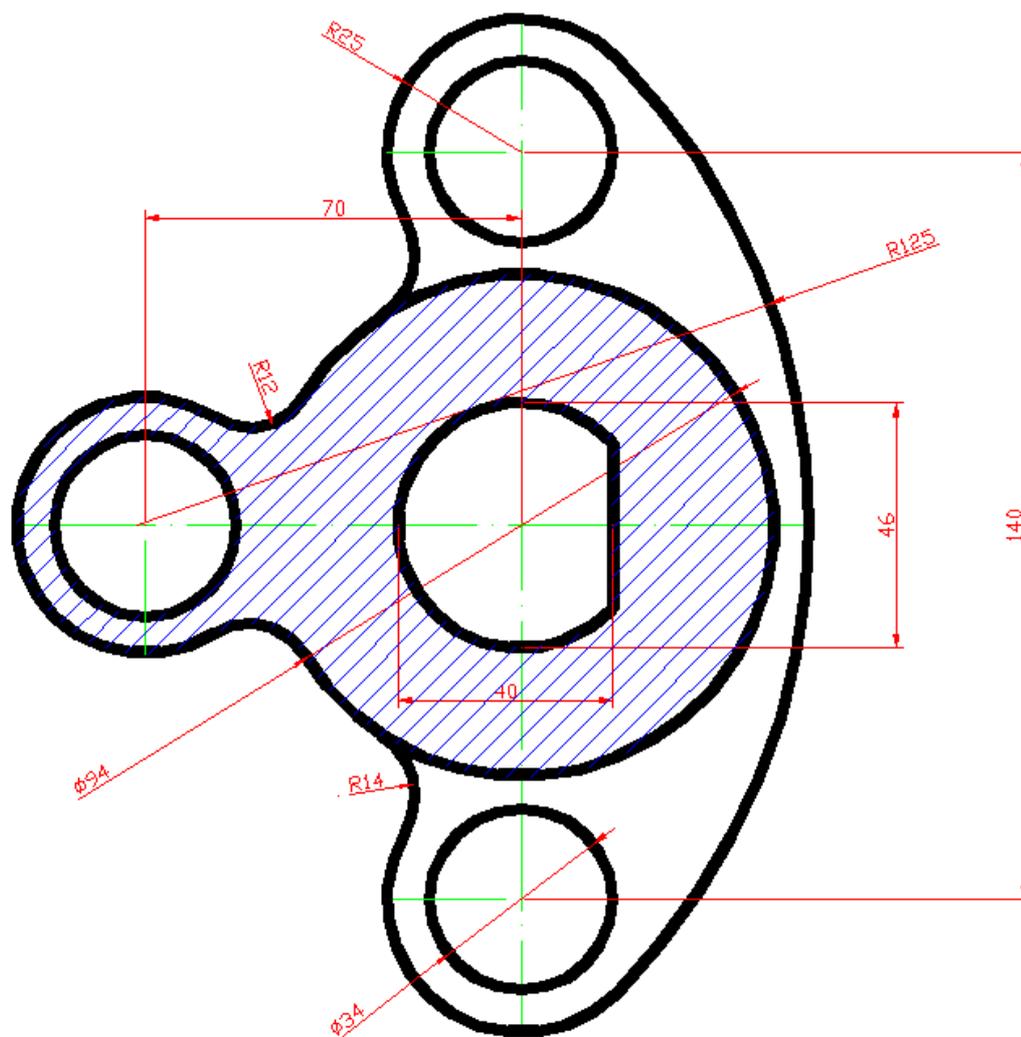
Specify dimension line location or [Mtext/Text/Angle]: ввести **t** ↵.

В ответ на следующий запрос ввести необходимый текст и размер (для получения знака диаметра использовать символы **%%c**):

Enter dimension text: **2 отв.%%c12** ↵.

Окончательный чертеж детали представлен на рис. исходного задания.

Пример построения плоской пластины №3



1. Построение пересечения линий.

На панели инструментов активизируем пиктограмму команды **XLINE** → вводим на клавиатуре **h** → **Enter** → щелкаем мышью в произвольную точку на экране → **Enter**. Аналогично строим вертикальную линию, но при вводе с клавиатуры вводим **V** и щелкаем в любую точку на горизонтали, чтобы получить две взаимно перпендикулярные линии.

2. Строим окружности с заданным диаметром.

На панели инструментов активизируем пиктограмму команды **CIRCLE** (окружность) → щелкаем в точку пересечения построенных линий → в командной строке набираем **R** → вводим величину радиуса окружности **47** → **Enter**.

Аналогично строим окружность радиусом 23, заданную в задании через диаметр 46, указав мышью при включенной команде **OSNAP** центр окружности там же, где и центр предыдущей окружности.

3. Построение других окружностей.

Строим окружность радиусом 70 из того же центра.

Из точек, появившихся при построении этой окружности с вертикалью и горизонталью строим окружности с заданными радиусами согласно заданию, т.е. три окружности радиусом 17, две окружности радиусом 25 и одну – радиусом 24.

Удаляем вспомогательную окружность радиусом 70, выделив ее мышью и нажав клавишу **Delete**.

4. Построение отрезка АВ.

Из точки К строим окружность радиусом 40. Через появившуюся точку пересечения этой окружности и горизонтали строим вертикаль (рис. 1 и 2).

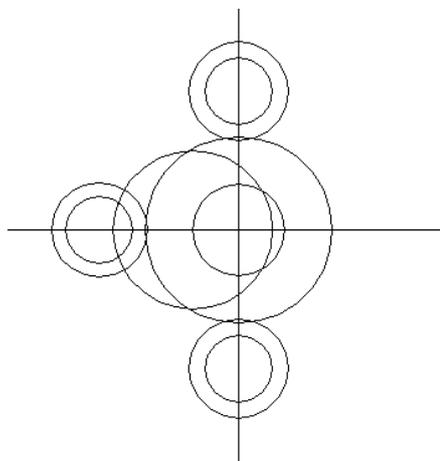


Рис. 1

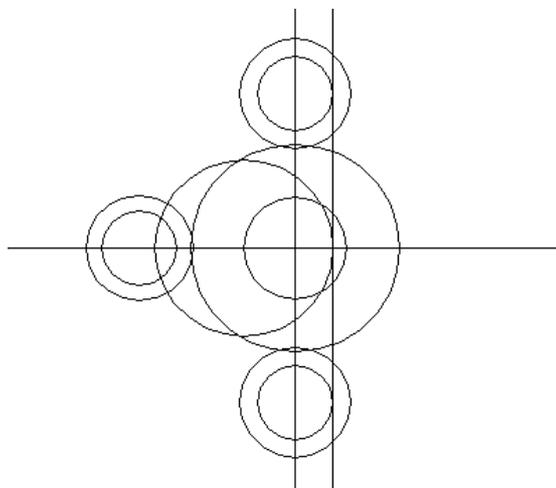


Рис. 2

Удаляем вспомогательную окружность. Удаляем часть окружности диаметром 46 с помощью команды **TRIM**. Затем удаляем части вертикали с помощью той же команды.

5. Построение скруглений.

Активизируем пиктограмму команды **FILLET** (Скругление), с клавиатуры вводим **R** → **Enter** → вводим значение радиуса скругления **12** → **Enter** → в ответ на запрос выделить поочередно щелчками мыши сопрягаемые окружности → **Enter**.

Аналогично провести сопряжения в местах, согласно рисунку задания с радиусом скругления **14** (рис. 3).

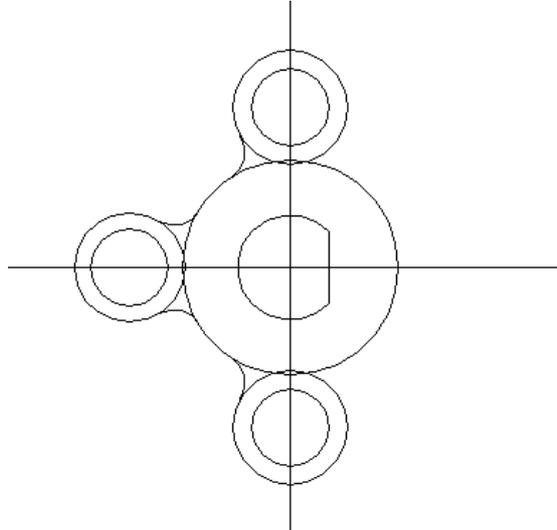


Рис. 3

6. Построение сопрягающей дуги радиусом 125.

Активизируем пиктограмму **CIRCLE** (Окружность) → в боковом меню выбираем **TTR** → щелкаем по верхней окружности → щелкаем по нижней окружности → в ответ на запрос вводим величину радиуса **125** → **Enter** (рис. 4).

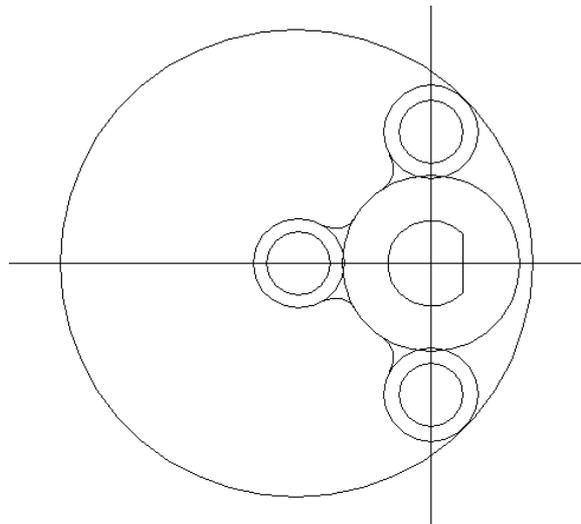


Рис. 4

7. С помощью команды **TRIM** удаляем лишние части окружности: активизируем пиктограмму **TRIM** → выделяем верхнюю, нижнюю окружности и вертикаль как режущие кромки → **Enter** → щелкаем по левой части большой окружности, затем по оставшимся кусочкам окружности сверху и снизу → **Enter** (рис. 5).

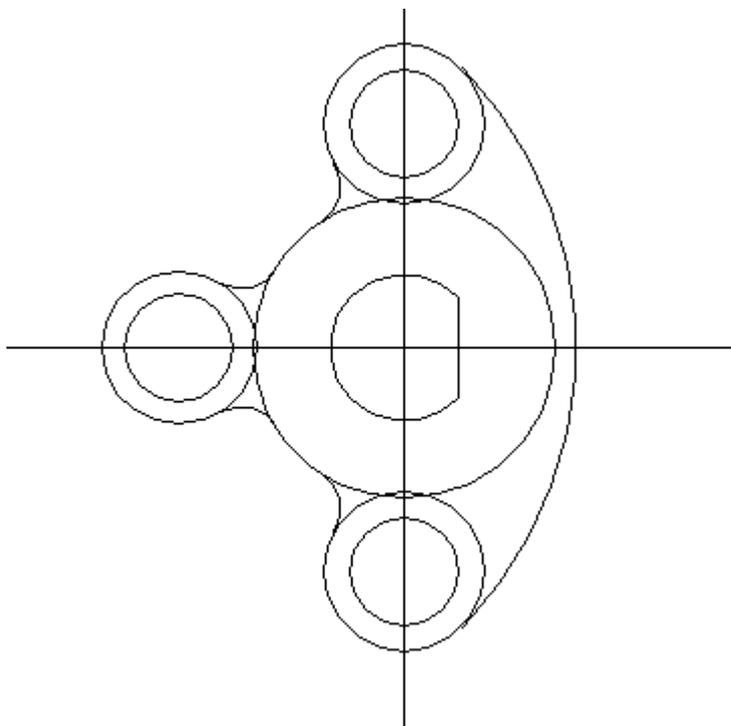


Рис. 5

8. Построение осевых линий окружностей.

Строим вертикаль и горизонтали с помощью команды **XLINE** через центры окружностей. Удаляем лишние части линий с помощью команды **TRIM** (рис. 6).

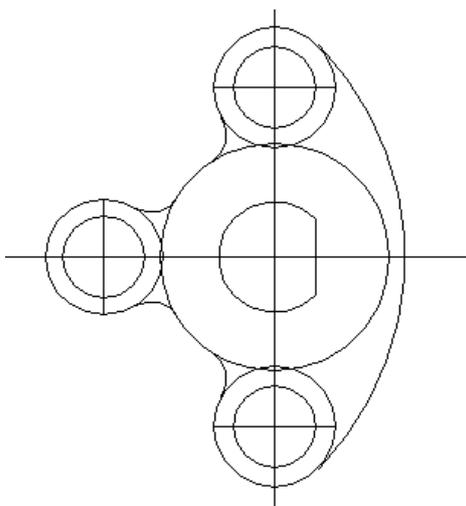


Рис. 6

9. Удаление лишних линий.

С помощью команды **TRIM** удаляем выступающие части вертикали и горизонтали, указав в качестве режущих кромок внешние окружности и дугу справа → **Enter** → щелкаем на выступающие части линий.

С помощью этой же команды удаляем внутренние части дуг окружностей согласно рисунку задания (рис. 7).

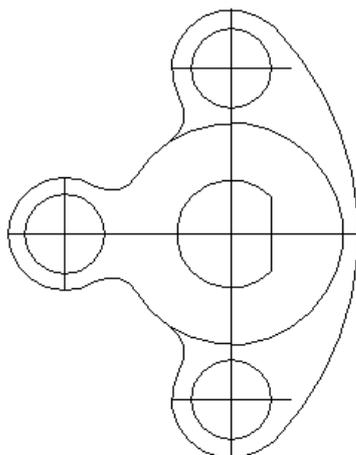


Рис. 7

10. Выполнение штриховки.

Активизируем пиктограмму команды **HATCH** (Штриховка) → в появившемся диалоговом окне щелкаем по значку многоточия → из представленных штриховок выбираем **ANSI31** → **ОК** → щелкаем на пиктограмму «Точки указки» → щелкаем на чертеже в те области, которые нужно заштриховать (указываем их до тех пор, пока не выделится вся необходимая площадь) → **Enter** → в появившемся окне нажимаем **ОК**. Площадь заштрихована (рис. 8).

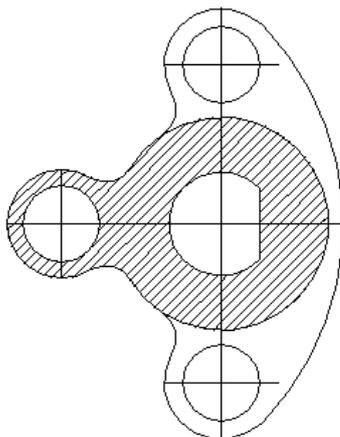


Рис. 8

11. Простановка размеров.

Пример простановки размера: Щелкаем на пиктограмму простановки размера «Выровненная массивность» → при включенной команде **OSNAP** щелкаем на точку **C** → не отпуская левой кнопки мыши тянем поя-

вившуюся линию до точки D → щелкаем на ней левой кнопкой мыши → тянем появившуюся выносную параллельную линию до необходимого уровня → **Enter**.

Аналогично проставляем все необходимые размеры, как показано на рисунке задания.

Для простановки размера радиуса окружности активизируем пиктограмму «Радиальная массивность» → выделяем окружность и тянем появившуюся выносную линию до необходимой величины → щелкаем левой кнопкой мыши.

Для корректировки цвета, толщины и типа выносной линии выделяем ее левой кнопкой мыши, затем назначаем эти свойства в окнах панели инструментов свойств объектов → **Enter**.

Аналогично корректируем тип, толщину и цвет остальных линий. В итоге получаем изображение, приведенное в исходном задании.

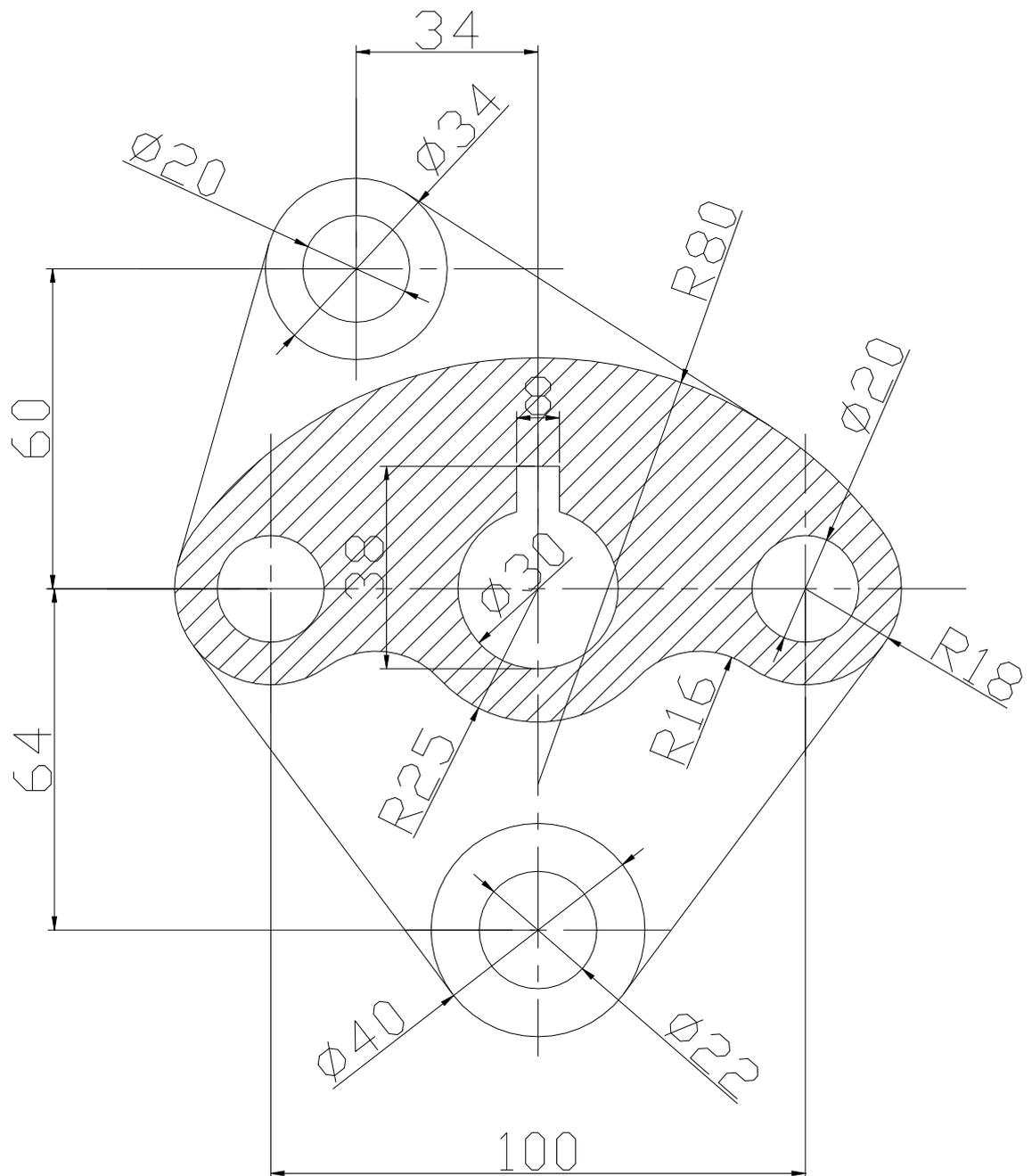
12. Создание слоев.

На Панели инструментов свойств объектов активизируем кнопку «Слои» → щелкаем на «Новый» → в списке появляется новый слой → задаем ему имя, например Слой 1 → назначаем последовательно все необходимые свойства (цвет и тип линии, толщину) → «Сохранить» → ОК. В списке слоев появляется заданный нами слой. Включив его и отключив все остальные (щелкая на значок лампочки) можно работать в этом слое. Включая несколько слоев сразу, изображения на них будут накладываться друг на друга и можно получить полноценный чертеж.

13. Копирование изображений из одного слоя в другой.

Активизируем один из слоев, т.е. на Панели свойств слоев раскрываем список созданных слоев и щелкаем по лампочке напротив нужного нам слоя, «лампочки» остальных слоев выключаем также щелчком мыши, затем щелкаем мышью на название того слоя, в котором хотим работать, т.е. активизировать. Список закрывается. Остается включенный нами активизированный слой, атрибуты которого выводятся в строке состояния слоя на панели свойств слоев → выделяем те объекты, которые нужно скопировать → щелкаем на главной панели инструментов «Редактирование» → выбираем «Копировать» → в Списке управления слоями отключаем текущий слой и включаем тот, куда хотим скопировать выбранные объекты → в новом слое щелкаем на главной панели инструментов «Редактирование» → выбираем «Вставить». Появляется в этом слое изображение скопированных объектов.

Пример построения плоской пластины №4



Тип линий	Толщина	Цвет
Основного контура	0,6	Черный
Осевые	0,2	Красный
Размерные	0,09	Зеленый
Штриховка	0,09	Синий

1. В статусной строке включить кнопки **ПРИВЯЗКА**, **СЕТКА**, **ОРТО**.

2. Создание пользовательской системы координат (ПСК). Вводим в командной строке **UCS**, нажимаем enter и переводим стрелку мыши в то место от куда мы хотим чтоб началась новая система координат.

3. Через начало координат проводим горизонтали и вертикали осевую линию.

Активируем кнопку  и в боковом меню выбираем **Вертикал** и аналогично **Горизонт**.

4. Выделяем верхний правый угол с помощью команды , в итоге получаем увеличенное изображение.

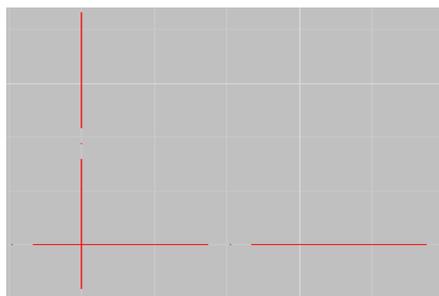


Рис. 1

5. Строим окружность. Выбираем команду,  потом в боковом меню выбираем **Ц,Диам**, затем в командной строке вводим значение окружности **30**. Потом в верхней части окружности чертим впадину. Из точки пересечения осевой линии и линии окружности вправо и влево проводим линию. Выбираем команду , ставим первую точку, отводим указатель мыши влево и в командной строке вводим длину отрезка **4**. Аналогично делаем в правую сторону (см. рис. 2).

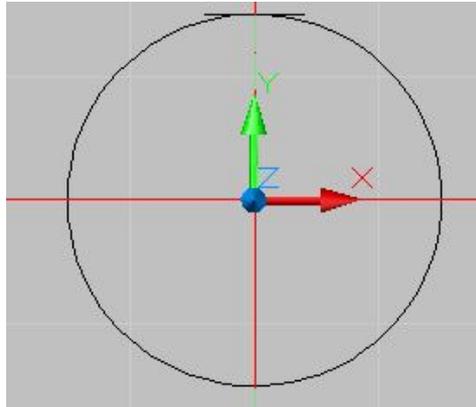


Рис. 2

6. Далее из полученных точек проводим вертикальные линии. Выбираем команду  и в боковом меню выбираем **Вертикал**. Проводим линии. Далее из точки пересечения окружности и осевой линии строим линию, ограничивающую вершину впадины. Выбираем команду , отводим указатель мыши вверх и в командной строке вводим значение отрезка **8**, затем подтверждаем команду нажатием **enter**. Затем из полученной точки вправо и влево строим отрезки до пересечения с вертикальными линиями (см. рис. 3).

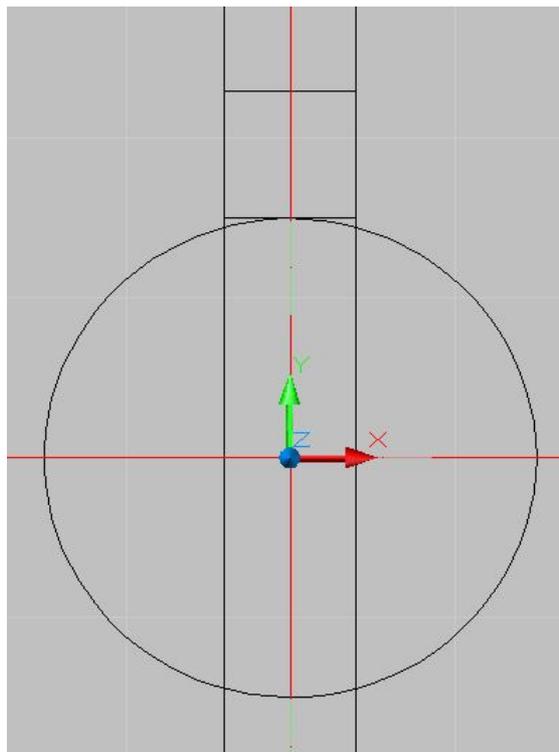


Рис. 3

7. Обрезаем лишние линии. Выбираем команду  и выделяем границы, затем нажимаем **enter** и выделяем ту линию, которую надо удалить (см. рис. 4).

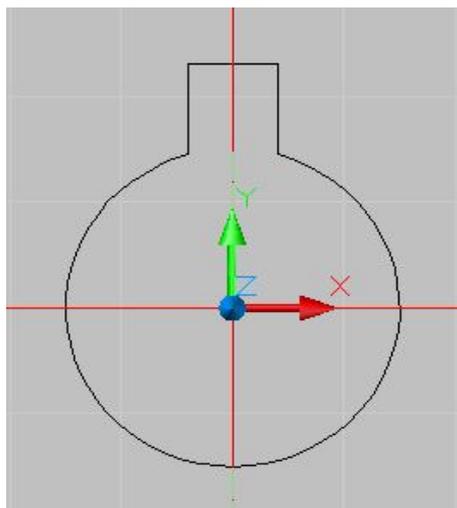


Рис. 4

8. Из начала координат строим еще окружность. Выбираем команду , из бокового меню выбираем **Ц,Рад**, затем в командной строке вводим значение радиуса **25** и для утверждения нажимаем **enter**. Далее из начала координат вправо и влево строим линии, концы которых будут являться центрами новых окружностей. Выбираем команду , ставим первую точку, отводим указатель мыши влево и в командной строке вводим длину отрезка **50**. Аналогично делаем в правую сторону. Затем из новых центров строим окружности. Выбираем команду  потом в боковом меню выбираем **Ц,Диам**, затем в командной строке вводим значение окружности **20** и для утверждения команды нажимаем **enter**. Затем из этих же центров строим еще окружности. Выбираем команду , из бокового меню выбираем **Ц,Рад**, затем в командной строке вводим значение радиуса **18** и для утверждения нажимаем **enter** (см. рис. 5).

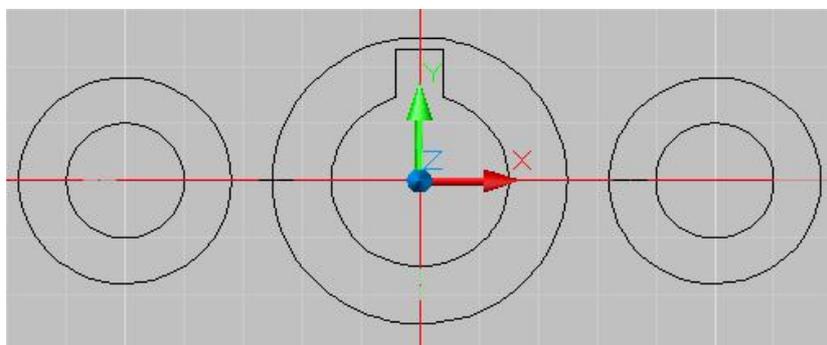


Рис. 5

9. Далее выполняем сопряжение окружностей. Выбираем команду , в боковом меню выбираем **Радиус**, затем в командной строке вводим значение радиуса **16**, для утверждения команды нажимаем **enter**, затем отмечаем две окружности, между которыми надо выполнить сопряжение. Аналогично делаем со второй стороны (см. рис. 6).

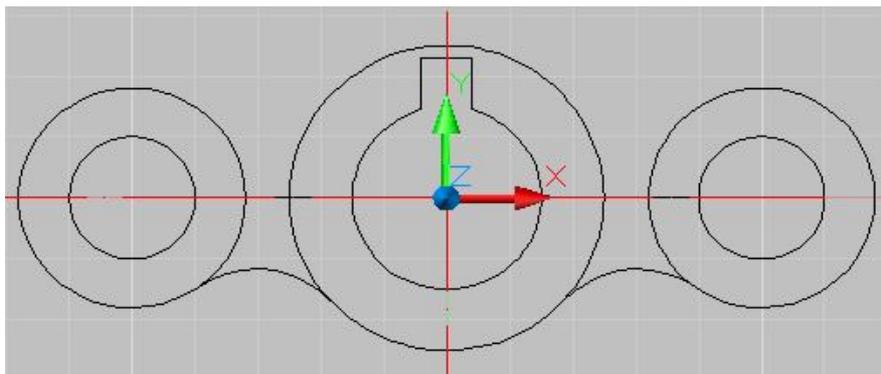


Рис. 6

10. Через центры окружностей, которые находятся с правой и левой стороны от начала координат, проводим осевые линии. Активизируем команду  и в боковом меню выбираем **Вертикал** и через центр проводим линии. Затем проводим окружность, которая будет касательной к 2 боковым окружностям. Выбираем команду , в боковом меню выбираем **ККР**, отмечаем те места на окружностях, которых эта окружность будет касаться, затем в командной строке вводим значение радиуса **80** и для утверждения команды нажимаем **enter**. (см. рис. 7)

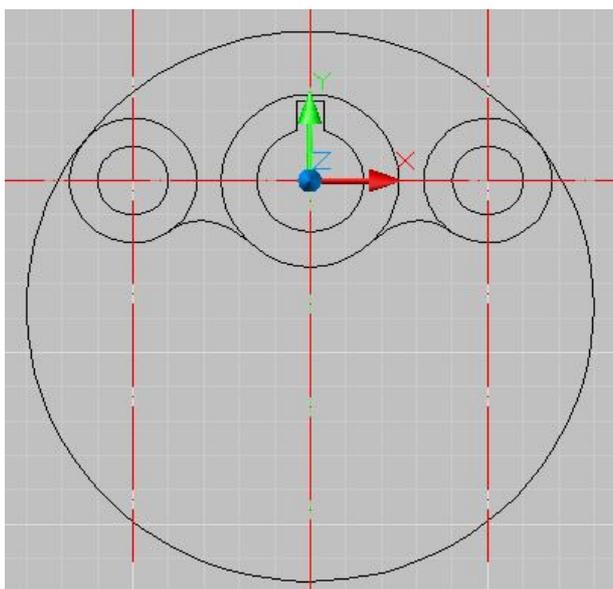


Рис. 7

11. Обрезаем лишние линии окружностей. Выбираем команду , выделяем границы, затем нажимаем **enter** и выделяем ту линию, которую надо удалить (см. рис. 8).

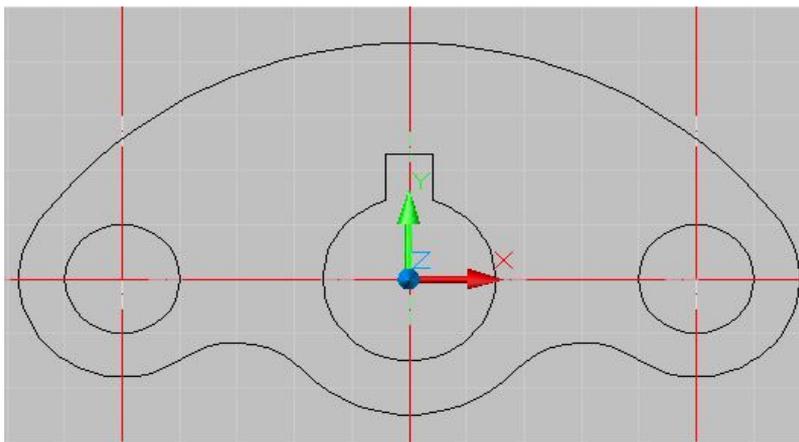


Рис. 8

12. Из точки начала координат в левую сторону откладываем отрезок. Выбираем команду , ставим первую точку, отводим указатель мыши влево и в командной строке вводим длину отрезка **34**, для утверждения команды нажимаем **enter**. Далее из полученной точки вверх откладываем отрезок. Выбираем команду , ставим первую точку, отводим указатель мыши вверх и в командной строке вводим длину отрезка **60**, для утверждения команды нажимаем **enter**. Через полученную точку проводим вертикальные и горизонтальные линии это будут новые осевые линии. Активируем кнопку  и в боковом меню выбираем **Вертикал**, подводим к нужной точки и нажимаем **enter** и аналогично **Горизонт** (см. рис.9).

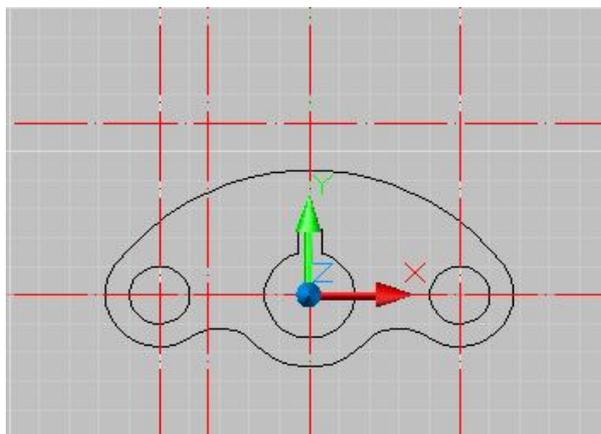


Рис. 9

13. Полученное пересечение прямых будет центром новых окружностей. Выбираем команду,  потом в боковом меню выбираем Ц,Диам, затем в командной строке вводим значение окружности **20** и для утверждения команды нажимаем **enter**. Выбираем команду,  потом в боковом меню выбираем Ц,Диам, затем в командной строке вводим значение окружности **34** и для утверждения команды нажимаем **enter** (см. рис. 10).

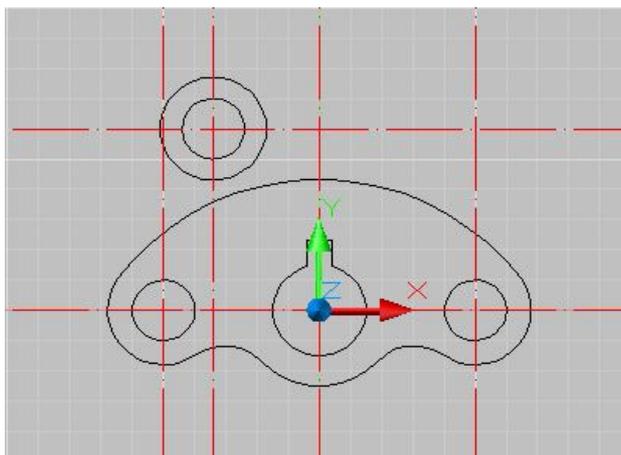


Рис. 10

14. Строим касательные линии. Выбираем команду , далее в боковом меню выбираем Касательная и отмечаем 2 точки касания. Для утверждения команды нажимаем **enter**. Аналогично строим 2 сторону (см. рис. 11).

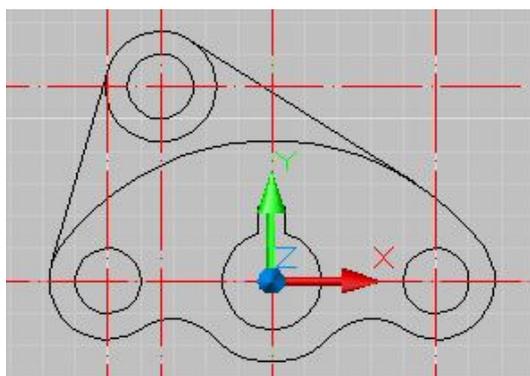


Рис. 11

15. Из начала координат вниз строим отрезок. Выбираем команду , ставим первую точку, отводим указатель мыши вниз и в командной строке вводим длину отрезка **64**, для утверждения команды нажимаем

enter. Затем из полученной точки чертим осевую горизонтальную линию. Активируем кнопку  и в боковом меню выбираем **Горизонт**, подводим к нужной точке и нажимаем **enter**. Из пересечения линий получаем новую точку, которая будет центром новых окружностей. Выбираем команду,  потом в боковом меню выбираем **Ц,Диам**, затем в командной строке вводим значение окружности 22 и для утверждения команды нажимаем **enter**. Выбираем команду,  потом в боковом меню выбираем **Ц,Диам**, затем в командной строке вводим значение окружности 40 и для утверждения команды нажимаем **enter** (см. рис. 12).

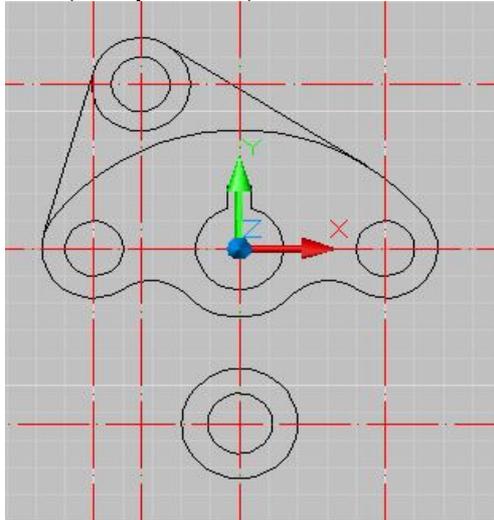


Рис. 12

16. Строим касательные линии. Выбираем команду , далее в боковом меню выбираем **Касательная** и отмечаем 2 точки касания. Для утверждения команды нажимаем **enter**. Аналогично строим 2 сторону (см. рис. 13).

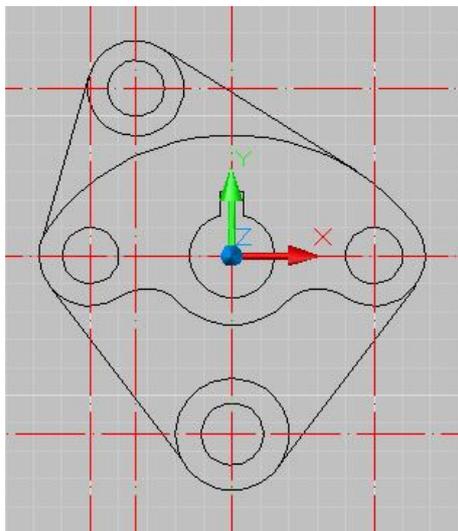


Рис. 13

17. Далее удаляем лишние участки осевых линий. Выбираем команду , выделяем границы, затем нажимаем **enter** и выделяем ту линию, которую надо удалить (см. рис. 14).

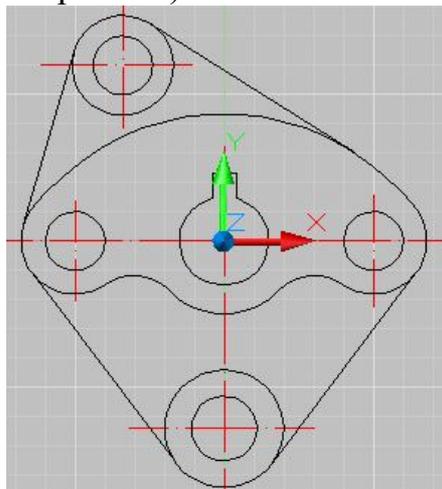
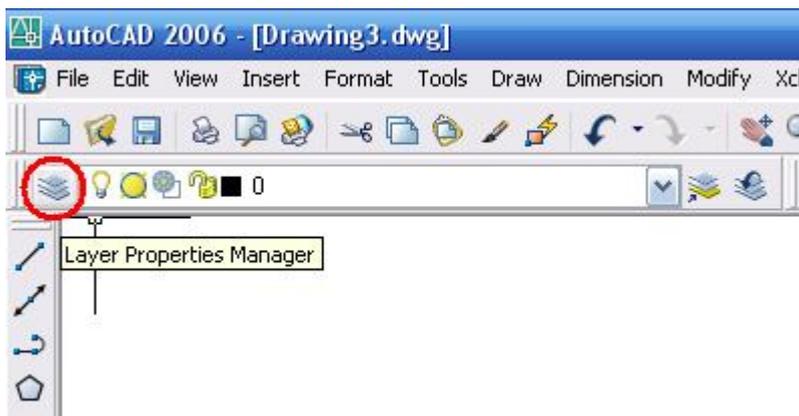


Рис. 14

18. Создание слоев. Для удобства работы в AUTOCAD предусматривается возможность рисования линий в различных слоях для разделения в процессе работы различных типов линий (напр. размерных и осевых линий, линий невидимого контура). Начнем работу с создания слоев, соответствующих каждому используемому типу линий. Выбираем команду , это кнопка вызова свойств слоев, высвечивается окно, в нем (см. рис. 15) выбираем команду , этот значок помогает создавать слой. Зайдем в окно **Свойства слоев**, где создадим следующие слой:

Нажимаем , затем вводим название слоя «контур» затем в графе цвет указываем **черный**, в графе типы линий - Continuous, в графе вес линий – **0,60**. Первый слой готов. Далее создаем второй слой.



Нажимаем , затем вводим название слоя

«осевые» затем в графе цвет указываем **красный**, в графе типы линий - ACAD_ISO04W100, в графе вес линий – **0,20**. Второй слой готов. Создаем третий слой. Нажимаем , затем вводим название слоя «размеры» затем в графе цвет указываем **зеленый**, в графе типы линий - Continuous, в графе вес

линий – **0,09**. Третий слой создан. Создаем четвертый слой. Нажимаем , затем вводим название слоя «штриховка» затем в графе цвет указываем **синий**, в графе типы линий – *Continuous*, в графе вес линий – **0,09**. (см. рис. 15)

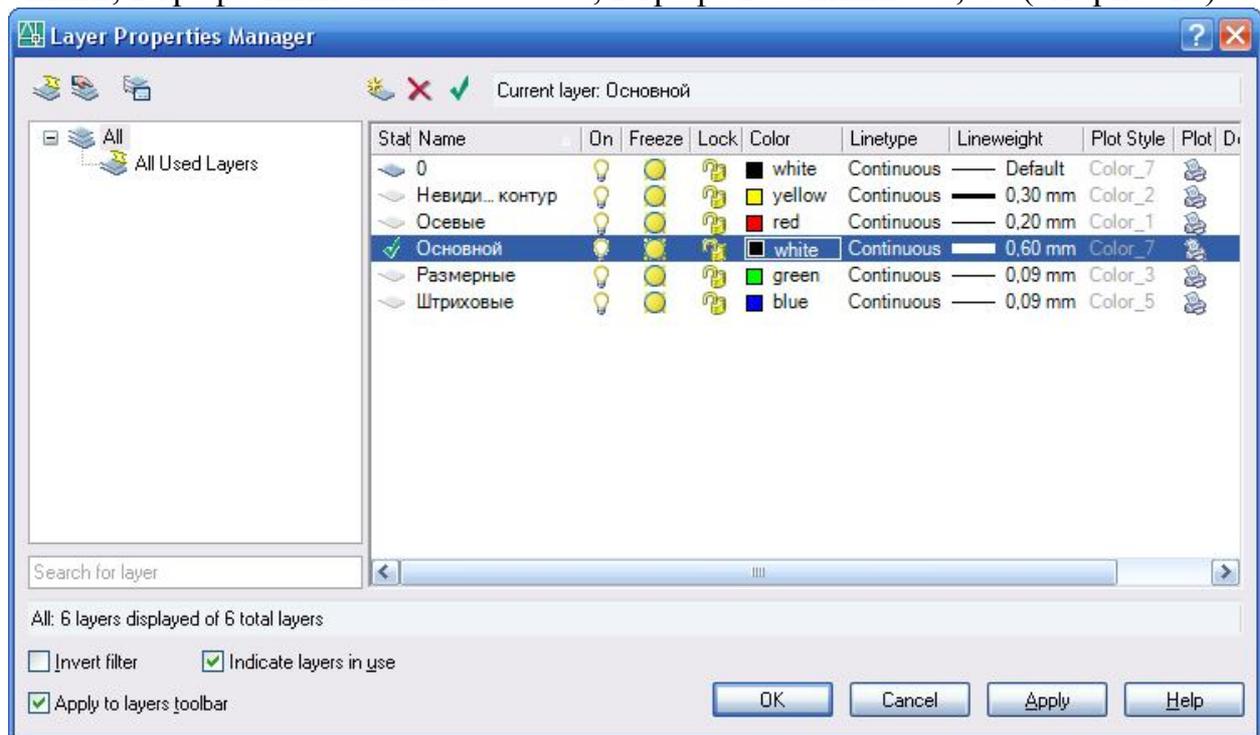


Рис. 15

19. В слое под названием «осевые» чертим все необходимые осевые линии. В слое «размеры» указываем все размеры, которые требуются для создания детали (см. рис. 16).

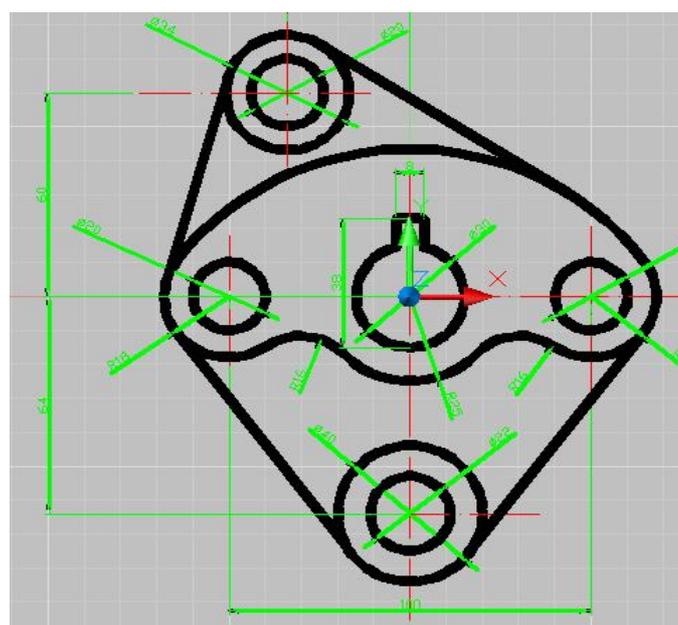


Рис. 16

20. В слое под названием «штриховка» выполняем штриховку части детали. Выбираем команду , в появившемся окне выбираем тип штриховки ANSI 31, угол 0 частота 3. Далее нажимаем кнопку, указать точки штриховки. После указанных точек нажимаем **enter**, снова появляется окно, в котором нажимаем **ОК**. Получаем заштрихованную часть детали. Наша деталь готова (см. рис. 17) .

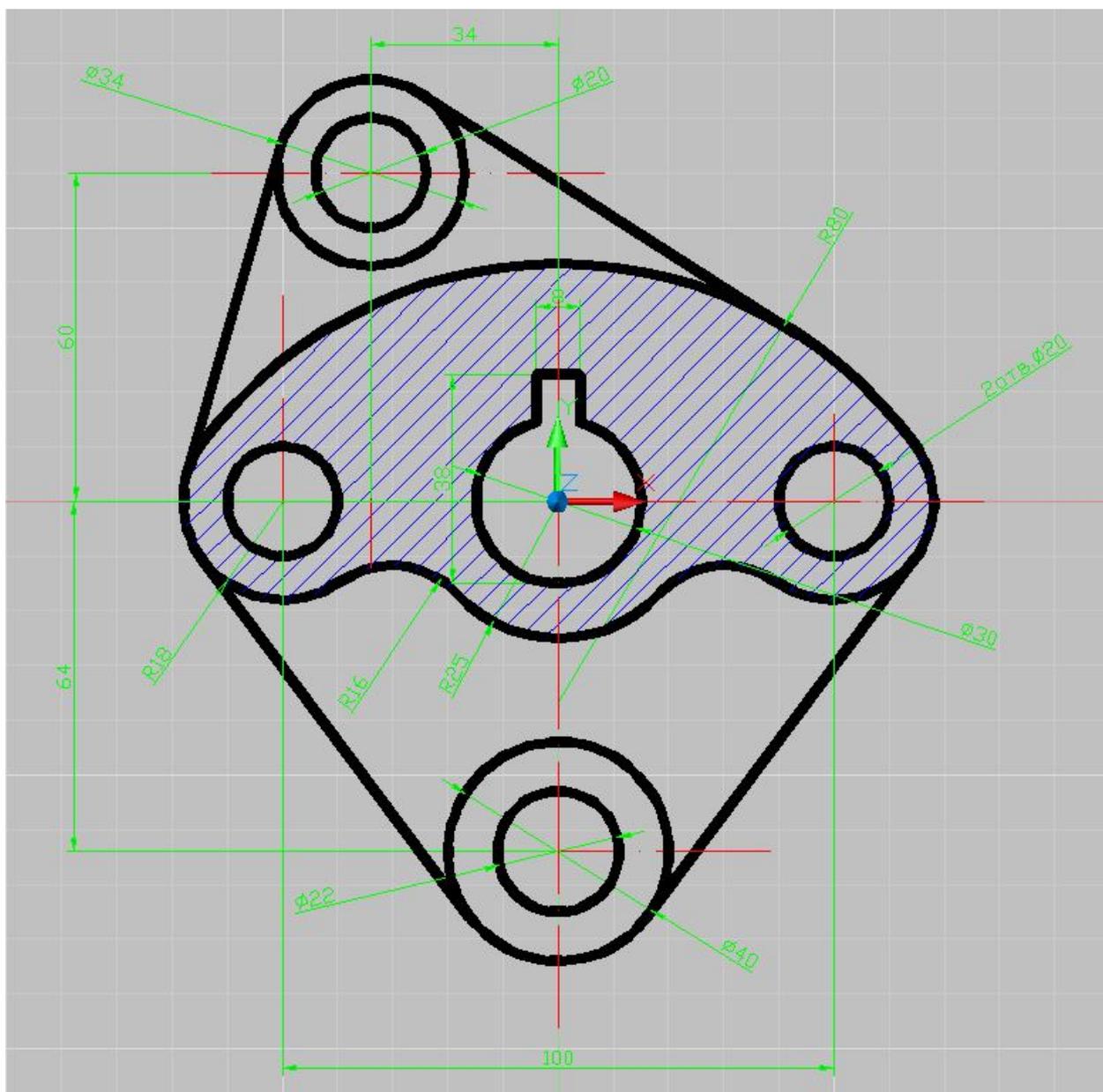


Рис. 17

ГЛАВА 3

Пространственные изображения деталей

Сложные трехмерные объекты строят из простых «кирпичиков»:

- ящик;
- клин;
- конус;
- цилиндр;
- шар;
- тор;
- и т.д.

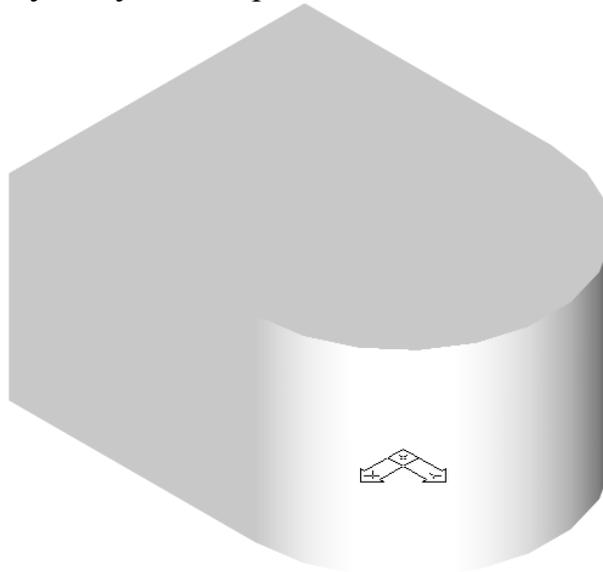
Кроме того, используют команды:

- вращения;
- выдавливания;
- сложения;
- вычитания;
- пересечения.

С помощью команды **VPORTS** AutoCAD позволяет строить деталь и наблюдать сразу с четырех точек зрения. Поэтому пространственное изображение деталей является не только моделированием, но и более доступным получением плоских чертежей.

Задача 1

Изобразить твердое тело (прямоугольный параллелепипед 350x250x200 с примыкающим к нему полуцилиндром R150 и высотой 200).



Возможны следующие этапы решения задачи:

1. В начале координат создаем «ящик».

```
BOX ↵  
0,0,0 ↵  
300,250 ↵  
200 ↵
```

2. Создаем новую систему координат:

```
UCS ↵  
Or ↵  
150,250,0 ↵
```

3. В новой системе координат создаем цилиндр:

```
CYLINDER ↵  
0,0,0 ↵  
150 ↵ (задаем радиус)  
200 ↵ (задаем высоту)
```

4. Объединяем объекты:

```
UNION ↵  
□(выделяем ящик)  
□ ↵(выделяем цилиндр)
```

5. Выбор точки взгляда:

```
VPOINT ↵  
1,1,1 ↵
```

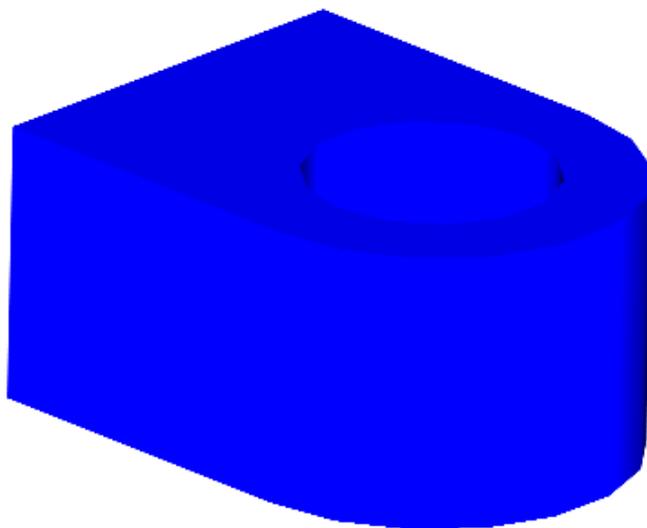
Следует заметить, что намного интереснее будет, если создание объекта начинают сразу с этого этапа.

6. **HIDE** ↵
RENDER ↵

Задача 2

Изобразить твердое тело.

В предыдущей детали появилось отверстие диаметром 180.



Для получения изображения такой детали необходимо повторить 4 этапа решения предыдущей задачи, а затем:

5. В системе координат создаем цилиндр диаметром 180:

CYLINDER ↵

0,0,0 ↵

90 ↵(указываем радиус)

200 ↵(указываем высоту)

6. Вычитание:

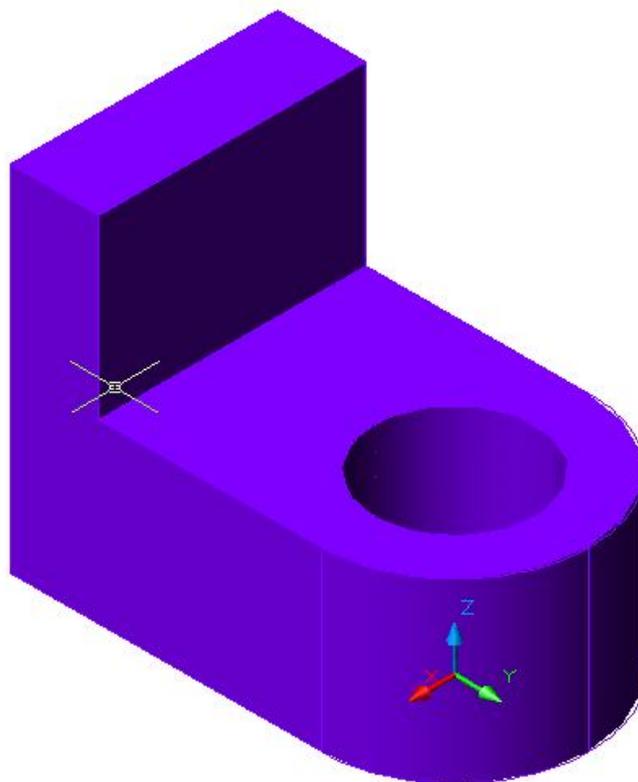
SUBTRACT ↵

□ ↵(указываем первый объект, из которого вычитаем)

□ ↵ ↵(указываем второй объект, который вычитаем)

А далее этапы 5 и 6 предыдущей задачи.

Задача 3



В этом случае необходимо после 1-го этапа:

2. В начале координат создаем 2-й ящик:

BOX ↵

0,0,0 ↵

300,-100 ↵(задаем ширину и толщину ящика)

400 ↵(задаем высоту ящика)

3. Объединить объекты:

UNION ↵

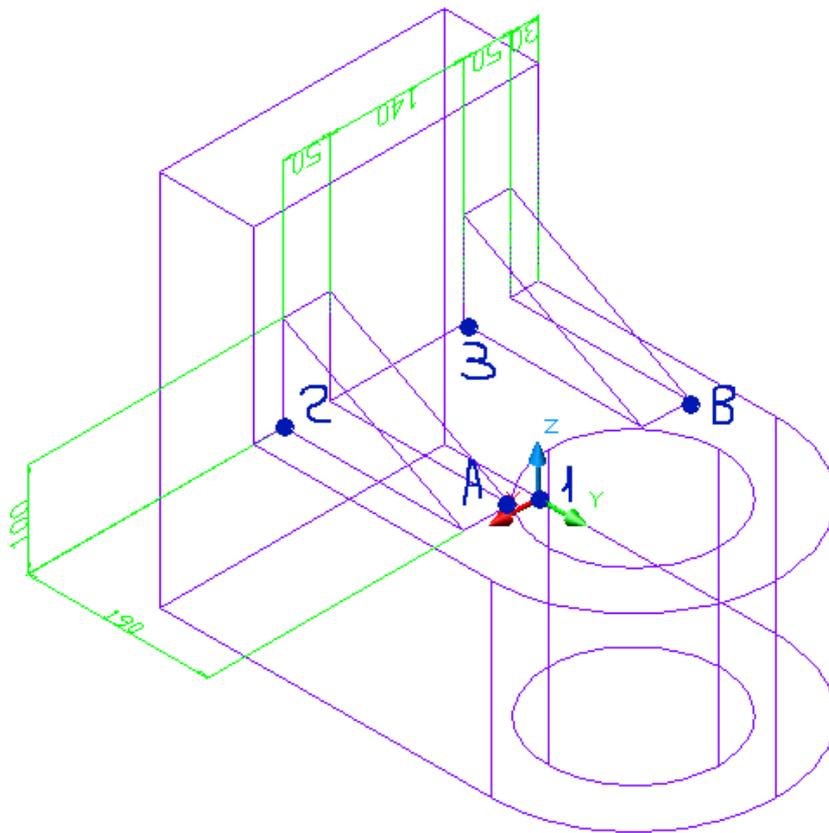
□(выделяем ящик)

□ ↵(выделяем второй ящик)

и далее 2-й этап первой задачи и т.д.

Задача 4

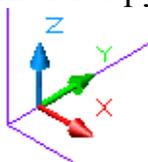
Усложним задачу. Добавим к нашей детали ребра жесткости.



1. С помощью AutoCad ребра жесткости можно изобразить как клин. Для удобства построений выполним перенос системы координат. Считаем, что ПСК находится в точке (1). Перенесем ПСК в точку (2):

```
UCS ↵  
Or ↵  
270,0,200 ↵
```

2. Теперь, чтобы выполнить условия построения клина, развернем систему координат вокруг оси z:



```
UCS ↵  
z ↵  
90 ↵
```

3. В полученной ПСК строим первое ребро жесткости:

```
WEDGE ↵  
0,0,0 ↵(координаты точки (2))
```

190,50 ↵ (координаты точки А)

100 ↵ (высота клина)

4. Аналогично строим второе ребро жесткости:

WEDGE ↵

0,190,0 ↵ (координаты точки (3))

190,240 ↵ (координаты точки В)

100 ↵ (высота клина)

5. Далее объединяем объекты:

UNION ↵

□(ребро 1)

□(ребро 2)

□ ↵(деталь)

6. Для удобства последующих построений ПСК можно вернуть в точку (1):

UCS ↵

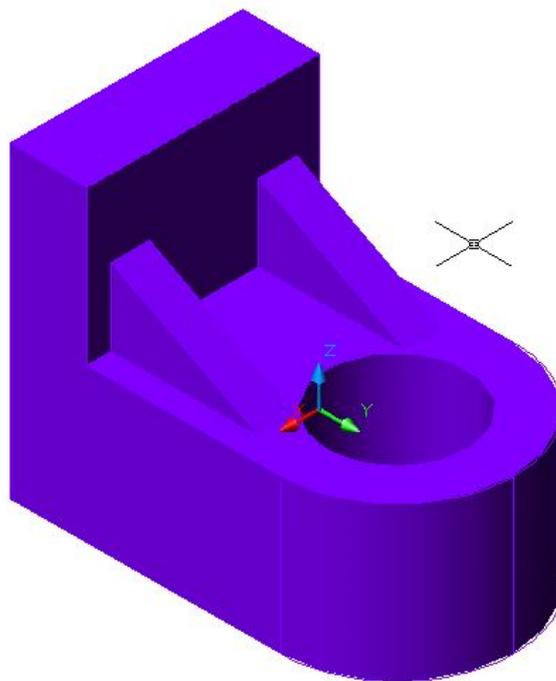
P ↵ (предыдущая)

и еще раз:

UCS ↵

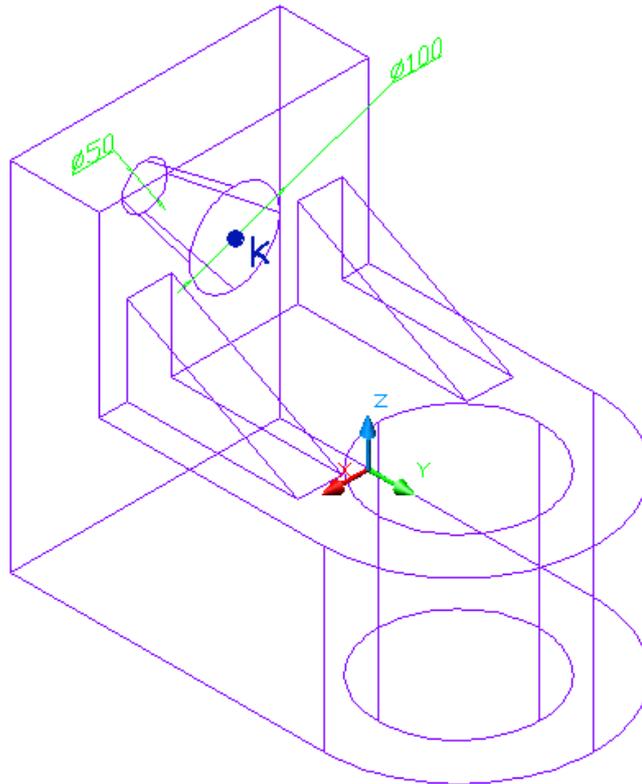
P ↵

В итоге получаем фигуру:



Задача 5

Получение конического отверстия.



1. Чтобы получить коническое отверстие между ребрами, необходимо в точку (K) перенести ПСК:

UCS ↵

Or ↵

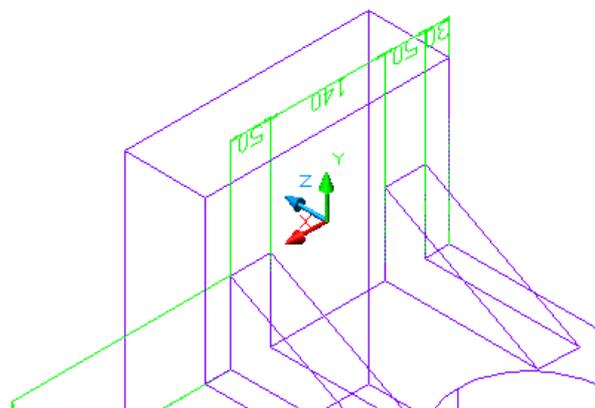
150,0,300 ↵

2. Чтобы выполнить условия построения конуса (т.е. ось конуса должна совпадать с осью Z) развернем ПСК вокруг оси X:

UCS ↵

x ↵

90 ↵



3. В полученной ПСК строим конус:

CONE ↵

0,0,0 ↵

50 ↵(радиус основания)

200 ↵(высота полного конуса),

То есть AutoCad не изображает этой командой усеченный конус!

4. Далее команда взаимодействия тел:

SUBTRACT ↵

□ ↵ (обозначаем деталь)

□ ↵ ↵ (обозначаем конус)

5. Теперь ПСК можно вернуть в исходную точку:

UCS ↵

w ↵

Задача 6

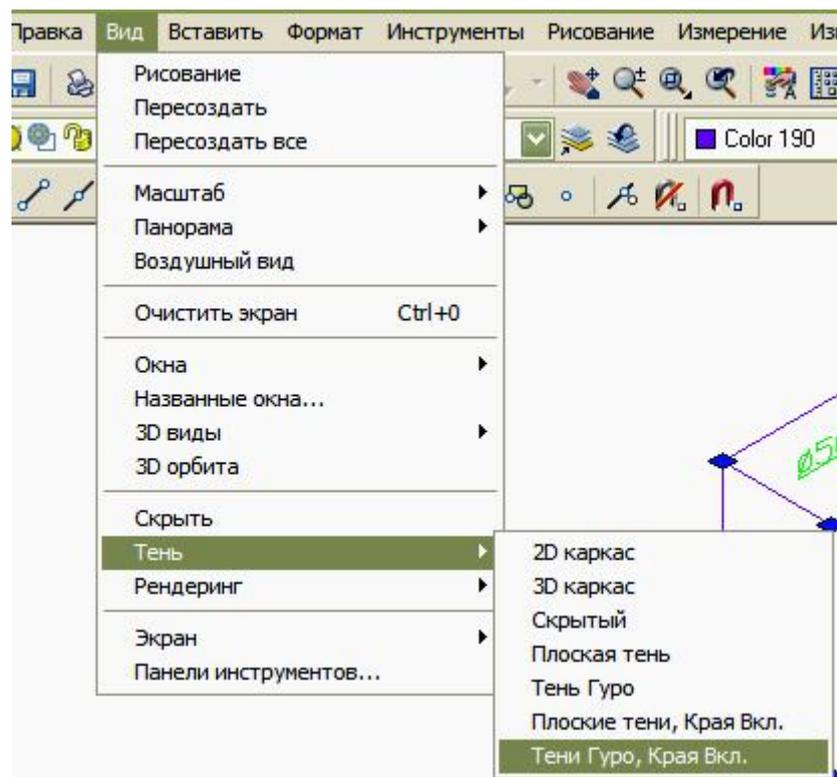
Окраска тела.

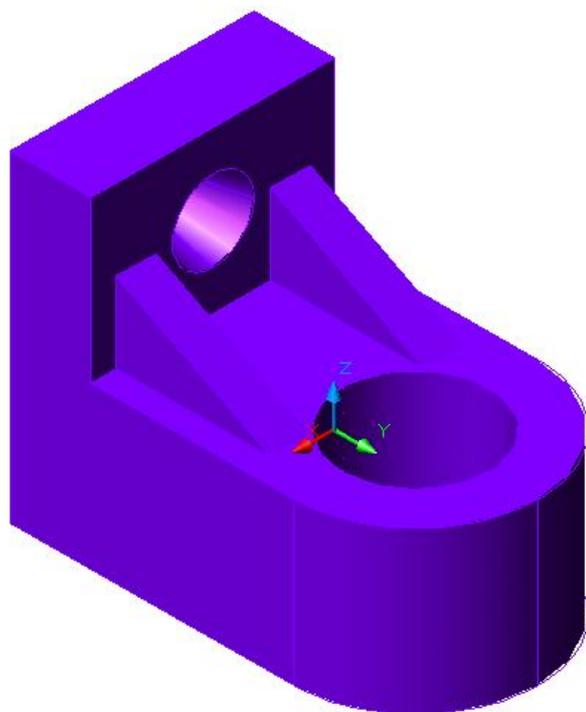
1. Обозначаем тело.

2. Выбираем цвет (в строке свойства).

3. Выбираем: «Тень»

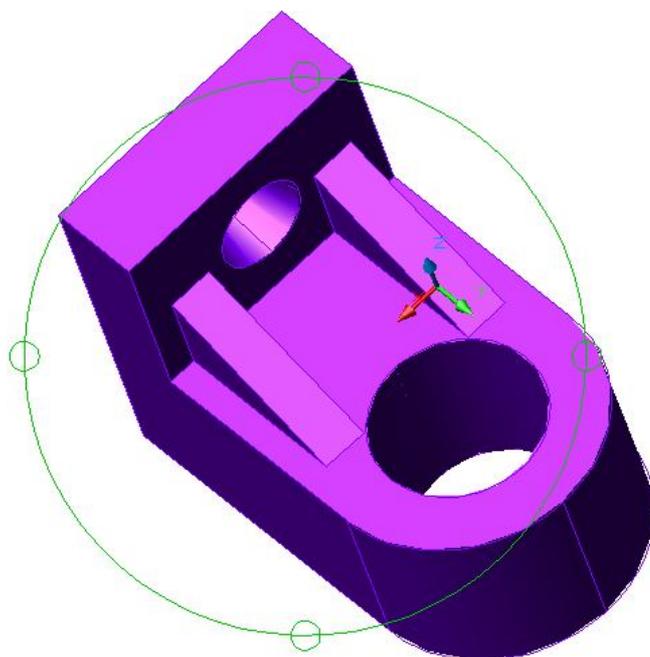
«Закраска Гуро (границы включены)»





С помощью команды **3D ORBIT** можно вращать изображение вокруг оси или точки, можно рассмотреть деталь со всех сторон и выбрать наиболее удачный ракурс.

Например:



Рассмотрим примеры получения пространственного изображения более сложных деталей.

Получить пространственное изображение детали №1

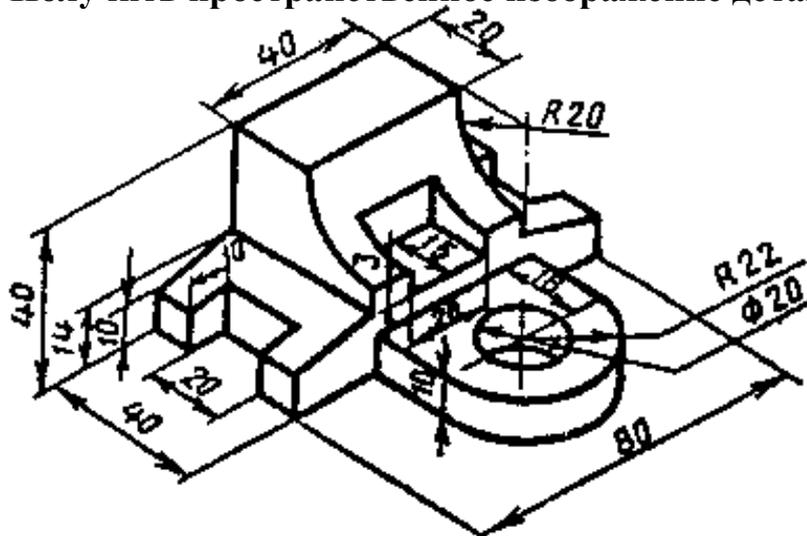


Таблица требований к изображению

Тип линии	Толщина	Цвет
Основной контур	0,6	черный
Осевые	0,2	красный
Размерные	0,09	зеленый
Штриховка сечений	0,09	синий

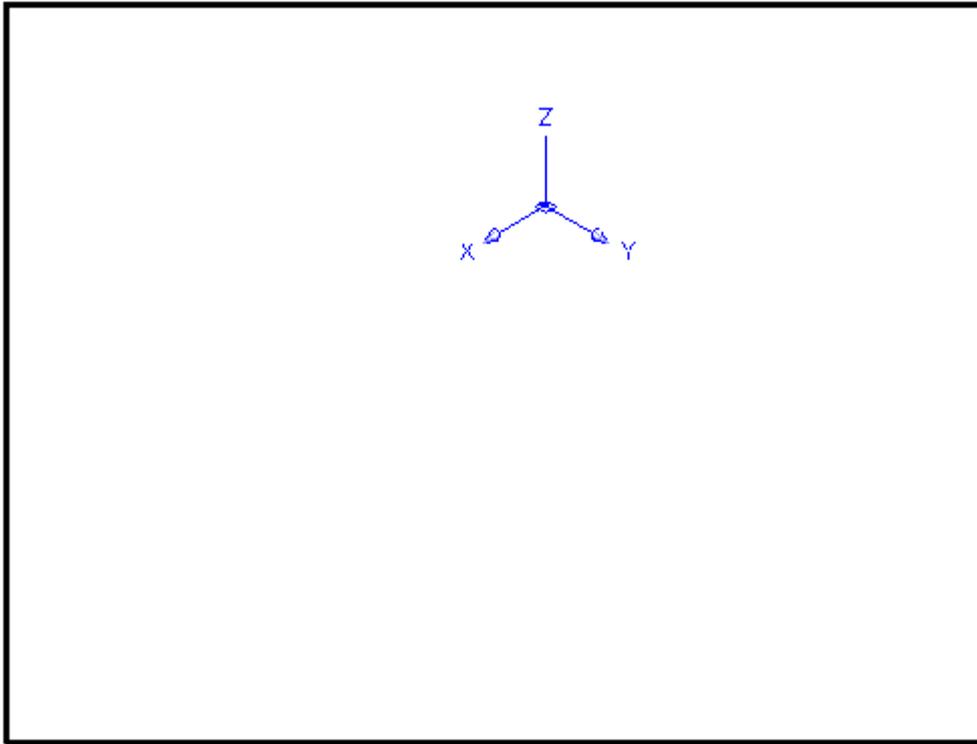
Этап 1

Включаем вспомогательные средства рисования. В статусной строке активизируем кнопки

(привязка, сетка, орто)

Включаем режим **3D**.

Для наглядности выбираем точку взгляда на оси координат вручную (с помощью команды «**3DORBIT**»), либо с помощью команды «**VPOINT**» (к примеру, вводим в командной строке – **1,1,1** для взгляда справа, сзади, сверху).



Этап 2

Проводим горизонтальные и вертикальные осевые линии:

Активизируем команду «**XLine**» (Конструкционная линия) на панели инструментов, либо через командную строку, выбираем тип линии, к примеру, ACAD_IS004W100 (Выбор типа линии производится в окне панели инструментов свойств объектов. Активизировав это окно, получаем список:

By Layer (по слою)

By Block (по блоку)

Continuous

Другое

Курсором выбираем слово «Другое». Затем выбираем «Загрузить». В появившемся списке линий с помощью полосы прокрутки выбираем нужную и подтверждаем свой выбор. Теперь в статусной строке в окне «тип линий» появится новый тип линии; толщину **0,2**, цвет – красный.

Затем в командной строке вводим «Nor» и задаем координаты точек, через которые должны пройти горизонтальные осевые линии:

<0,58,0>

<0,58,10>

Аналогично проводятся вертикальные линии:

Активизируем команду «**XLine**» (Конструкционная линия), выбираем тип линии, к примеру, ACAD..W100, толщину **0,2**, цвет – **красный**, затем в

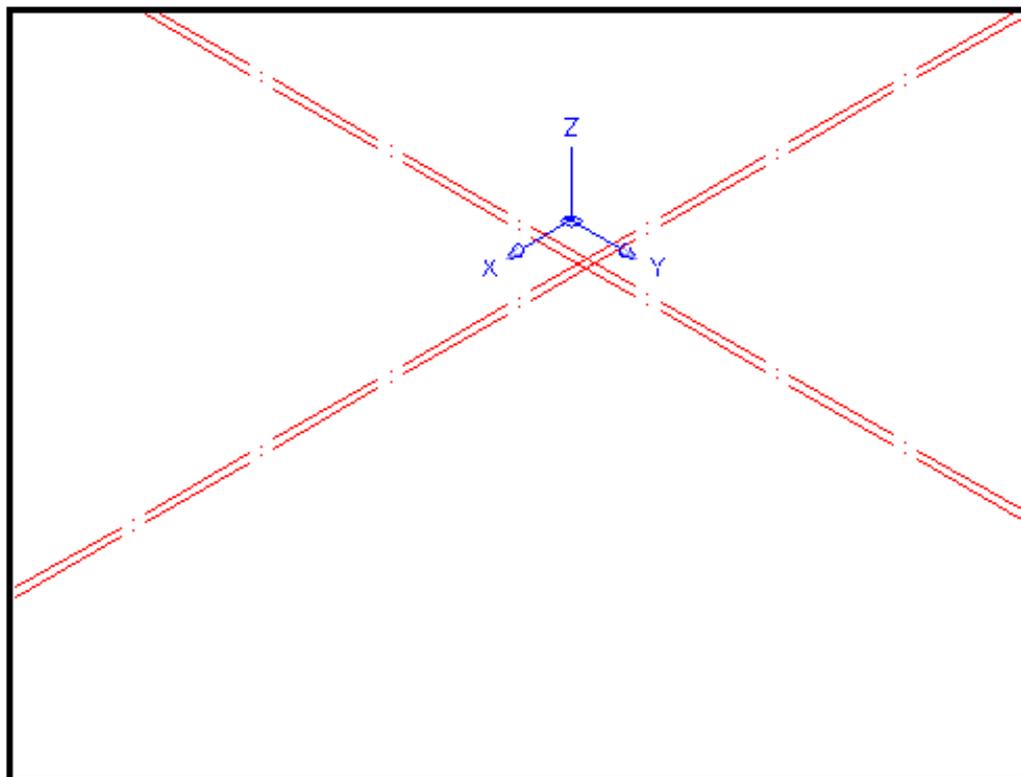
командной строке выбираем «**VER**» и записываем координаты точек, через которые должны пройти вертикальные осевые линии:

<0,58,0>

<0,58,10>

Делаем крупнее изображение с помощью ZOOM.

Получаем следующее изображение:



Этап 3. Изображаем «ящики» («боксы»)

Выбираем пункты меню: «Рисование», затем «Сплошные» – бокс (либо вводим в командной строке **BOX**, затем **Enter**), далее последовательно вводим координаты начальной точки и точки, лежащей от начальной по диагонали (в основании «ящика»), и высоту:

а) <0,0,0>

<80,40,0>

14

б) <20,0,20>

<60,40,20>

26

в) <0,10,0>

<10,30,0>

14

Г) $\langle 70, 10, 0 \rangle$

$\langle 80, 30, 0 \rangle$

14

Д) $\langle 28, 40, 0 \rangle$

$\langle 62, 58, 0 \rangle$

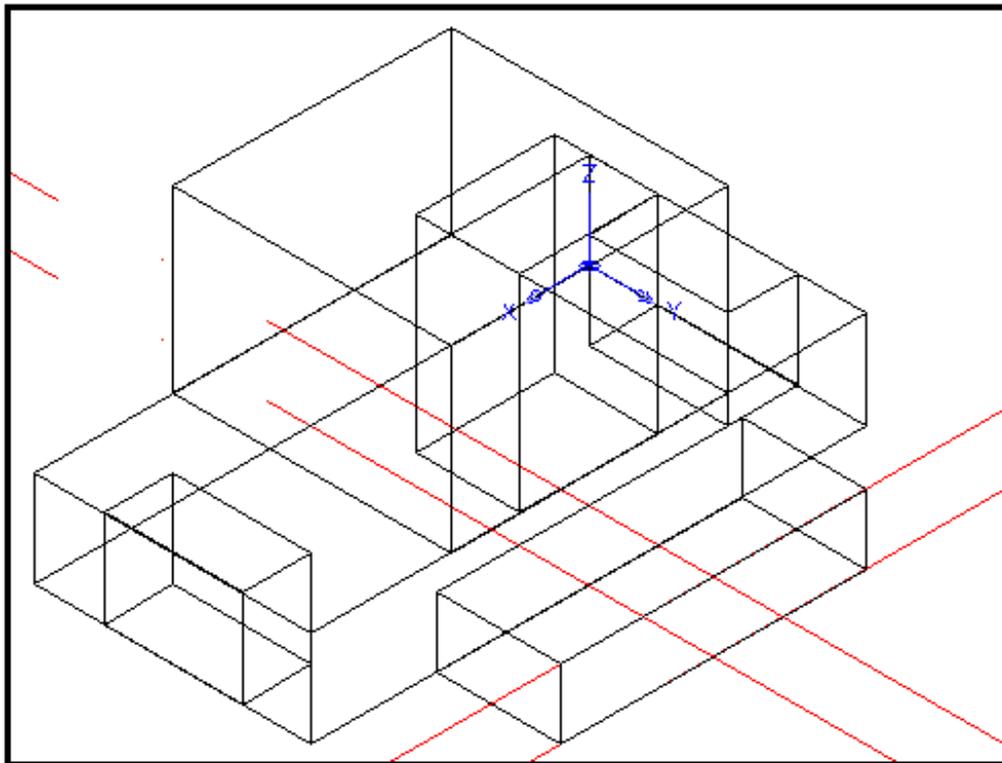
10

е) $\langle 30, 25, 20 \rangle$

$\langle 50, 40, 20 \rangle$

30

Получаем следующее изображение:

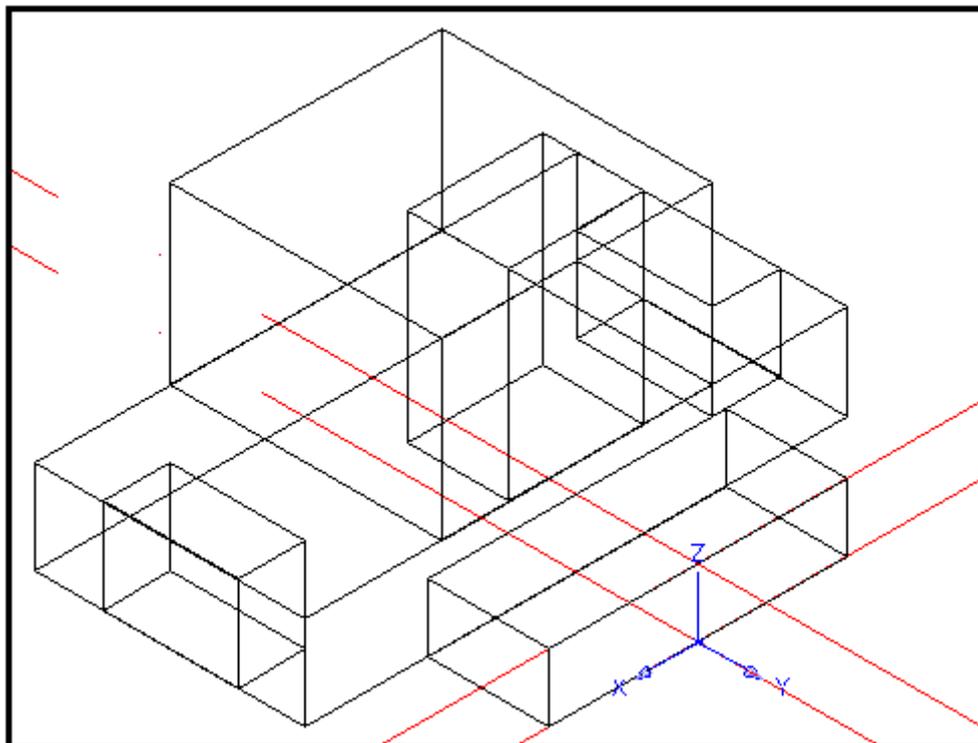


Этап 4. Переносим систему координат

В командной строке вводим команду «UCS», затем «OR» (ortho-graphic), далее координаты точки в которую следует переместить систему координат:

$\langle 40, 58, 0 \rangle$

Получаем следующее изображение:



Этап 5. Построение цилиндров

1. Выбираем пункты меню: «Рисование», затем «Сплошные» – цилиндр (либо вводим в командной строке **CYLINDER**, затем **Enter**), далее последовательно вводим координаты центральной точки основания, радиус, высоту:

а) $\langle 0,0,0 \rangle$

10

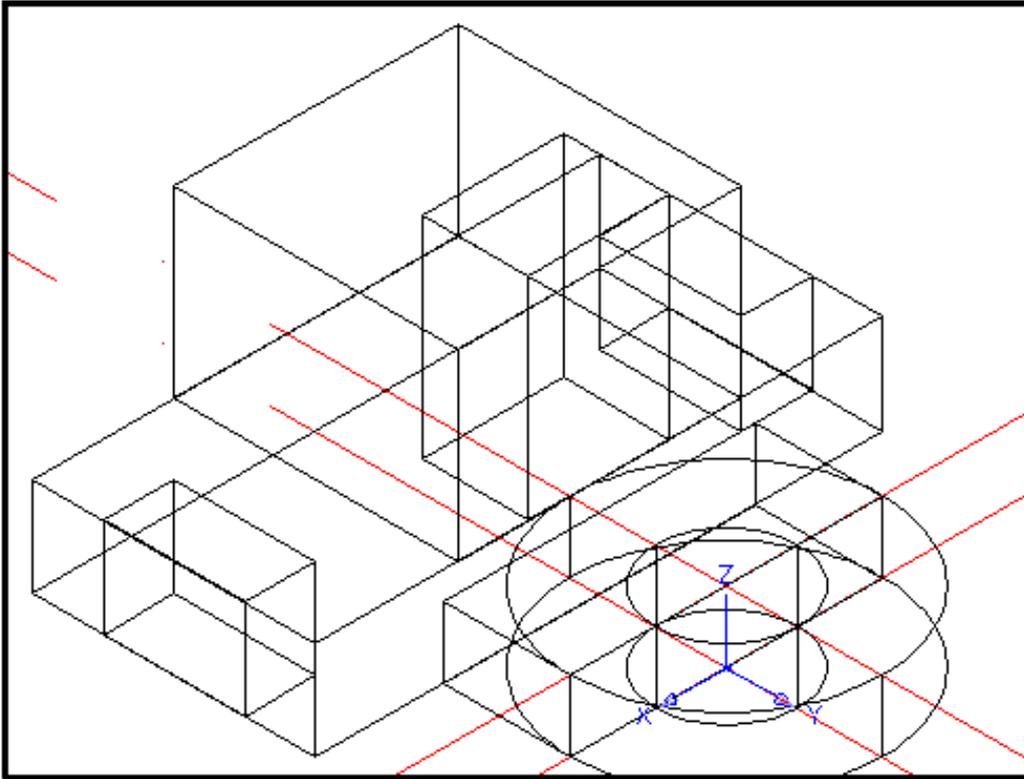
10

б) $\langle 0,0,0 \rangle$

22

10

Получаем следующее изображение:



2. Для построения следующего цилиндра переносим систему координат аналогично этапу 4 в точку:

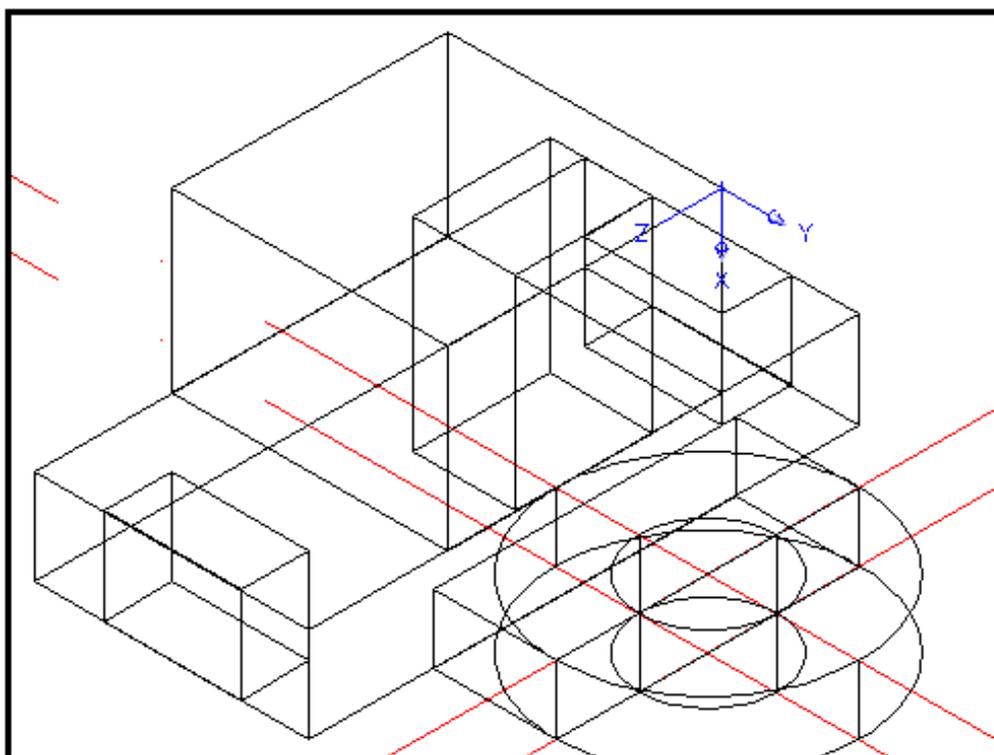
<-20,-18,40>

Этап 6. Изменение расположения осей координат

1. Основание цилиндра должно лежать в плоскости XY, поэтому необходимо повернуть систему координат вокруг оси OY, для этого в командной строке вводим «UCS», затем Y, далее угол на который следует повернуть систему координат – вводим **270**.

Повторяем ту же операцию и вводим угол **180** (ось Z совмещается с ребром «ящика»)

Получаем следующее изображение:



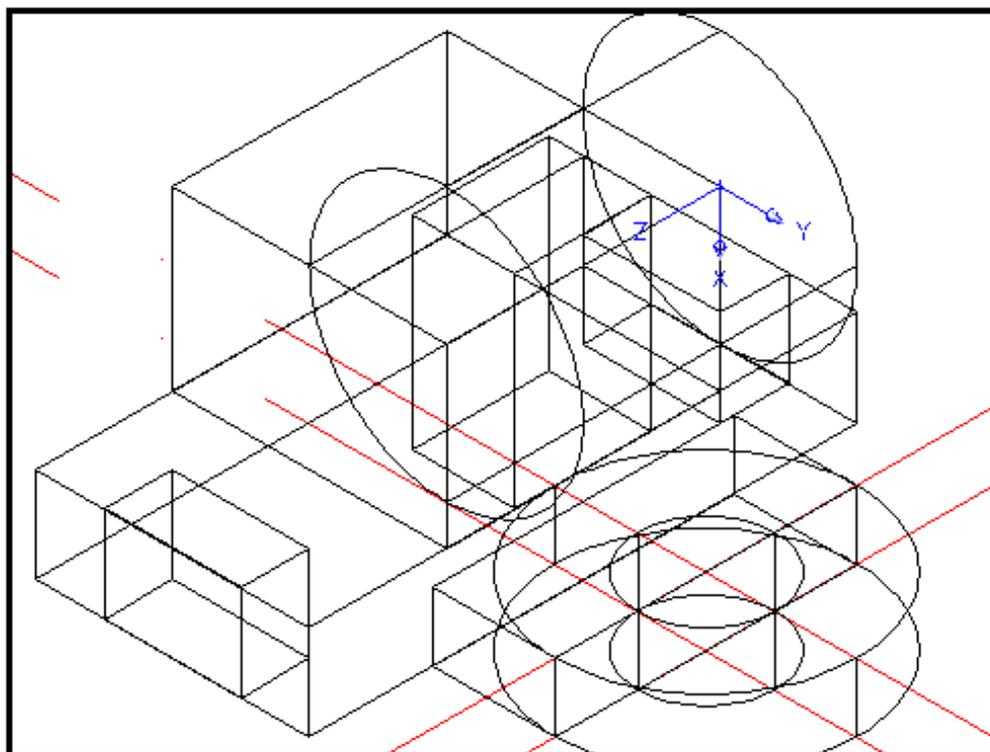
2. Аналогично п.1 этапа 5 строим цилиндр:

$\langle 0,0,0 \rangle$

20

40

Получаем следующее изображение:

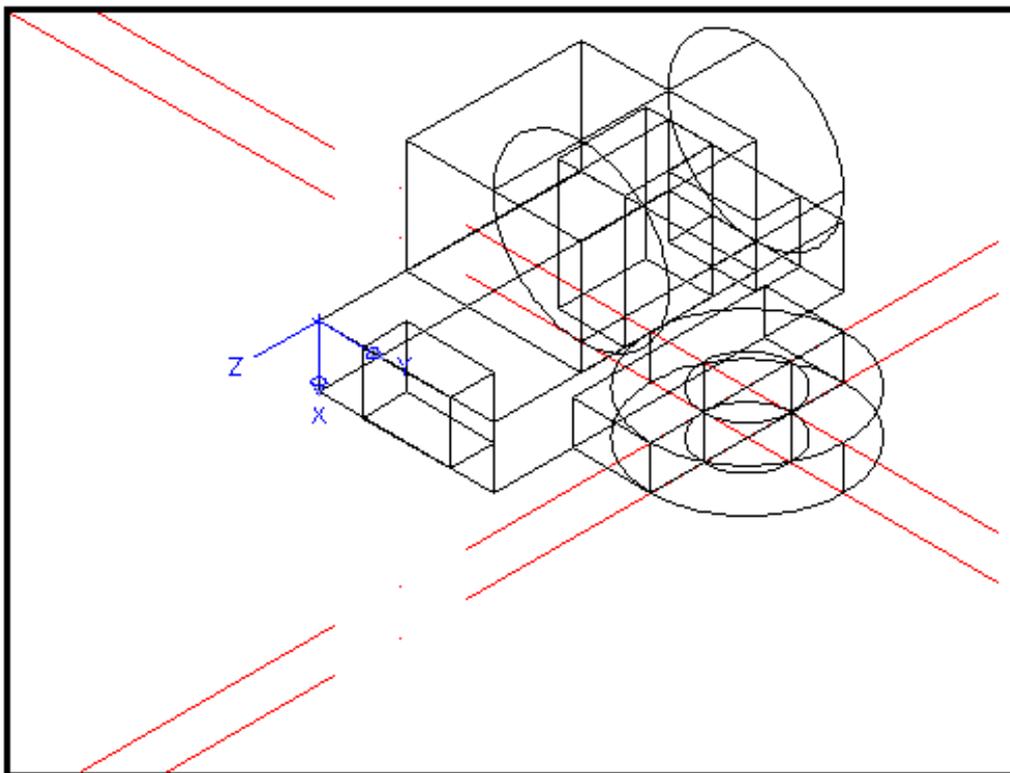


Этап 7. Построение клина

1. Для построения клина переносим систему координат аналогично этапу 4 в точку:

<60,-40,20>

Получаем следующее изображение:



2. Выбираем пункты меню: «Рисование», затем «Сплошные» – клин (либо вводим в командной строке **WEDGE**, затем **Enter**), далее последовательно вводим координаты начальной точки и точки, лежащей от начальной по диагонали (в основании «клина»), и высоту:

а) **<0,0,0>**

<10,40,0>

-20

3. Для построения следующего клина переносим систему координат аналогично этапу 4 в точку:

<0,0,-80>

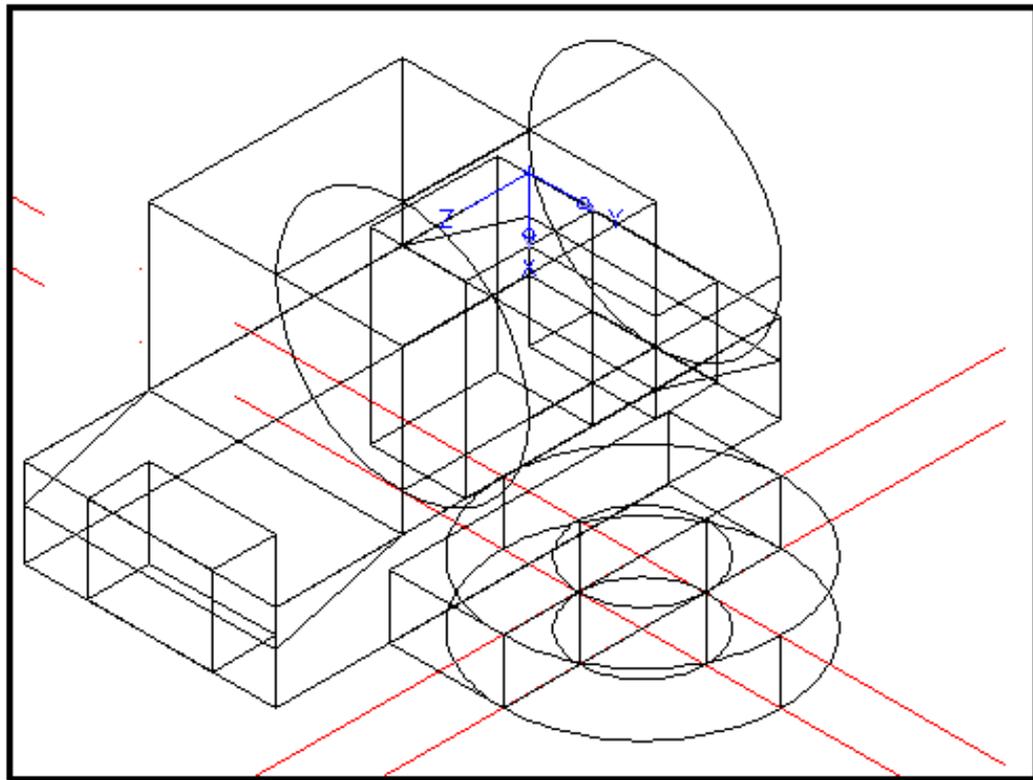
4. Аналогично п.2 этапа 7 строим клин:

<0,0,0>

<10,40,0>

20

Получаем следующее изображение:



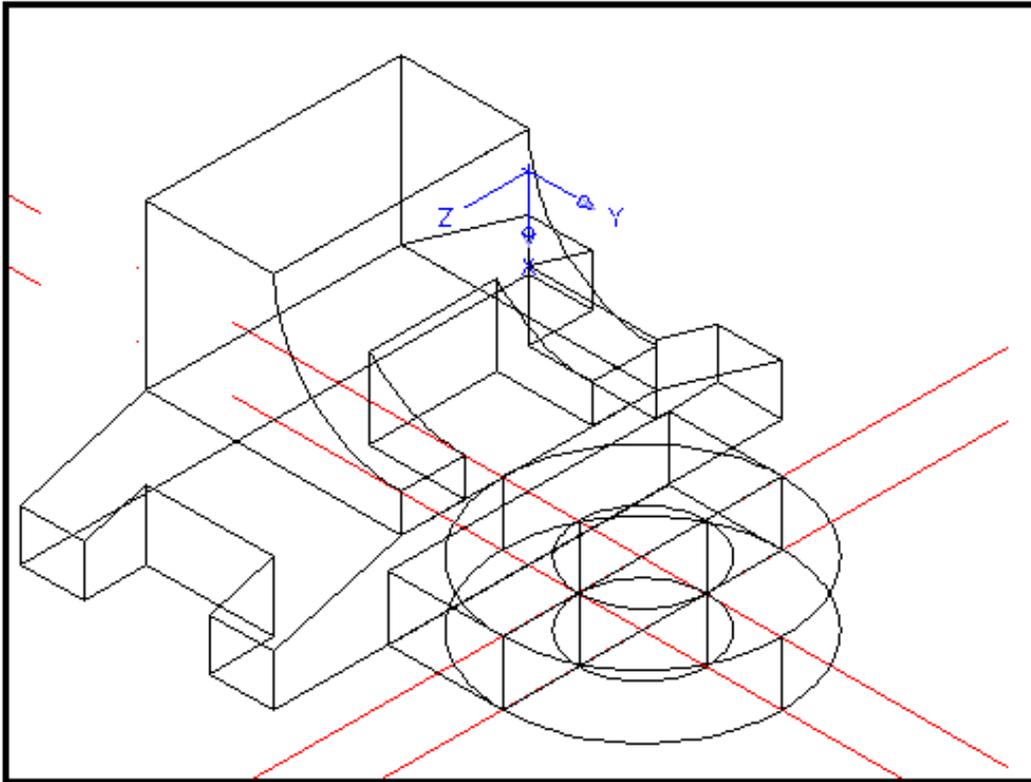
Этап 8. Вычитание

Выбираем пункты меню: «Изменения», затем «Сплошные» - Вычесть (либо вводим в командной строке **SUBTRACT**, затем **Enter**).

Последовательно выбираем объект из которого нужно вычесть, затем вычитаемый:

- из объекта построенного в этапе 3 б) вычитаем объект построенный в этапе 3 е) и этапе 6 п. 2;
- из объекта – этап 3 а), объекты – этап 3 в), г) и этап 7 п. 2, 4;
- из объекта – этап 5 п.1 б), объект – этап 5 п.1 а).

Получаем следующее изображение:

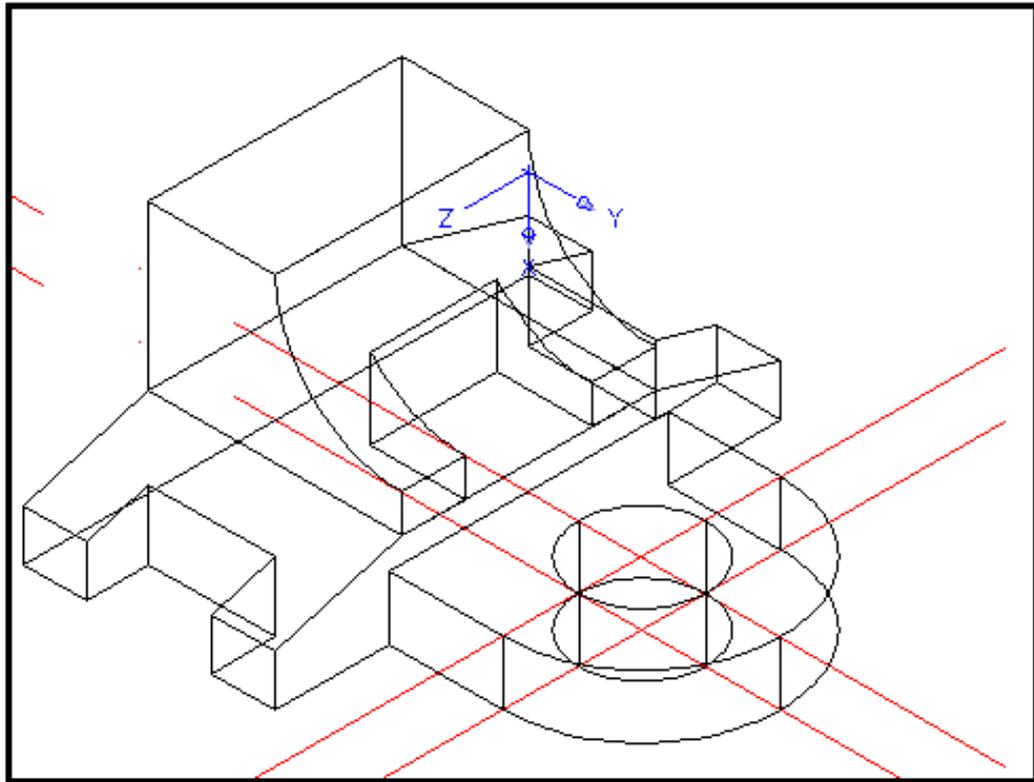


Этап 9. Сложение

Выбираем пункты меню: «Изменения», затем «Изменение Сплошных» - Объединить (либо вводим в командной строке **UNION**, затем **Enter**).

Затем для объединения выбираем все объекты.

Получаем следующее изображение:



Этап 10

Для наглядности вырезаем часть фигуры, т.е. строим сечение.

1. Переносим систему координат аналогично этапу 4 в точку:

<20,58,40>

2. Аналогично этапу 6 п.1 вращаем систему координат вокруг оси Y на - 90.

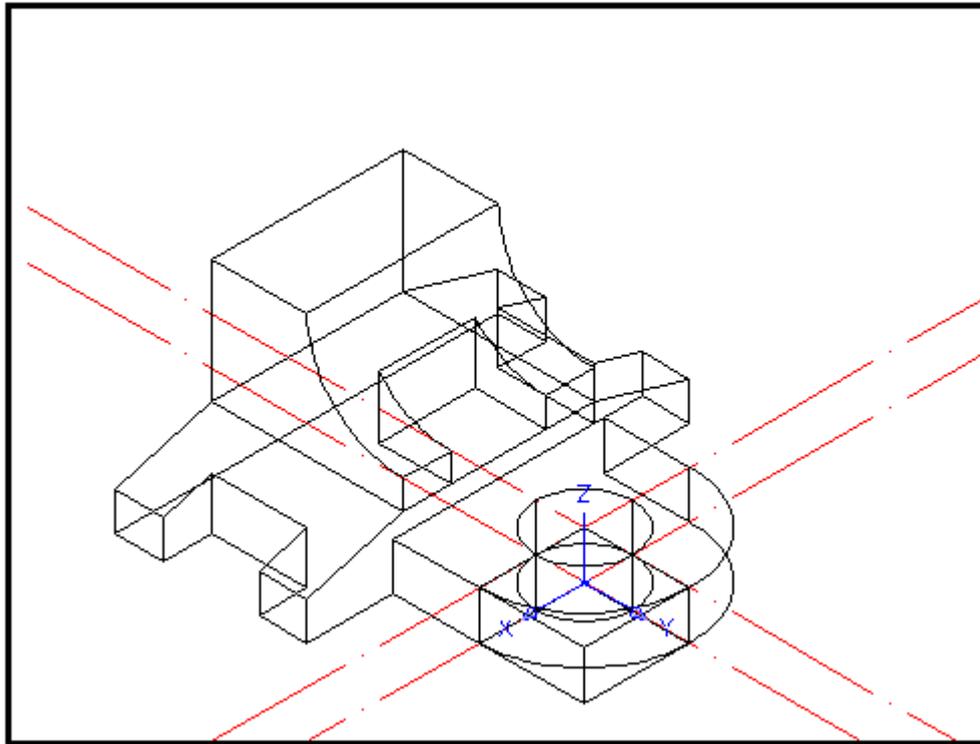
3. Аналогично этапу 3 строим «ящик»:

<0,0,0>

<22,22,0>

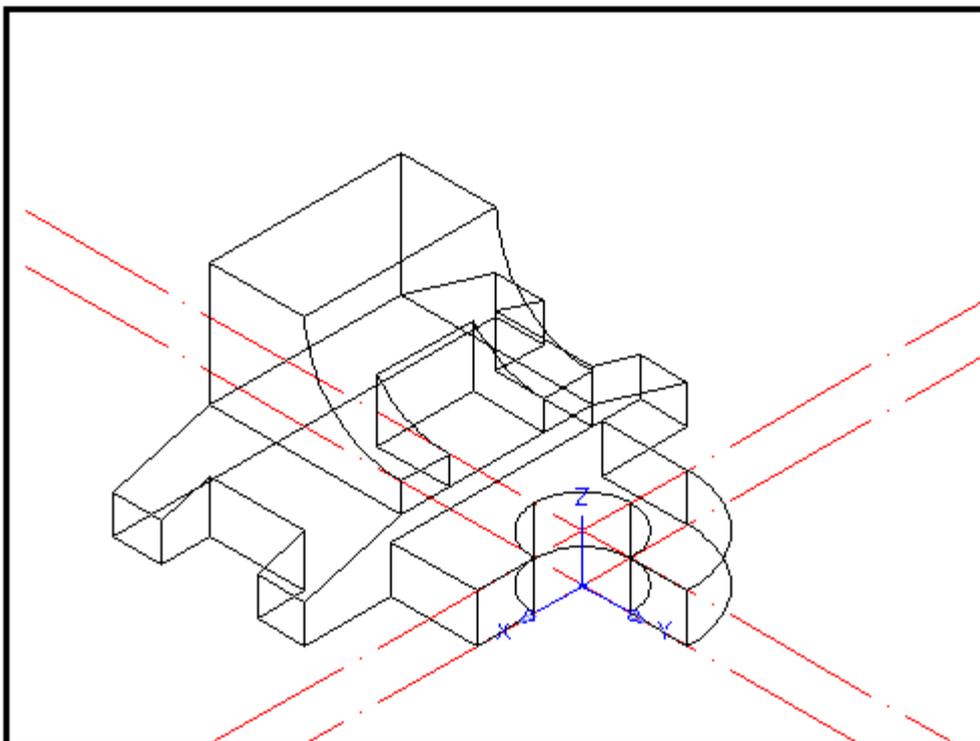
10

Получаем следующее изображение:



4. Аналогично этапу 8 вычитаем из получившийся в результате объединения фигуры «ящик»

Получаем следующее изображение:



Этап 11. Штриховка

1. Т.к. можно штриховать только объекты, находящиеся в плоскости XY, то аналогично этапу 6 п.1 вращаем систему координат вокруг оси OX на 90.

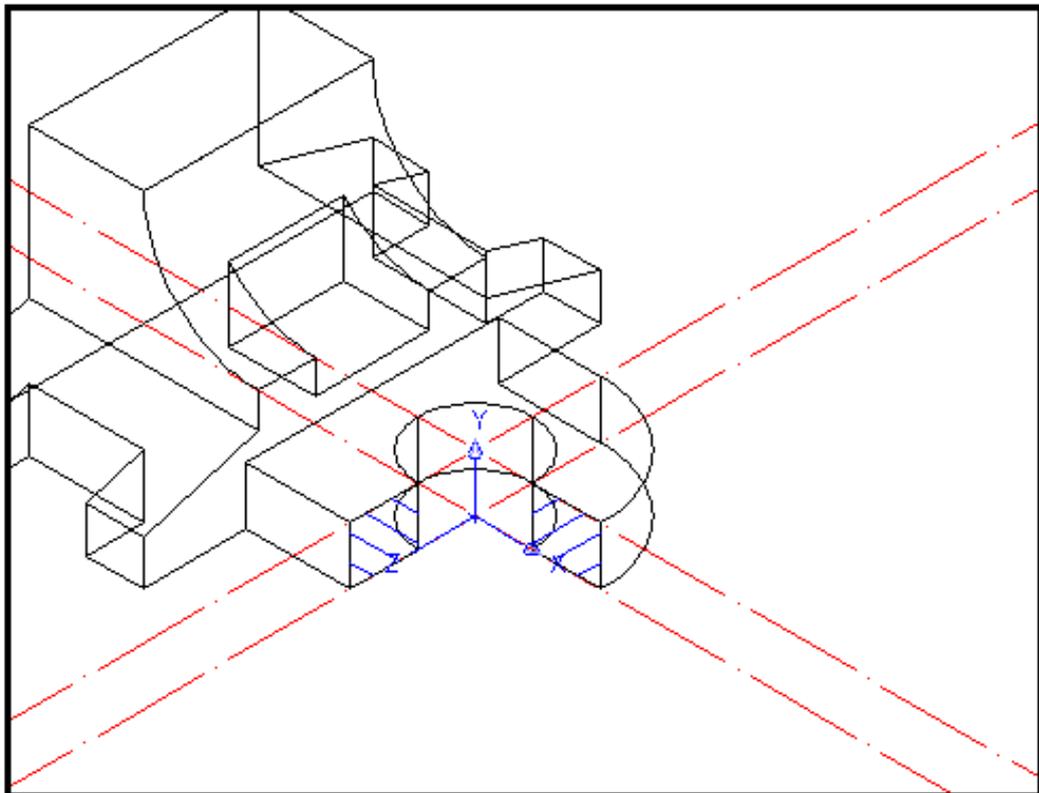
2. Активируем команду «Штриховка». Выбираем в появившемся диалоговом окне нужный образец «узора» штриховки, к примеру – **ANSI31**, затем «выбрать точки» и выбираем участки, которые требуется заштриховать, просматриваем получившееся изображение, если результат устраивает нажимаем **Enter** и подтверждаем свой выбор.

Для штриховки выбираем цвет – синий, линия **ByLayer**, ширина – **0,09**.

3. Затем поворачиваем систему координат вокруг оси **OY** на **90**.

4. Аналогично п.2 штрихуем нужный участок.

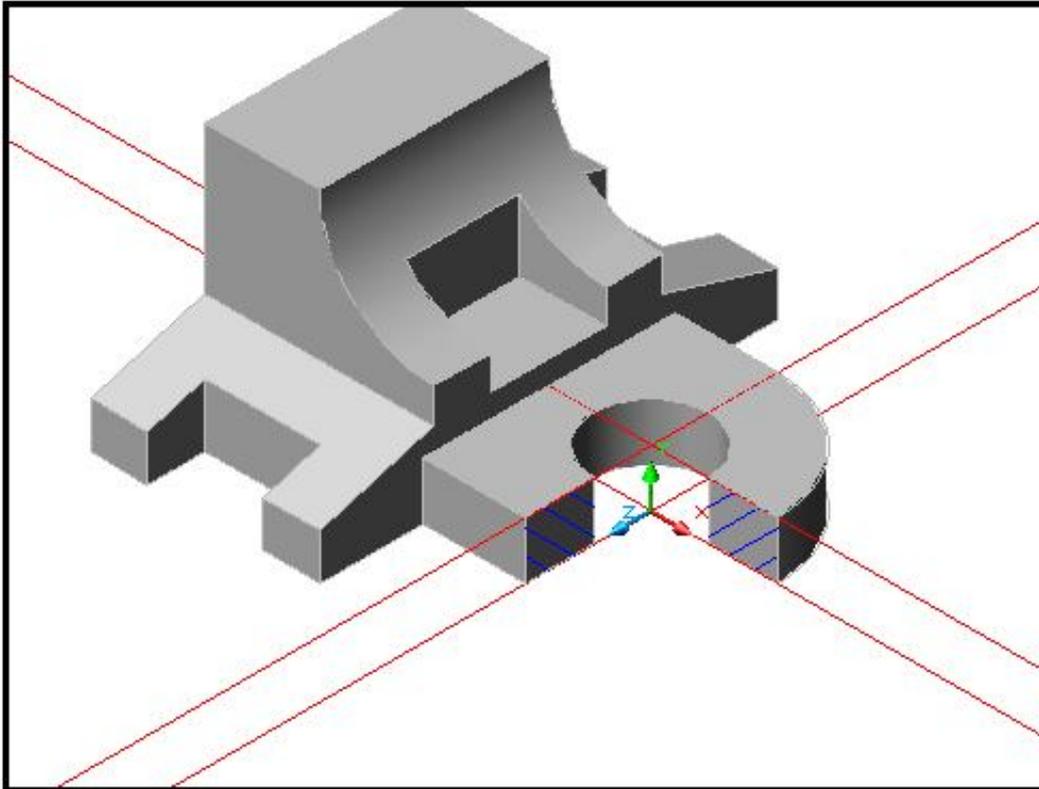
Получаем следующее изображение:



Этап 12. Изменение цвета объекта

Выбираем пункты меню: «Формат», затем «Цвет» - в появившемся меню выбираем цвет (к примеру серый 254) и подтверждаем выбор, затем в меню «Отображение» выбираем пункт «Тень» - Тени Гуро, ребра вкл.

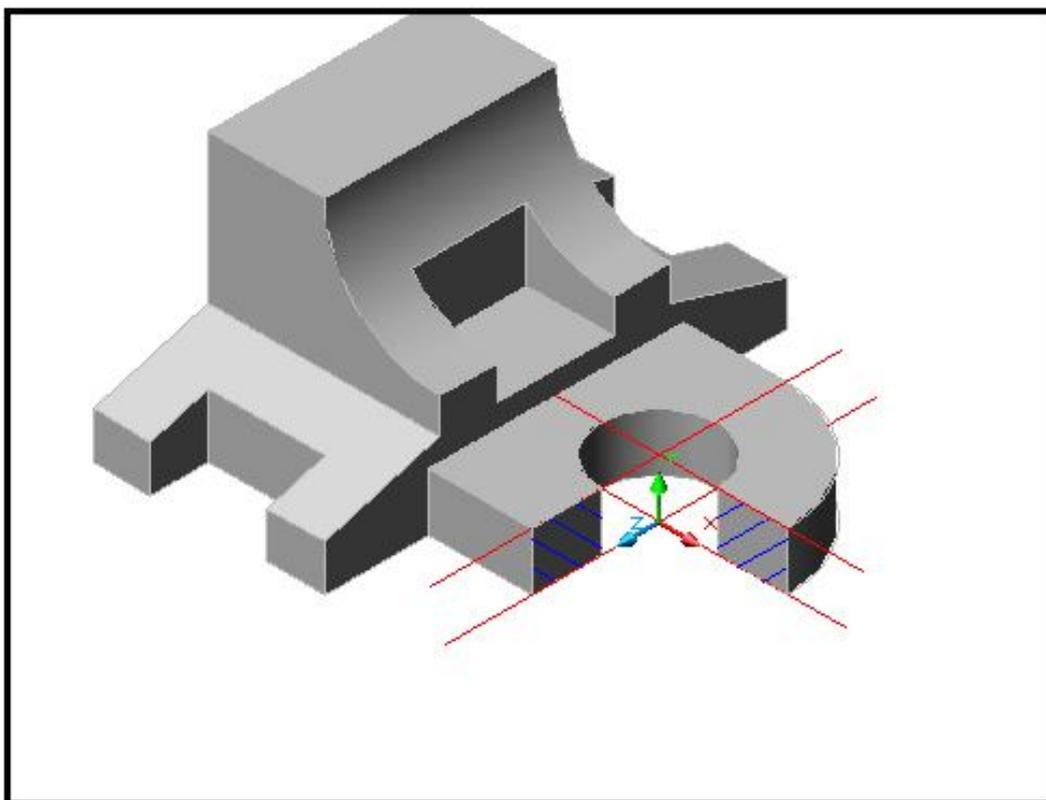
Получаем следующее изображение:



Этап 13. Оформление осевых линий

На получившемся контуре детали удаляем лишние части осевых линий с помощью команды – «Прерывание» (Break - Разрыв), которая позволяет стирать части отрезка, полосы, круга, дуги и т.п. между двумя выбранными точками.

Получаем следующее изображение:



Этап 14. Нанесение размеров

Устанавливаем тип линии для нанесения размеров – **ByLayer**, ширину – **0,09**, и цвет – **зеленый**.

Для нанесения размеров используем команды:

1. Команда - **Dimlinear** (линейный). Она позволяет создавать горизонтальный, вертикальный или повернутый размеры. При этом необходимо выполнить следующую последовательность действий: ввести координаты начала первой и второй выносной линии, затем – координаты точки, через которую пройдет размерная линия. Компьютер автоматически измеряет размер.

2. Команда **Dimdiameter** (диаметральный размер). Она строит диаметр окружности или дуги с необязательным маркером центра или осевыми линиями

3. Команда **Dimradius** (радиальный размер) Она строит радиус круга или дуги с необязательным маркером центра или осевыми линиями. Выполняется аналогично команде простановки диаметрального размера, с той лишь разницей, что текст начинается с символа R.

Для лучшей видимости изменяем стиль выносных размеров, для этого в меню Измерения выбираем пункт – Стиль, где можем изменить размер стрелок и текста, например – **5**.

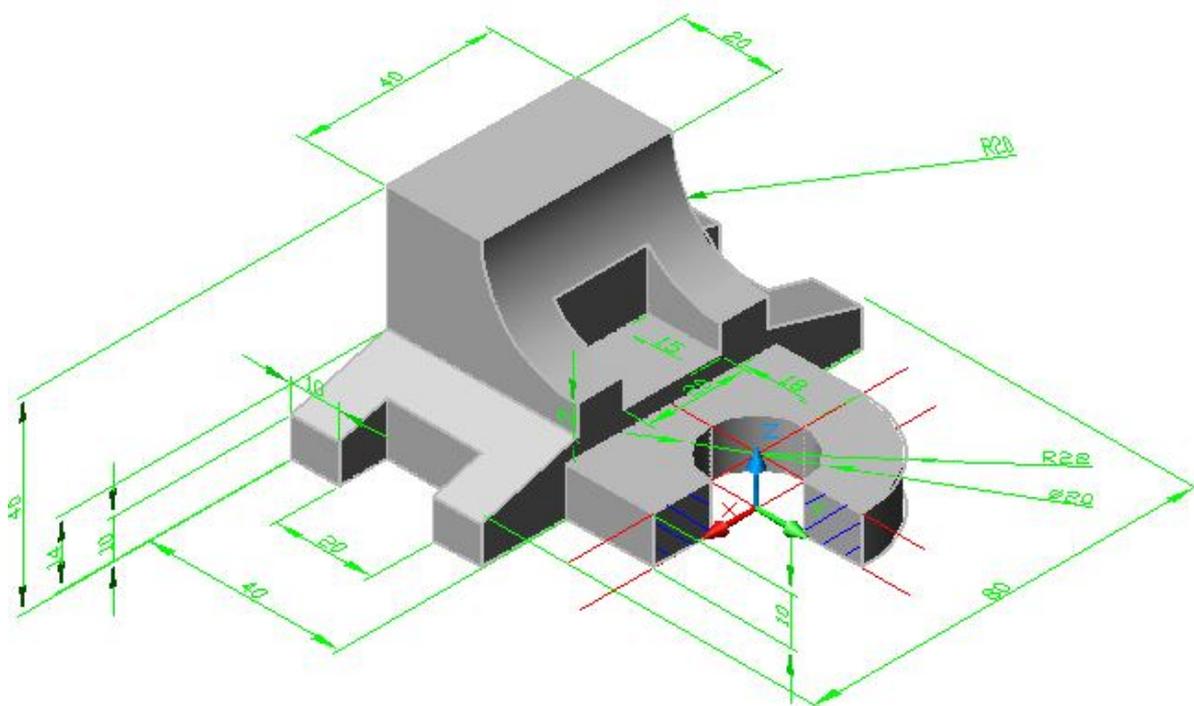
Так как размеры наносятся только в плоскости XY, поворачиваем систему координат аналогично этапу 6 п.1 до достижения необходимого результата.

Для получения выразительности чертежа осталось оформить основной контур детали и штриховку.

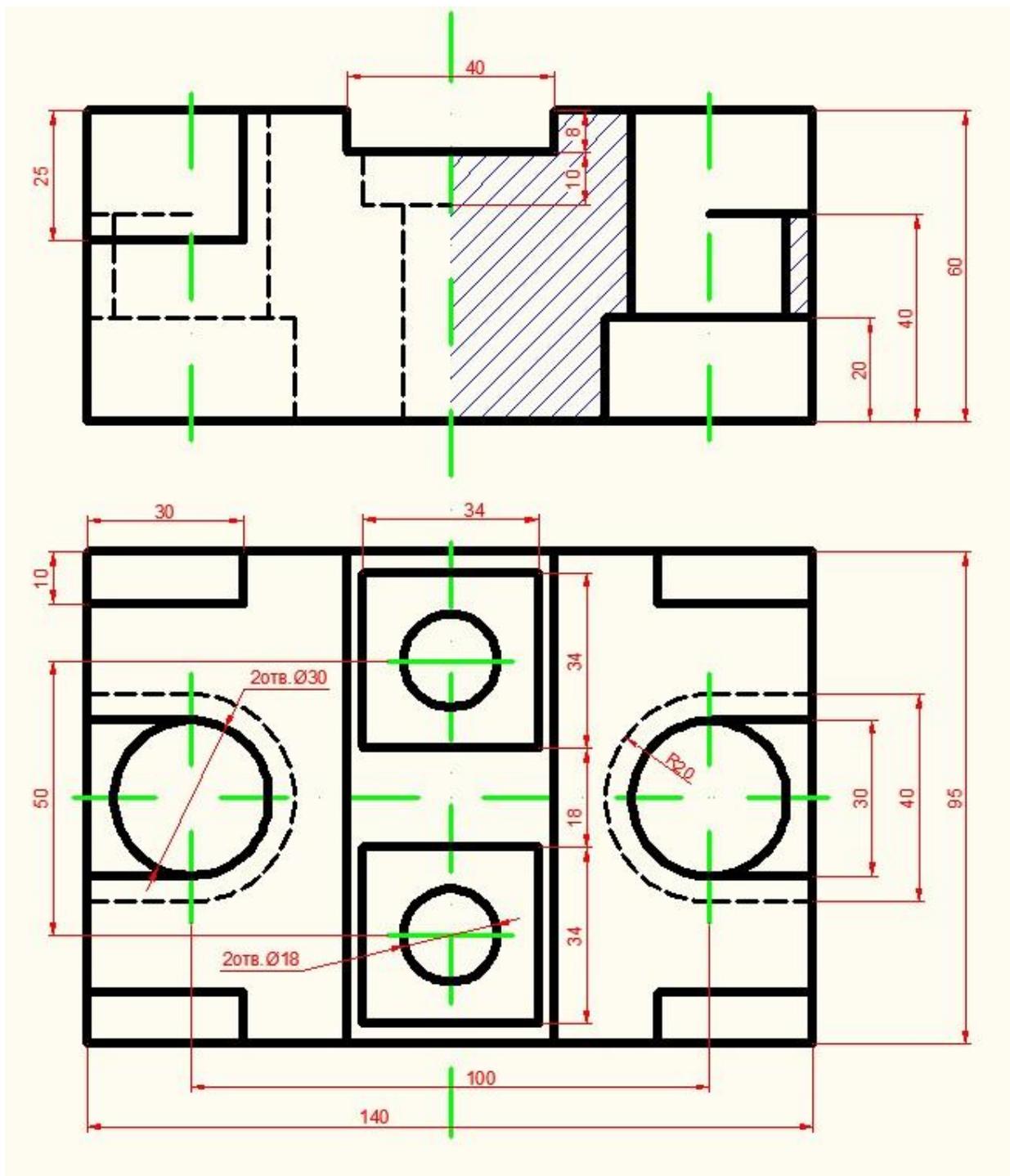
Чтобы на экране появились линии заданной толщины, необходимо нажать кнопку **LWT** в статусной строке.

Оформляем контур, штриховку, осевые линии, размерные линии в соответствии с ГОСТ и таблицей требований на стр.142.

Получаем следующее изображение:

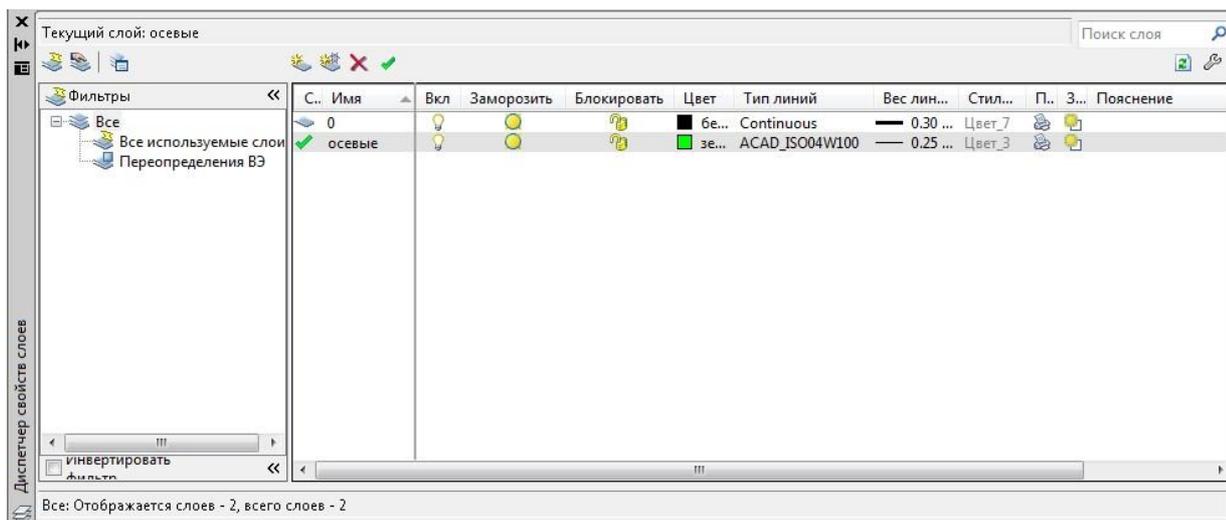


Получить пространственное изображение детали №2



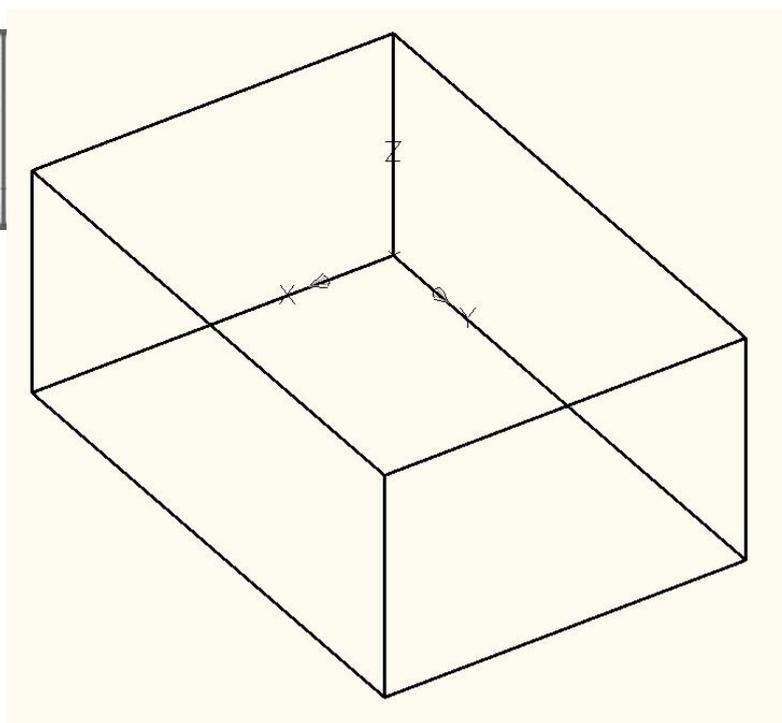
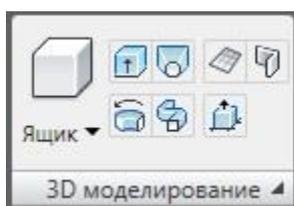
Этап 1

Для создания трехмерных объектов переходим в трехмерное рабочее пространство (3D моделирование). Меню\сервис\рабочие пространства\3D моделирование. В статусной строке включить кнопки привязка, орто, динамический ввод, полярное и объектное отслеживание. Затем открываем диспетчер свойств слоев, задаем следующие слои и их параметры:



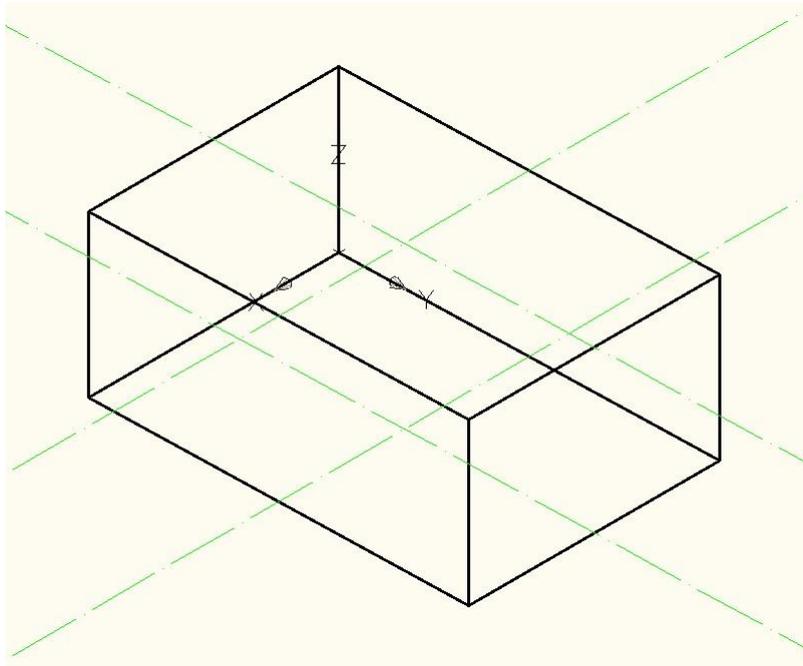
Этап 2

На панели 3d моделирования выбираем кнопку «ящик». Это трехмерное тело задается 2мя точками. Задаем их координаты: (0;0;0) и (95;140;60).



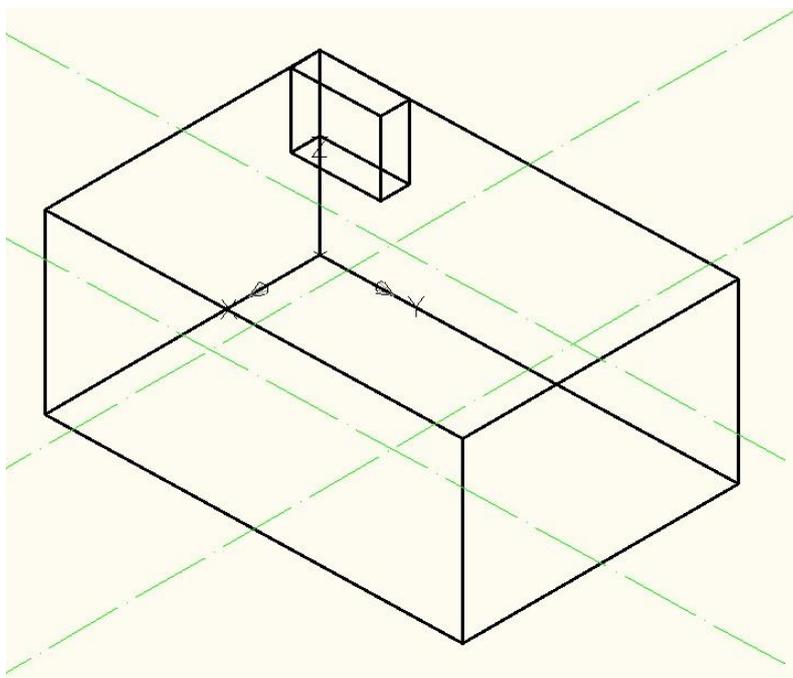
Этап 3

Перейти в слой осевых линий и создать осевые горизонтальные и вертикальные линии, проходящие через центры верхней и нижней граней ящика. Для этого используем кнопку  из панели рисования. Вводим в командную строку В или Г для построения вертикальных или горизонтальных линий соответственно. Затем вводим координаты точек через которые они должны проходить: $(47.5; 0; 60)$, $(47.5; 0; 0)$ для вертикальных прямых и $(0; 70; 0)$, $(0; 70; 60)$ для горизонтальных линий.



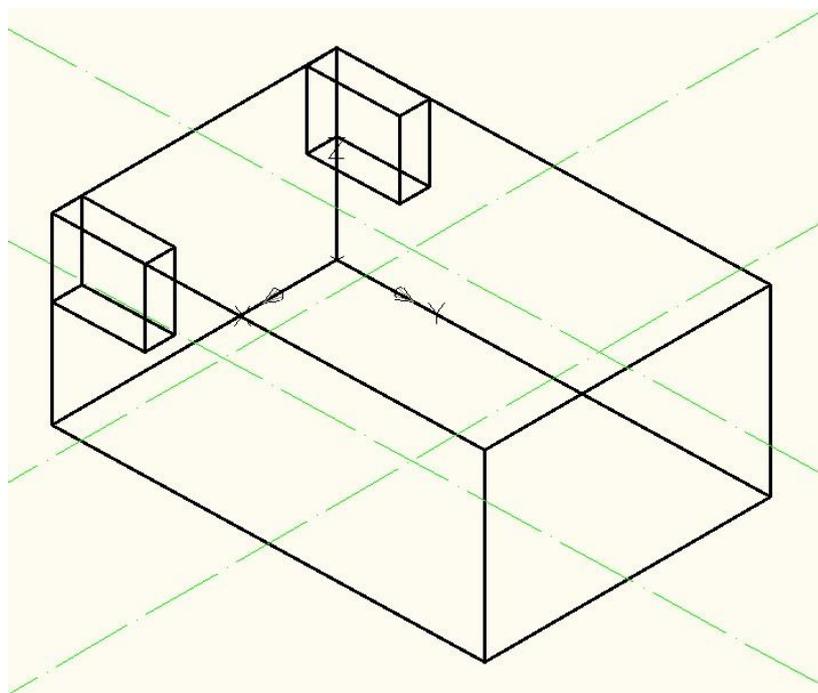
Этап 4

На панели 3d моделирования выбираем кнопку «ящик». Нажимаем на точку с координатами $(0; 0; 60)$ (угол ящика) и задаем координаты второй точки: $(10; 30; -25)$.



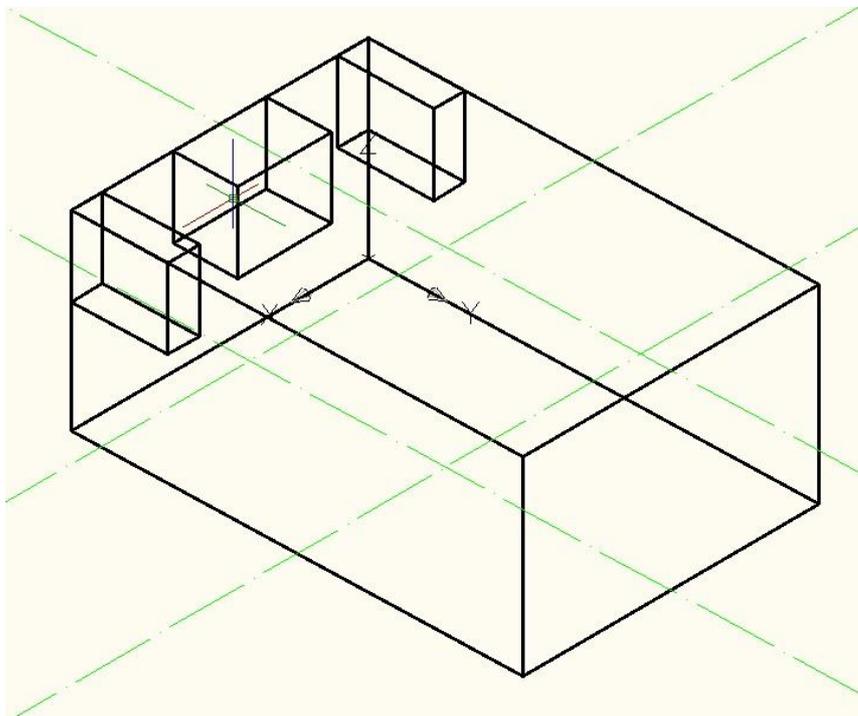
Этап 5

Используя возможность зеркального отражения объектов, в панели редактирования нажимаем . Выбираем только что построенный маленький ящик. Затем выбираем 2 точки на вертикальной осевой линии. Получаем 2-ой ящик.



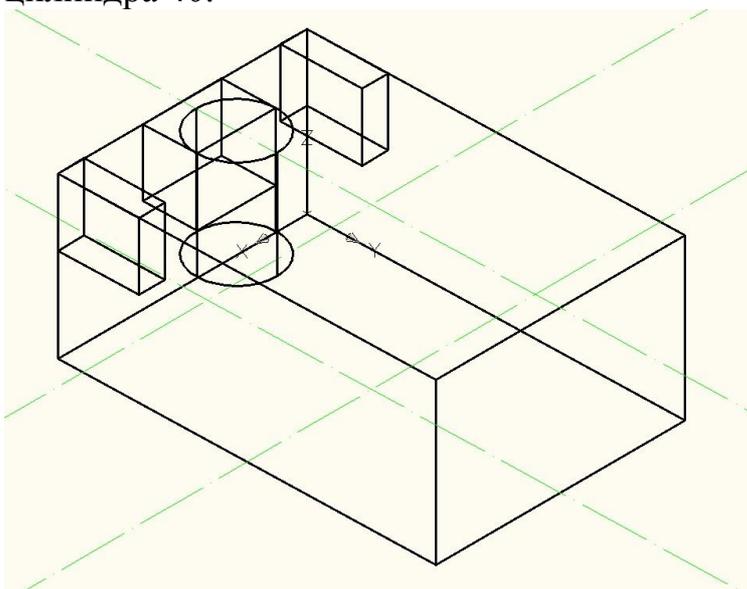
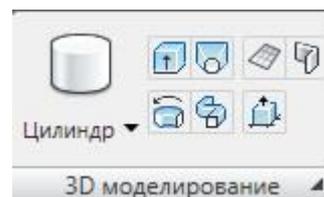
Этап 6

Снова находим кнопку «ящик» на панели 3d моделирования. Задаем координаты первой точки (32.5; 0; 60) и длины сторон (30; 20; -25).

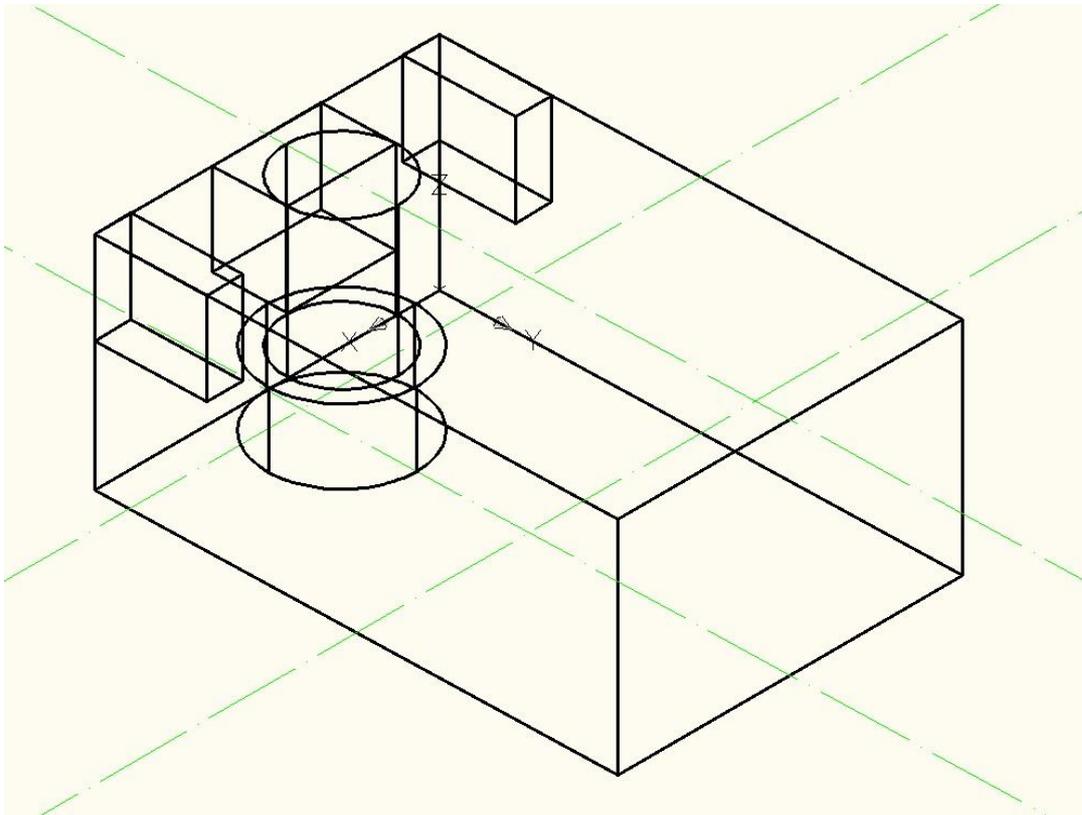


Этап 7

Выбираем кнопку «цилиндр» на панели 3d моделирования. В командную строку вводим «2т» и задаем первую и конечную точки диаметра цилиндра. Они находятся на сторонах только что построенного ящика. После этого вводим высоту цилиндра 40.

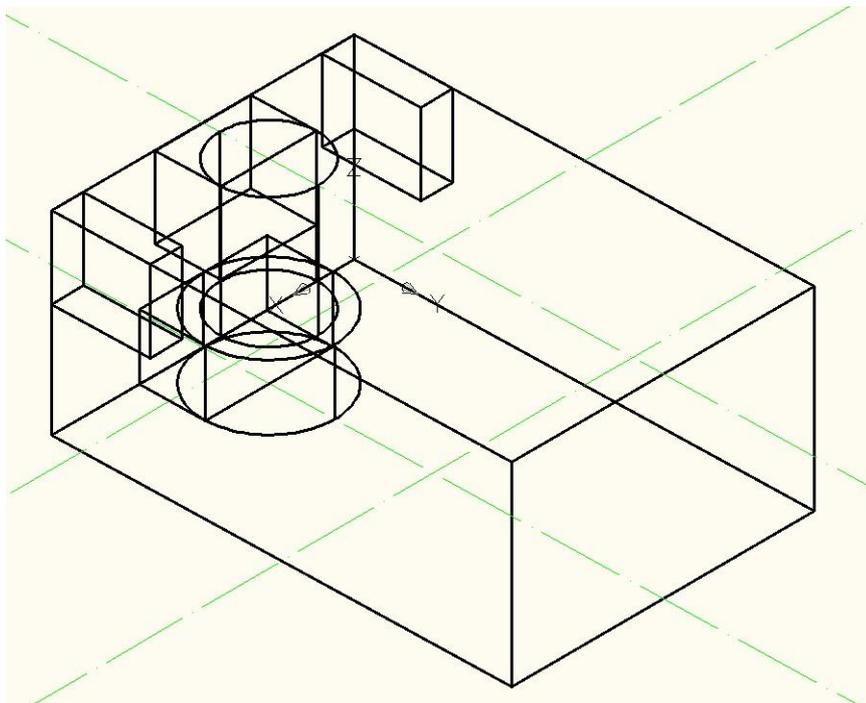


Аналогично создаем 2-ой цилиндр с центром, совпадающим с центром нижней окружности 1-ого цилиндра, радиусом 20 и глубиной 20.



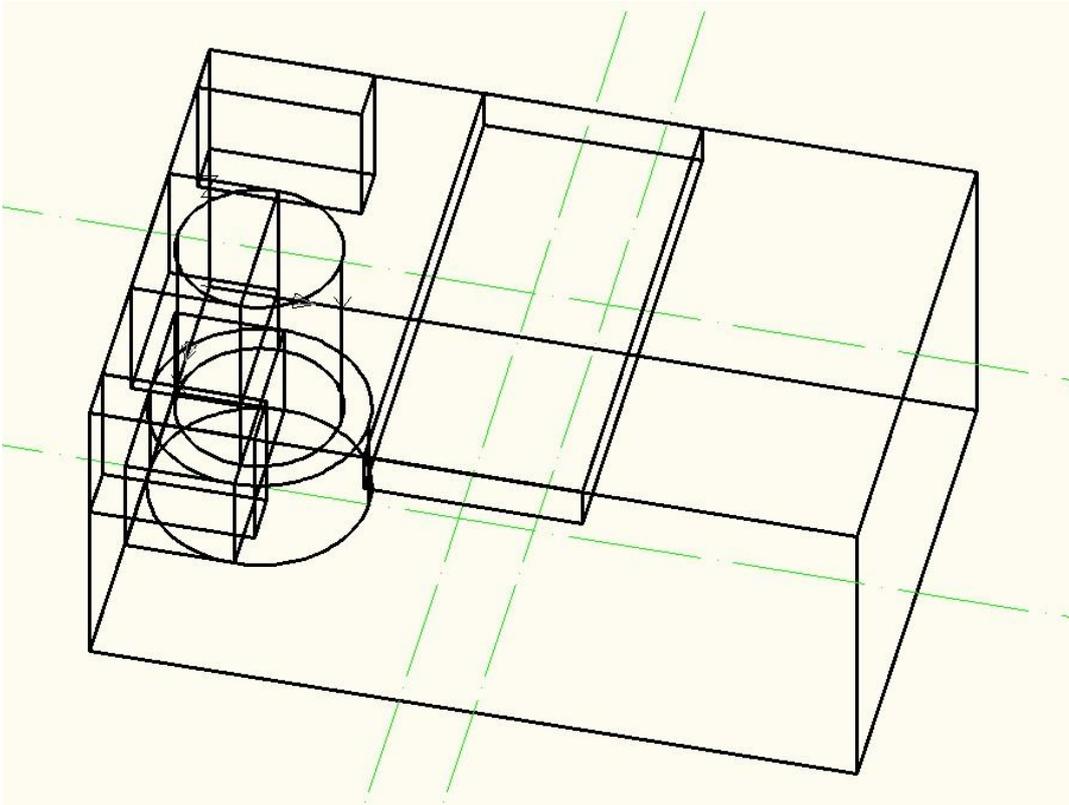
Этап 8

Выбираем «ящик» в меню 3d моделирования, задаем координаты начальной (67.5; 0; 0) и конечной точки (27.5; 20; 20).



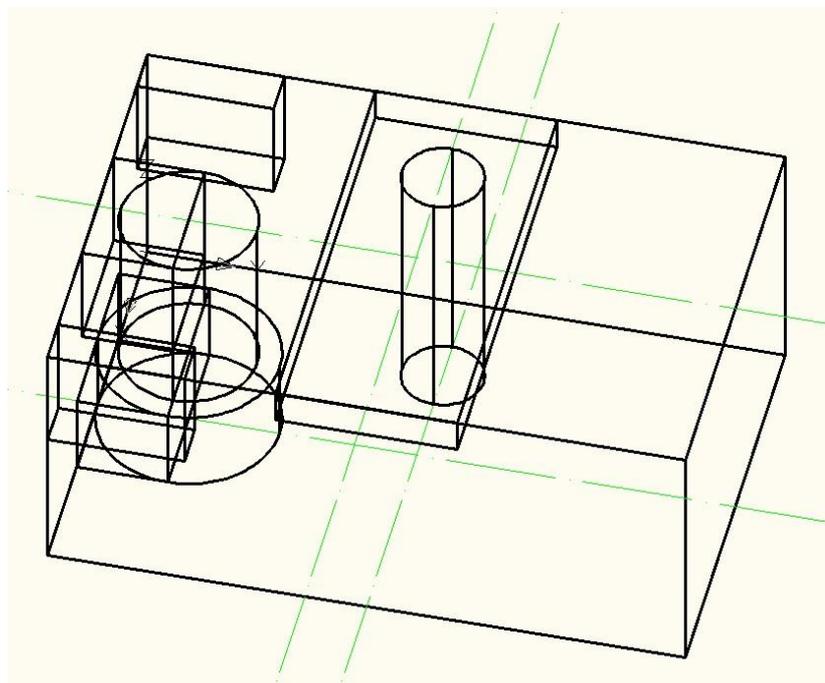
Этап 9

Снова выбираем «ящик» и задаем координаты его начальной и конечной точек: () и () соответственно.

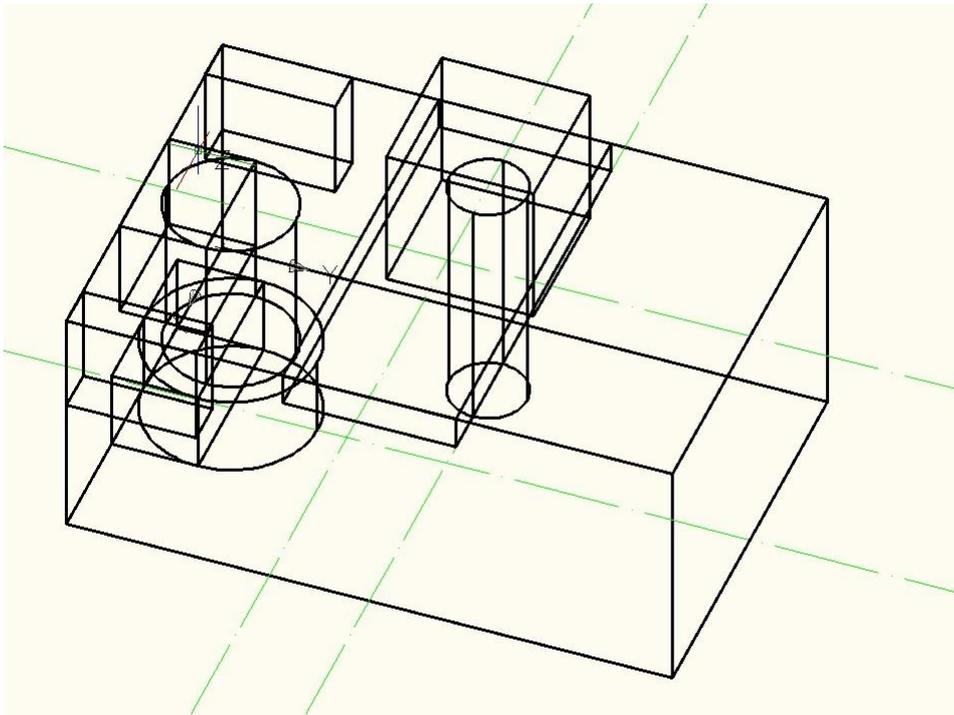


Этап 10

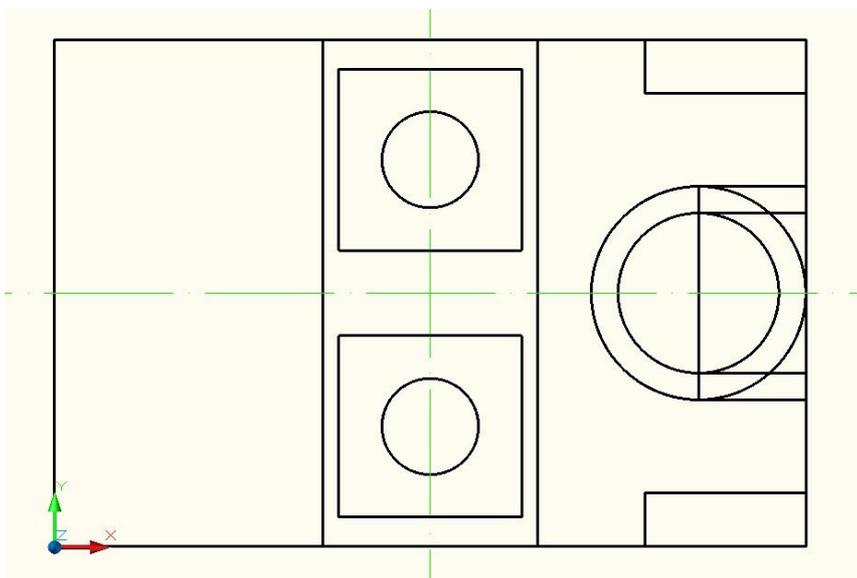
Выбираем кнопку «Цилиндр» в панели 3D моделирования. Его центр смещаем от точки пересечения осевых линий по оси X на 25. Задаем радиус 9 и глубину 60.



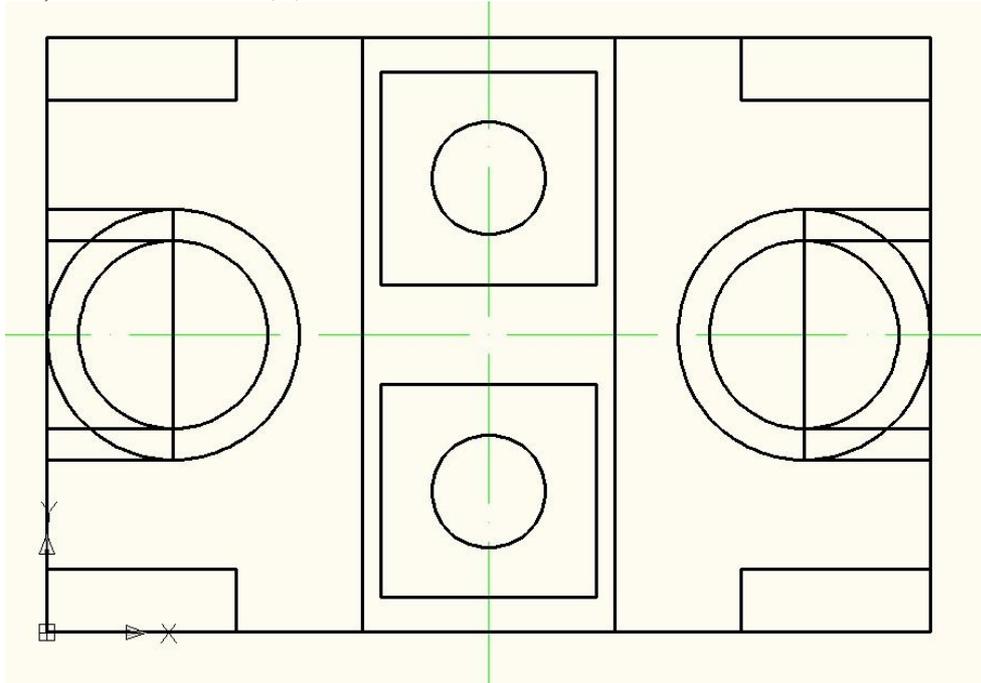
Этап 11. Снова находим кнопку «Ящик». Но на этот раз в командной строке вводим букву Ц, затем указываем центр ящика, совпадающий с центром окружности только что построенного цилиндра. После этого вводим половинные значения сторон ящика: (17; 17; 18).



Этап 12. Для удобства дальнейшей работы заходим в панель вид и во всплывающем меню выбираем вид сверху. Используя возможность зеркального отражения объектов, нажимаем  в панели редактирования. Выбираем недавно построенные ящик и цилиндр, жмем ВВОД, выбираем горизонтальную ось симметрии детали для отражения (задаем 2 ее точки) и получаем еще один цилиндр и ящик.



Этап 13 Снова в панели редактирования нажимаем . Выбираем 2 цилиндра и 4 ящика из правой части чертежа, которые хотим отразить в левую. Затем выбираем 2 точки оси отражения (вертикальная ось симметрии) и жмем ВВОД.

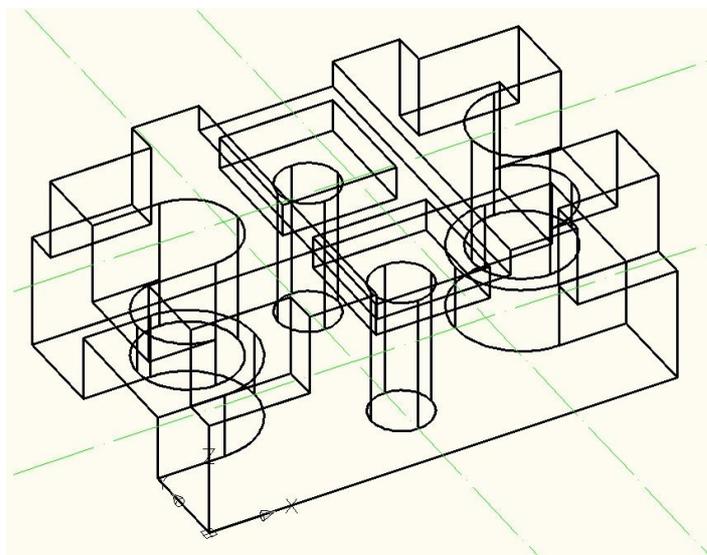


Этап 14

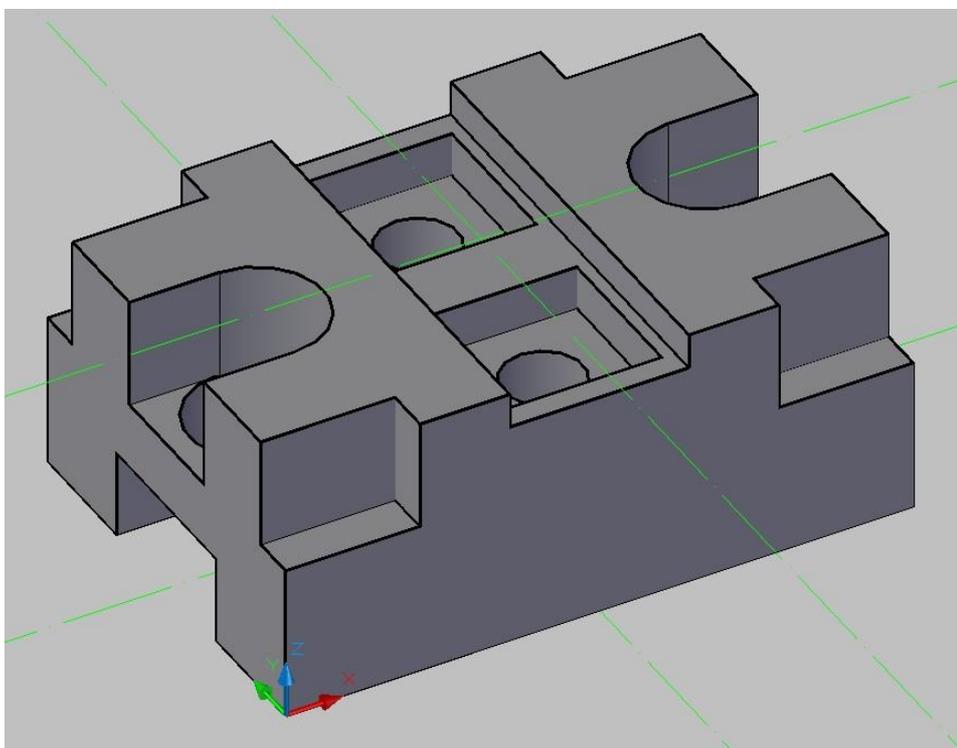
В панели редактирования тела находим кнопка «вычитание» . Эта функция позволяет изменять форму 3d тела путем вычитания из его объема другого 3d тела.

Воспользуемся ей для того, чтобы вычесть все построенные нами тела из большого ящика, построенного первым. Нажимаем на кнопку «вычитание», выбираем большой ящик, жмем ВВОД, выбираем все тела, кроме большого ящика и снова жмем ВВОД.

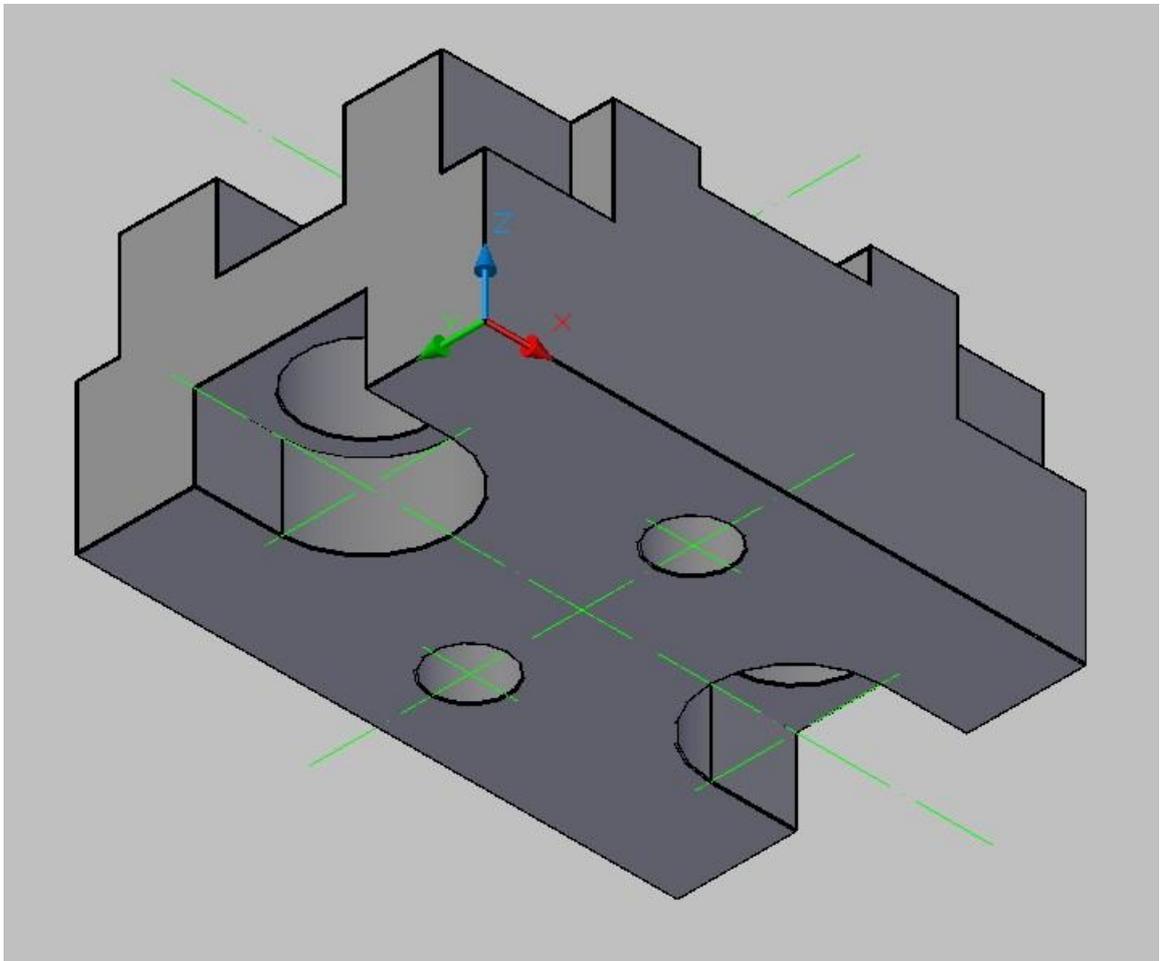
Получаем готовую фигуру.



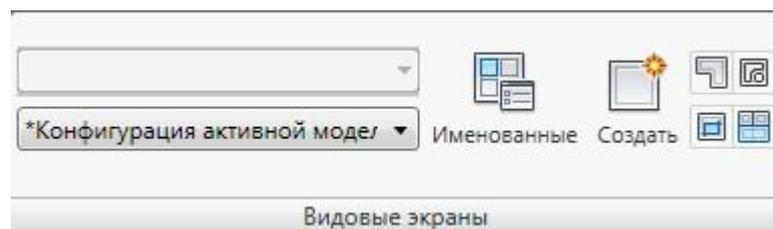
Для большей доступности понимания полученного объекта, в меню ВИД выбираем «концептуальный»:



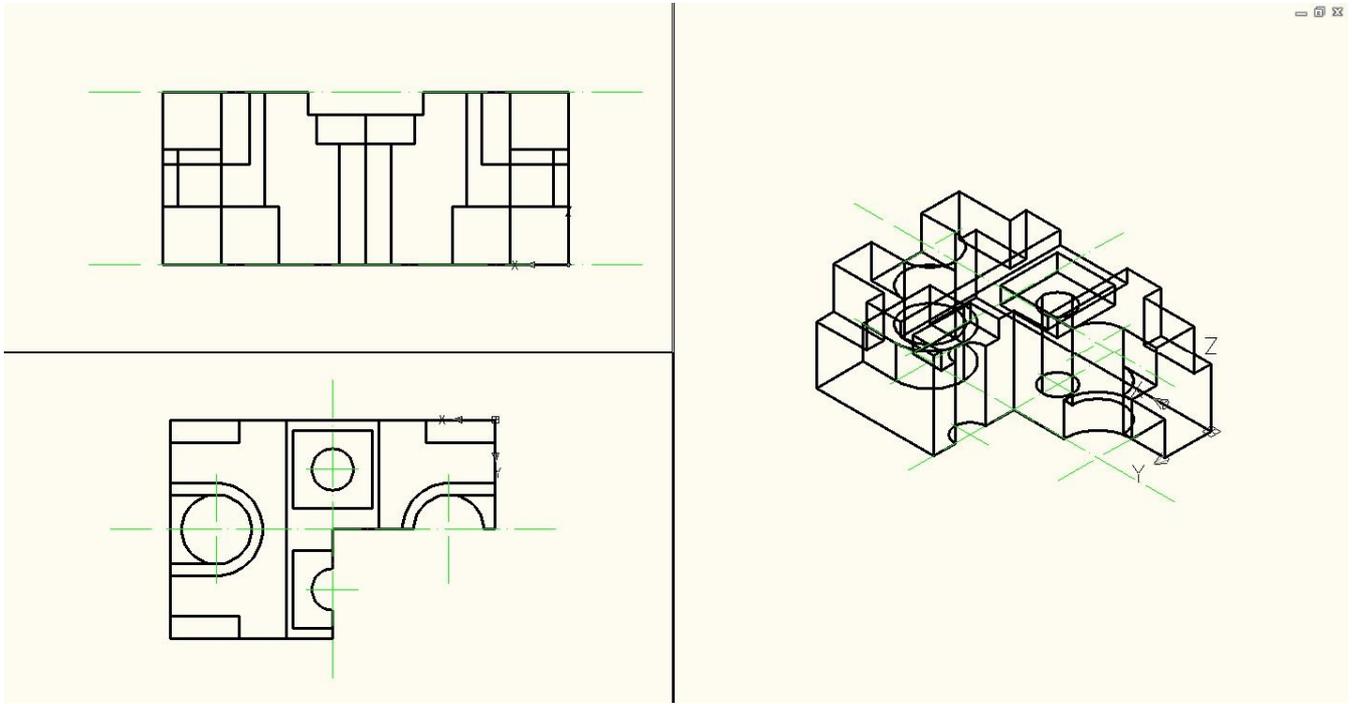
Удаляем ненужные части осевых линий и добавляем осевые линии отверстий.



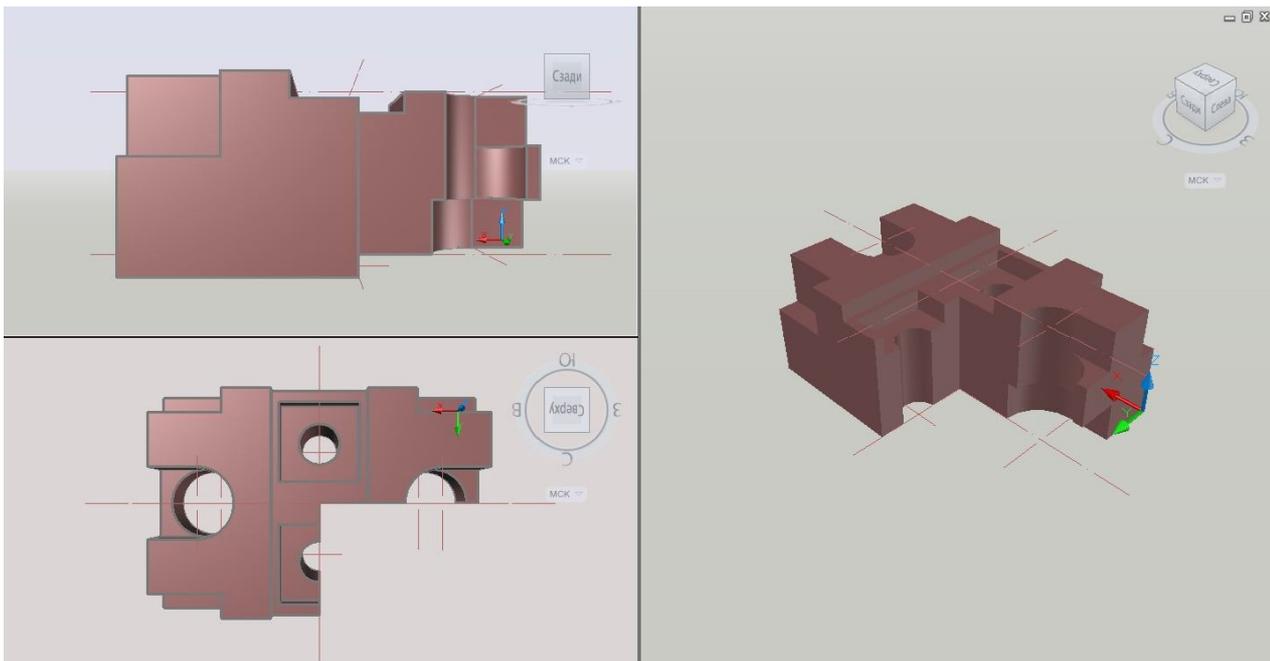
Этап 15 В меню вид выбираем другую конфигурацию окон: спереди\сверху\изометрия



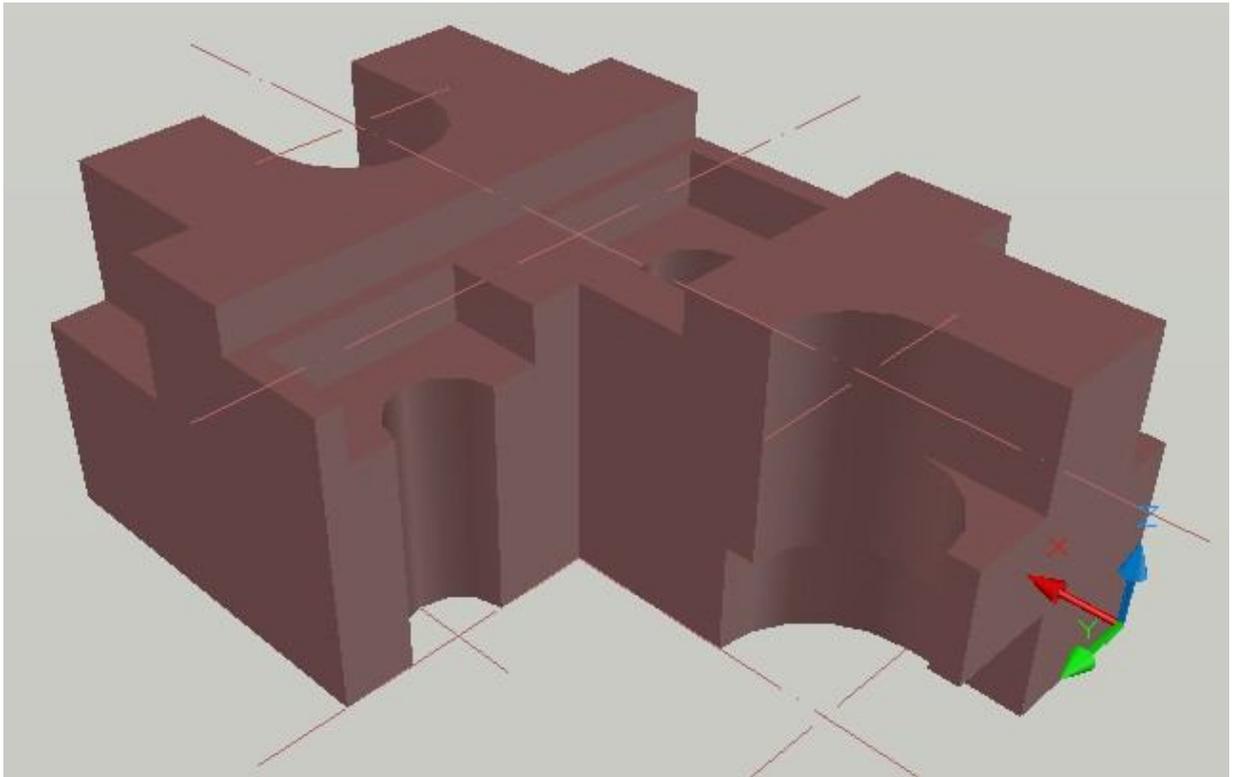
Этап 16 Для того, чтобы сделать разрез, выбираем команду  и из точки пересечения осевых линий детали строим ящик. Размером в высоту детали 60 в ширину половины всей детали 47.5 и в глубину 70. Затем с помощью команды  вычитаем из основной детали полученный ящик. В итоге получаем разрез детали.



Этап 17. Окраска тела. В палитре инструментов выбираем набор материалов «металл». Выбираем цвет «под сталь» и красим деталь.

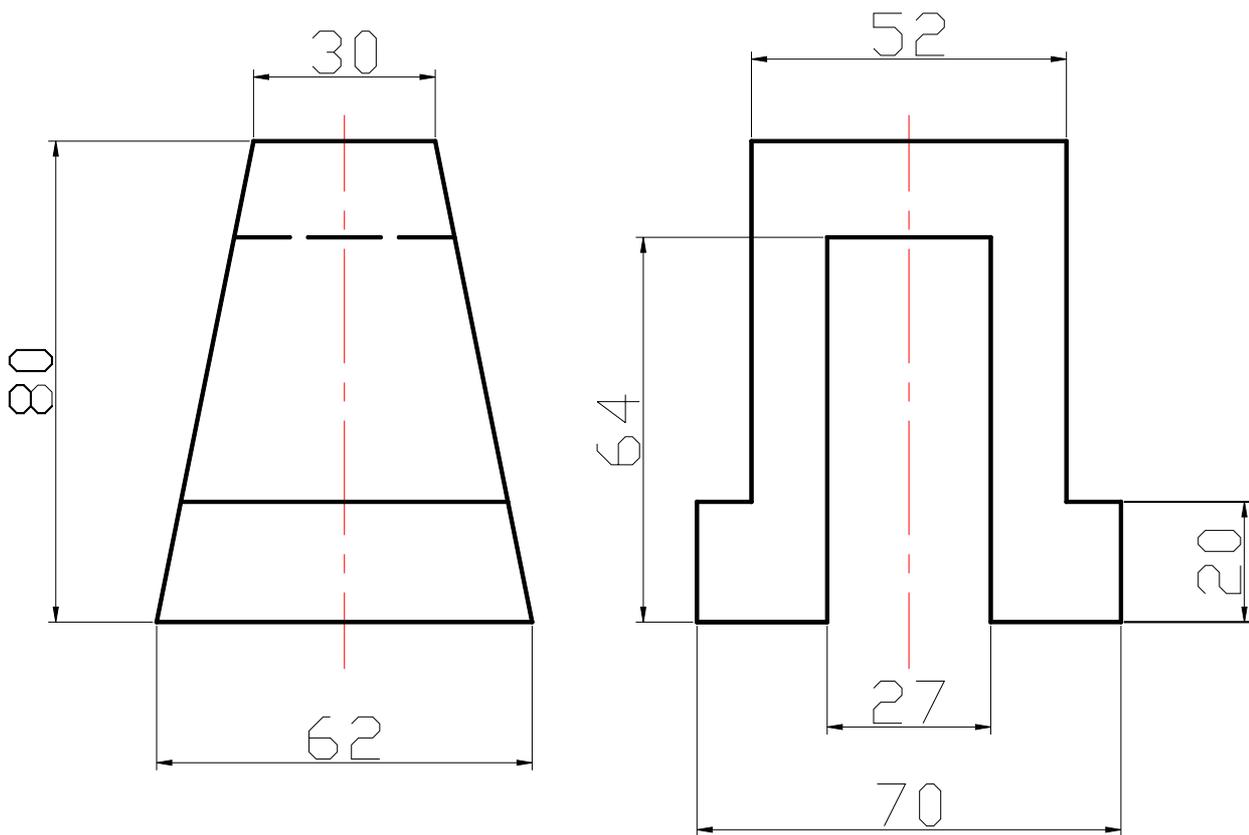


Конечный результат:



Рассмотренные методы дают возможность получить пространственное изображение и следующей детали (№3), однако целесообразнее будет следующий вариант.

Получить пространственное изображение детали №3



Выбор точки зрения.

Активизировать команду **VPOINT**↓.

В ответ на следующий запрос ввести координаты по осям **X,Y,Z**; определяющие северо-восточную изометрию (NE Isometric).

Specify a view point or [Rotate] <display compass and tripod>: 1,1,1.

Построение осевых линий.

Сделать текущим слой осевых линий (выбрать из списка слоев в панели инструментов свойств объектов).

Построение осей детали.

- Построение горизонтальной оси **OX**.

Активизировать команду **XLINE** .

В ответ на запрос *Specify a point or [Hor/Ver/Ang/Bisect/Offset]*: в боковом экранном меню активизировать опцию  - построение горизонтальной прямой.

В ответ на следующий запрос ввести координаты точки:

Specify through point: **0,0,0** ↵ ↵.

- Построение вертикальной оси **OY**.

Повторно активизировать команду **XLINE**, нажав ↵.

В ответ на запрос *Specify a point or [Hor/Ver/Ang/Bisect/Offset]*: в боковом экранном меню активизировать опцию  - построение вертикальной прямой.

В ответ на следующий запрос ввести координаты точки:

Specify through point: **0,0,0** ↵ ↵.

Переносим систему координат в точку пересечения горизонтали и вертикали.

UCS :  **OR** : 

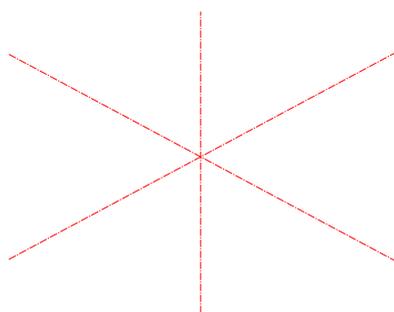
В ответ на запрос ввести координаты: в боковом экранном меню активизировать команду  (розовая объектная привязка) и её опцию  **Intersec** (привязка к точке пересечения двух объектов), задать точку пересечения вертикали с горизонталью.

С помощью кнопок    поворачиваем систему координат вокруг оси X на 90°.

Проводим вертикаль :

 , Ver <0,0,0>  

Получается изображение:



Переходим на зеленый цвет и выполняем дополнительные построения, чтобы получить вид слева. Для этого в полученной системе координат проводим окружности R20, R64 и R80.

Активизировать команду CIRCLE . В боковом экранном меню активизировать опцию  – построение по центру и радиусу.

В ответ на запрос ввести координаты центра окружности:
Specify center point for circle or [3P/2P/Ttr (tan tan radius)]:

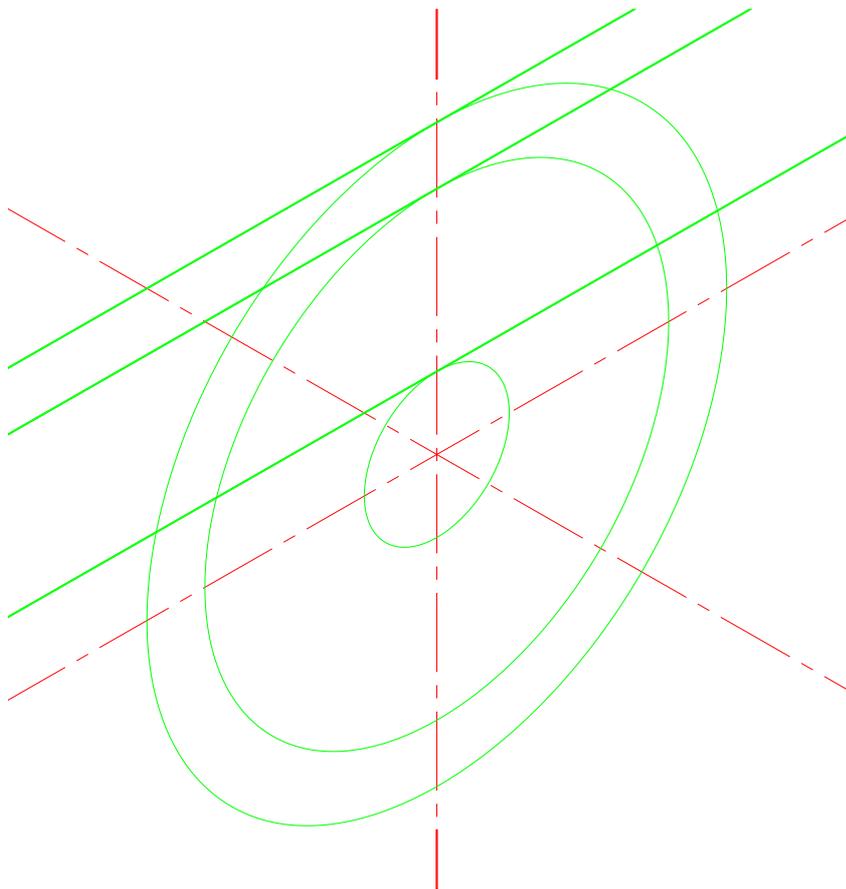
в боковом экранном меню активизировать команду  (разовая объектная привязка) и её опцию  (привязка к точке пересечения двух объектов), задать точку пересечения вертикали с горизонталью.

В ответ на следующий запрос ввести величину радиуса:

Specify radius of circle or [Diameter]: 20 ↵.

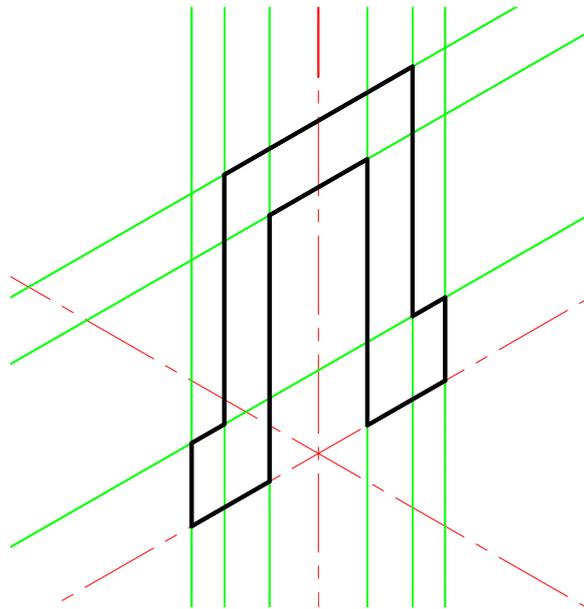
Аналогично изображаем окружности R64 и R80.

Через полученные точки пересечения окружностей с вертикалью проводим горизонтали, а окружности удаляем.



Далее через $\langle 0,0,0 \rangle$ проводим окружности $\varnothing 27$; $\varnothing 52$ и $\varnothing 70$. Процесс изображения аналогичный только в боковом экранном меню активизировать опцию \rightarrow **Сен, Dia** вместо опции \rightarrow **Сен, Rad**. Через полученные точки пересечения окружностей с горизонталью проводим вертикали, а окружности удаляем.

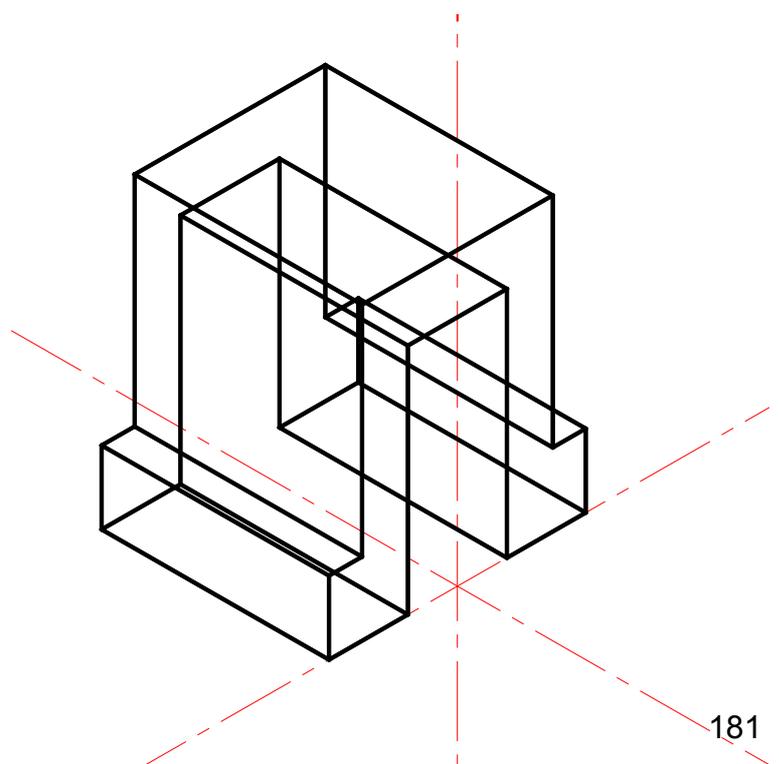
Переходим на черный цвет и с помощью команды **PLINE** по привязкам получаем контур детали, а зеленые линии удаляем.



Выдавим полученный контур:

EXTRUDE \leftarrow Выделяем объект, $\langle 62 \rangle$ \leftarrow $\langle 0 \rangle$ \leftarrow !

Получаем изображение:



Чтобы получить скосы построим габаритную трапецию и выдадим ее.
Для этого переносим систему координат в середину нижнего бокового ребра.

UCS  OR 

В ответ на запрос ввести координаты:

в боковом экранном меню активизировать команду  ******** (разовая объектная привязка) и её опцию **Mid** (привязка к середине объекта), указать точку.

Поворачиваем систему координат вокруг оси Y на 90° с помощью кнопок .

Проводим вертикаль и горизонталь:

 , Ver <0,0,0> 

 , Hor <0,80,0> 

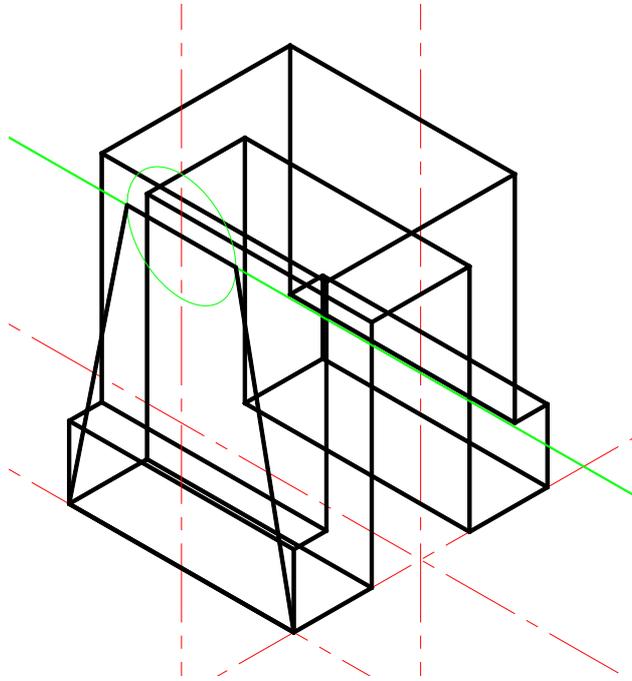
Проводим окружность $\varnothing 30$. Активизировать команду **CIRCLE** .
В боковом экранном меню активизировать опцию  **Cen,Dia** – построение по центру и диаметру.

В ответ на запрос ввести координаты центра окружности:
Specify center point for circle or [3P/2P/Ttr (tan tan radius)]:

в боковом экранном меню активизировать команду  ******** (разовая объектная привязка) и её опцию  **Intersec** (привязка к точке пересечения двух объектов), задать точку пересечения вертикали с горизонталью.

В ответ на следующий запрос ввести величину диаметра:
Specify radius of circle or [Diameter]: _d Specify diameter of circle: 30 ↵.

Получается изображение:



Переходим на черный цвет и с помощью команды **PLINE** по привязкам получаем контур габаритной трапеции.

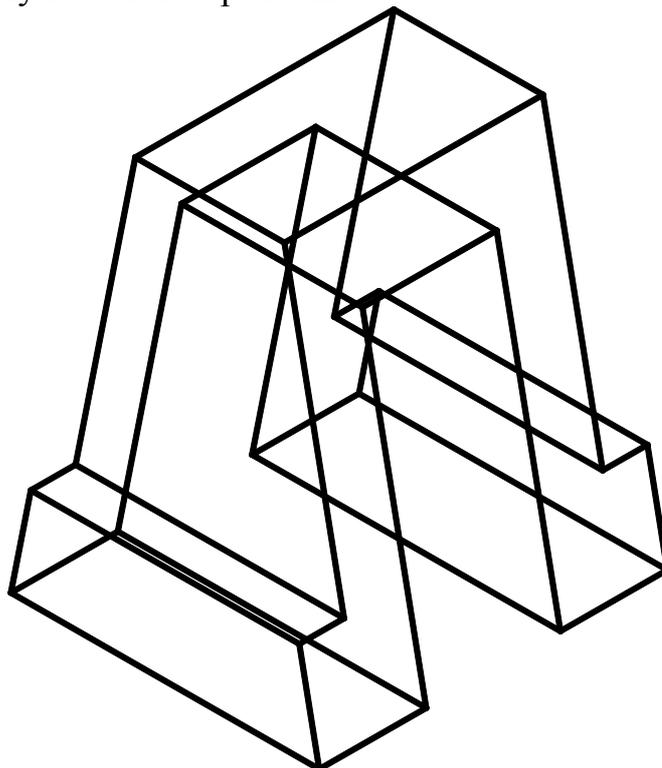
Зеленые линии удаляем, полученный контур выдавим:

EXTRUDE ← Выделяем объект, <-70> ← <0> ←

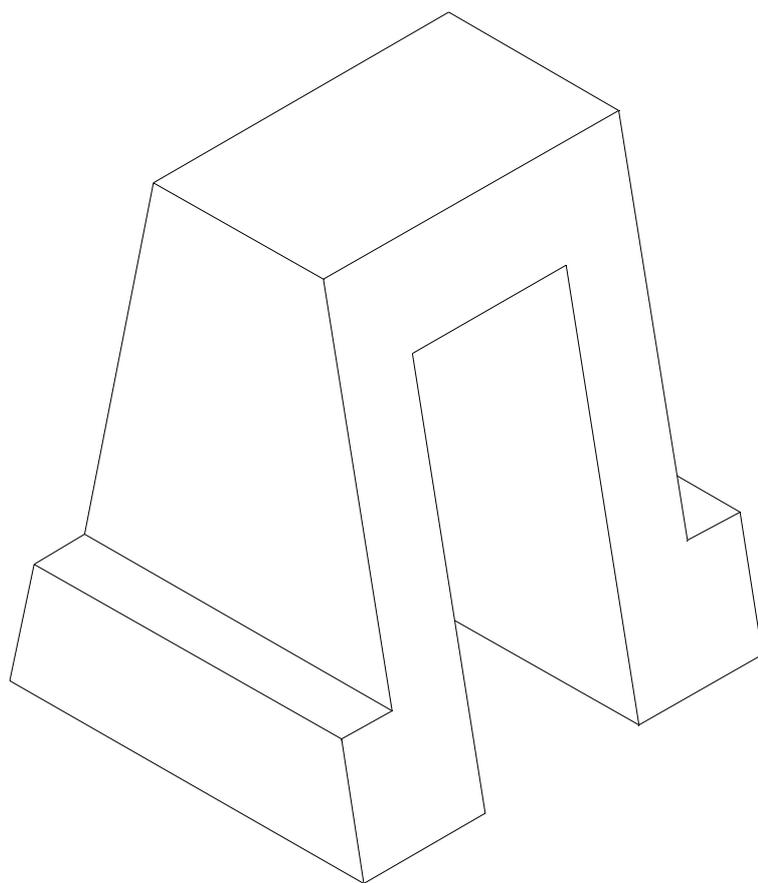
Теперь из двух тел получаем одно общее тело. Для этого необходимо:

- Активизировать команду **INTERSECT** 

В ответ на следующие запросы левой кнопкой мыши выделить обе призмы. Получается изображение:



С помощью команды **HIDE** удаляем невидимые линии и получаем:



В решении этой задачи кроме оперативности можно заметить одну особенность: в рассмотренном решении пространственная модель фактически получена по двум заданным проекциям, о чем очень часто мечтают и спрашивают начинающие.

Не смотря на сложность конфигурации следующей детали, ее пространственную модель можно получить аналогично, однако целесообразно применить еще дополнительные методы, облегчающие решение.

Получить пространственное изображение детали №4

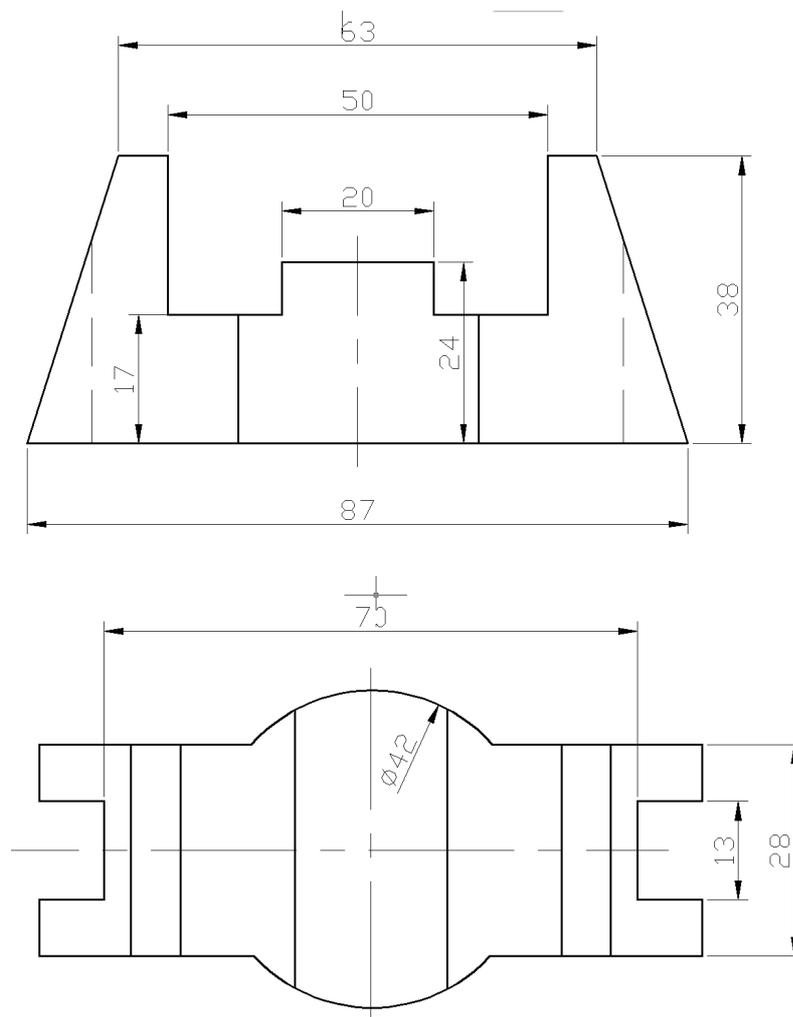


Рис.1

Выбор точки зрения.

Активизировать команду **VPOINT** ↓.

В ответ на следующий запрос ввести координаты по осям **X,Y,Z**; определяющие северо-восточную изометрию (**NE Isometric**).

Specify a view point or [Rotate] <display compass and tripod>: **1,1,1** ↓.

Сделать текущим слой габарита (выбрать из списка слоев в панели инструментов свойств объектов).

1. Построение габаритного параллелепипеда.

Активизировать команду **BOX** .

В ответ на запрос:

Specify first corner or [Center] : указать курсором любую удобную точку.

В ответ на следующий запрос вводим координаты второй диагональной точки основания: **@ 87, 42** ←↵, а далее вводим значение высоты: **38** ←↵.

2. Переносим систему координат (UCS).

Активизировать кнопку .

В ответ на запрос:

Specify new origin point <0,0,0>: указать вершину верхнего основания.

3. Построение осей верхнего основания параллелепипеда.

Предварительно необходимо изменить цвет линий на красный и тип линий на штрихпунктирный.

Активизировать команду **XLINE** .

В ответ на запрос:

Specify a point or [Hor/Ver/Ang/Bisect/Offset]: в боковом экранном меню активизировать опцию **Horizontal** - построение горизонтальной прямой.

Specify through point: В ответ на следующий запрос:

в боковом экранном меню активизировать команду  **MIDPoint** (разовая объектная привязка) и её опцию **MIDPoint** (привязка к средней точке объекта), указать боковое ребро на плоскости **XY** ↓.

Повторно активизировать команду **XLINE**, нажав ↓.

В ответ на запрос:

Specify a point or [Hor/Ver/Ang/Bisect/Offset]: в боковом экранном меню активизировать опцию **Vertical** - построение вертикальной прямой.

В ответ на следующий запрос:

Specify through point:

в боковом экранном меню активизировать команду  **MIDPoint** (разовая объектная привязка) и её опцию **MIDPoint** (привязка к средней точке объекта), указать второе боковое ребро на плоскости **XY** ↓.

Обрезаем лишние участки прямых и получаем изображение:

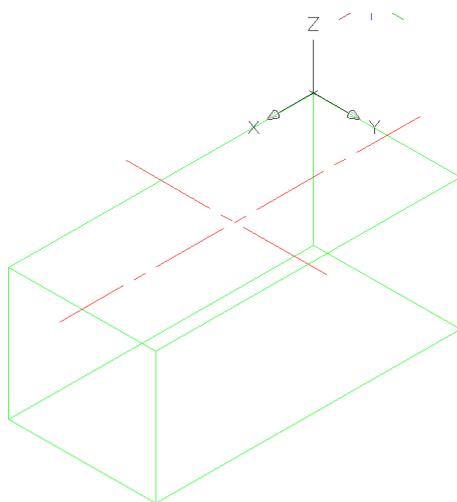


Рис. 2

Переходим на зеленый цвет и выполняем дополнительные построения, чтобы получить вид сверху. Для этого делаем текущим очередной слой и в полученной системе координат проводим окружности $\varnothing 13$; $\varnothing 28$ и $\varnothing 70$.

Активируем команду **CIRCLE** . В боковом экранном меню активизировать опцию  – построение по центру и диаметру.

В ответ на запрос ввести координаты центра окружности:

Specify center point for circle or [3P/2P/Ttr (tan, tan, radius)]:

в боковом экранном меню активизировать команду  (розовая объектная привязка) и её опцию  (**Intersec** (привязка к точке пересечения двух объектов), задать точку пересечения вертикали с горизонталью).

Через полученные точки пересечения окружностей с вертикалью проводим горизонтали, а окружности удаляем и т. д.

Переходим на черный цвет, проводим окружности $\varnothing 42$ и с помощью команды **POLYLINE**  по привязкам получаем контур детали, а зеленые линии удаляем. Затем с помощью команды **PEDIT** превращаем полученный контур детали в единую полилинию (см. рис.3).

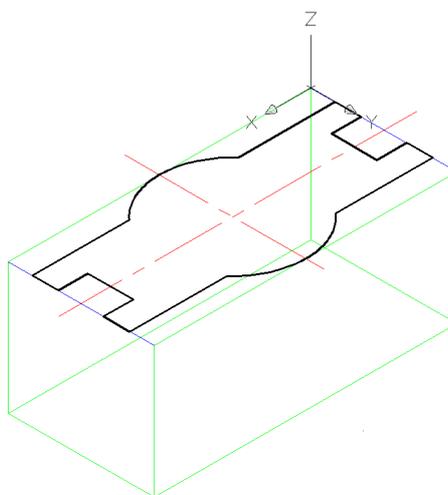


Рис. 3

4. Построение первого тела.

Активизировать команду **EXTRUDE** .

В ответ на запрос:

Select objects to extrude: выделить полученную фигуру.

В ответ на следующий запрос задать высоту:

Specify height of extrusion or [Direction/Path/Taper angle] <110.000>:-38↓.

Высоту можно задавать визуально, указав нижнюю вершину ящика.

В ответ на следующий запрос задать угол сужения: <0> .

В результате получаем изображение:

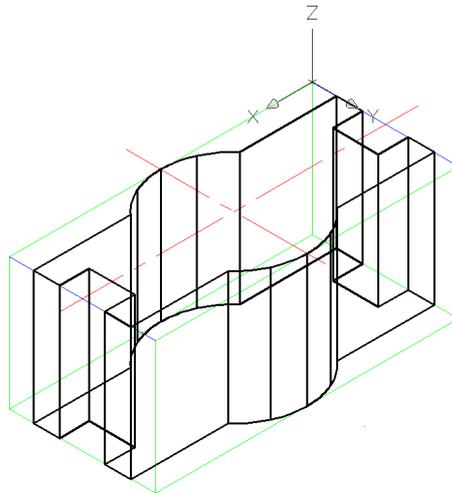


Рис. 4

Для визуального удобства выключаем слой первого тела и переносим систему координат на переднюю вертикальную грань параллелепипеда, на которой необходимо получить изображение главного вида (см. рис.1).

Активизировать кнопку .

В ответ на запрос:

Specify new origin point <0,0,0>: указать вершину вертикальной грани.

С помощью кнопок    поворачиваем систему координат вокруг оси X на 90° (см. рис.5).

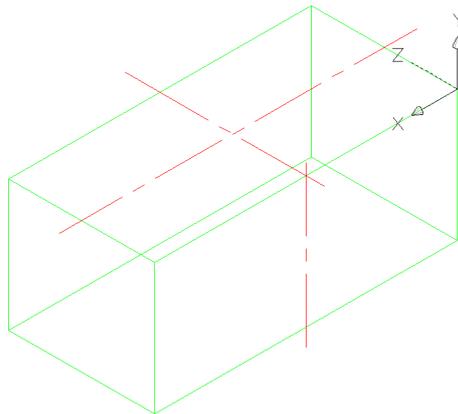


Рис. 5

Переходим на синий цвет и выполняем дополнительные построения, чтобы получить главный вид. Для этого делаем текущим очередной слой и в полученной системе координат проводим окружности $\varnothing 20$; $\varnothing 50$, $\varnothing 63$ и две горизонтали (см. рис.6).

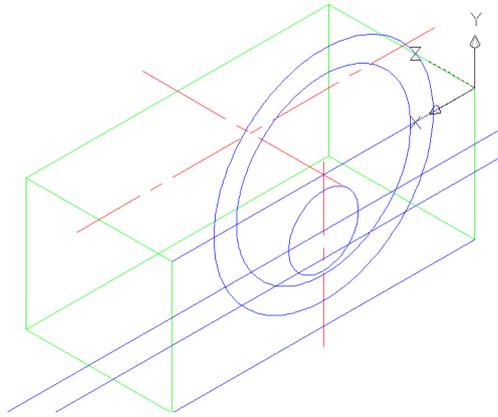


Рис. 6

Через полученные точки пересечения окружностей с горизонталями проводим вертикали (см. рис.7) .

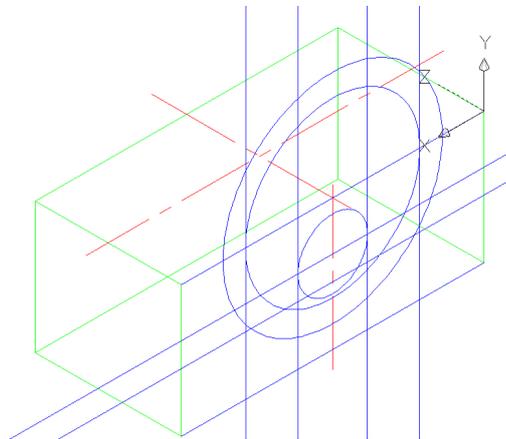


Рис. 7

Переходим на черный цвет и с помощью команды **POLYLINE** по привязкам получаем контур детали (см. рис.8).

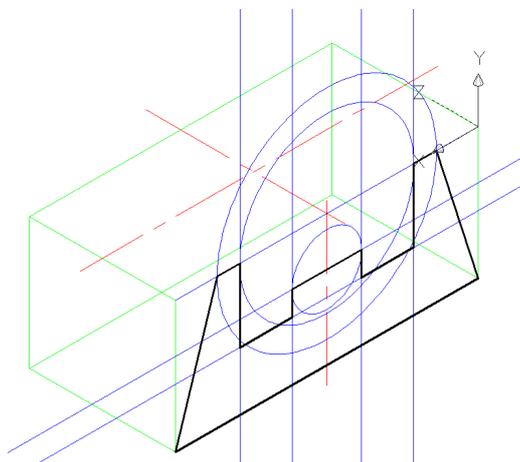


Рис. 8

Удаляем вспомогательные синие линии и окружности (см. рис.9).

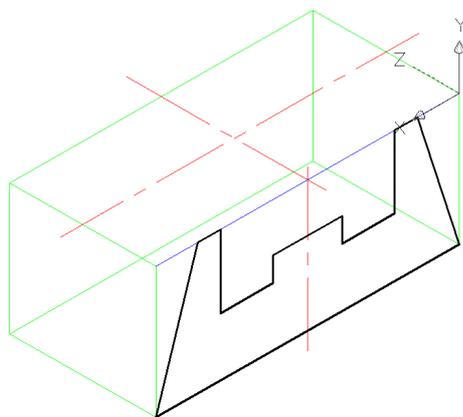


Рис. 9

5. Построение второго тела.

Активизировать команду **EXTRUDE** .

В ответ на запрос:

Select objects to extrude: выделить полученную фигуру.

В ответ на следующий запрос задать высоту:

Specify height of extrusion or [Direction/Path/Taper angle] <110.000>:42↓.

Высоту можно задавать визуально, указав заднюю вершину ящика.

В ответ на следующий запрос задать угол сужения: <0>←↵.

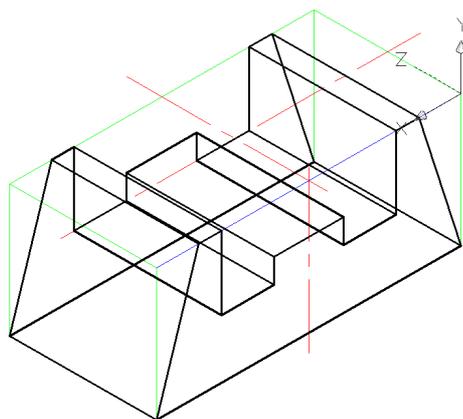


Рис. 10

Включаем слой первого тела (см. рис.11).

Теперь можно удалить габаритный параллелепипед, для этого выделяем его курсором, и нажимаем клавишу **Delete** (см. рис.13).

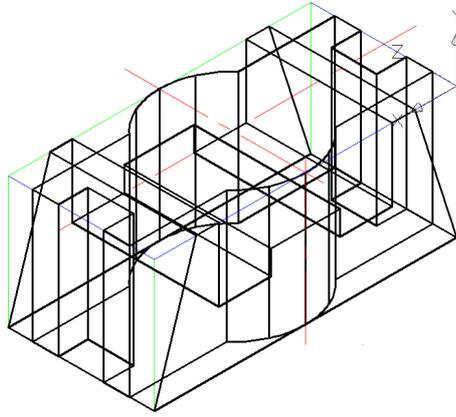


Рис. 11

6. Теперь из двух тел получаем одно общее тело. Для этого необходимо:

Активизировать команду **INTERSECT** .

В ответ на следующие запросы левой кнопкой мыши выделить оба тела.
Получается изображение:

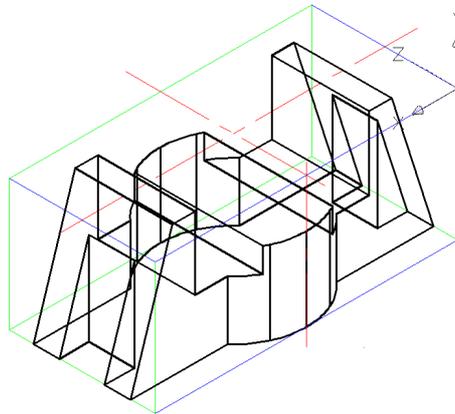


Рис. 12

С помощью команды **HIDE** удаляем невидимые линии:

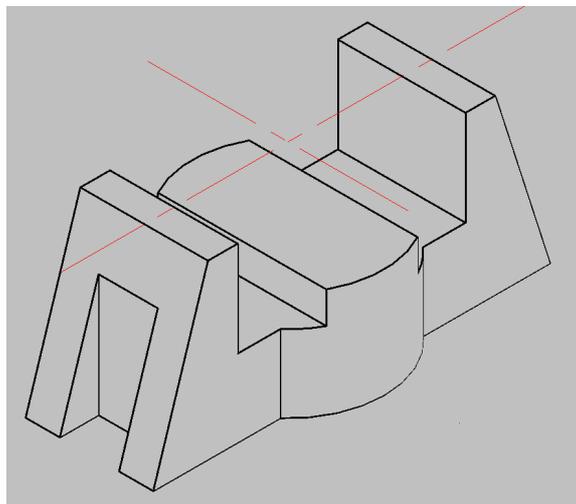


Рис. 13

Для простой окраски тела в меню **View** выбираем **Visual Styles**, а в подменю выбираем **Realistic**. Затем выделяем деталь и выбираем из окна

ByLayer необходимый цвет  (рис14).

С помощью команд ,  можно вращать объект вокруг своей оси или точки, выбирая нужный ракурс.

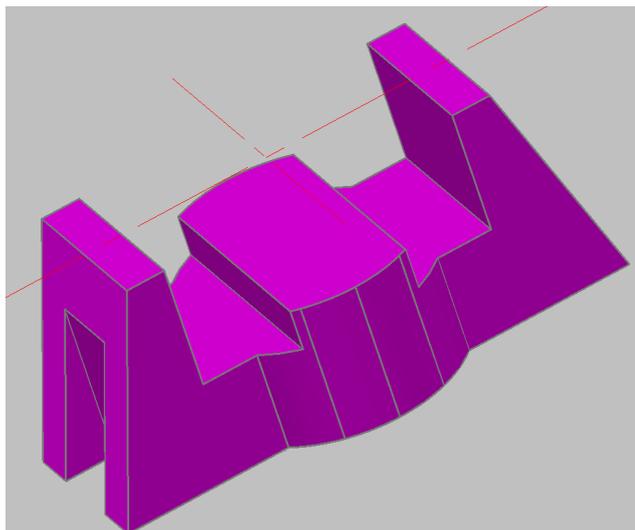


Рис. 14

Рассмотренные решения этих двух задач (деталей 3 и 4) позволяют сделать следующие выводы:

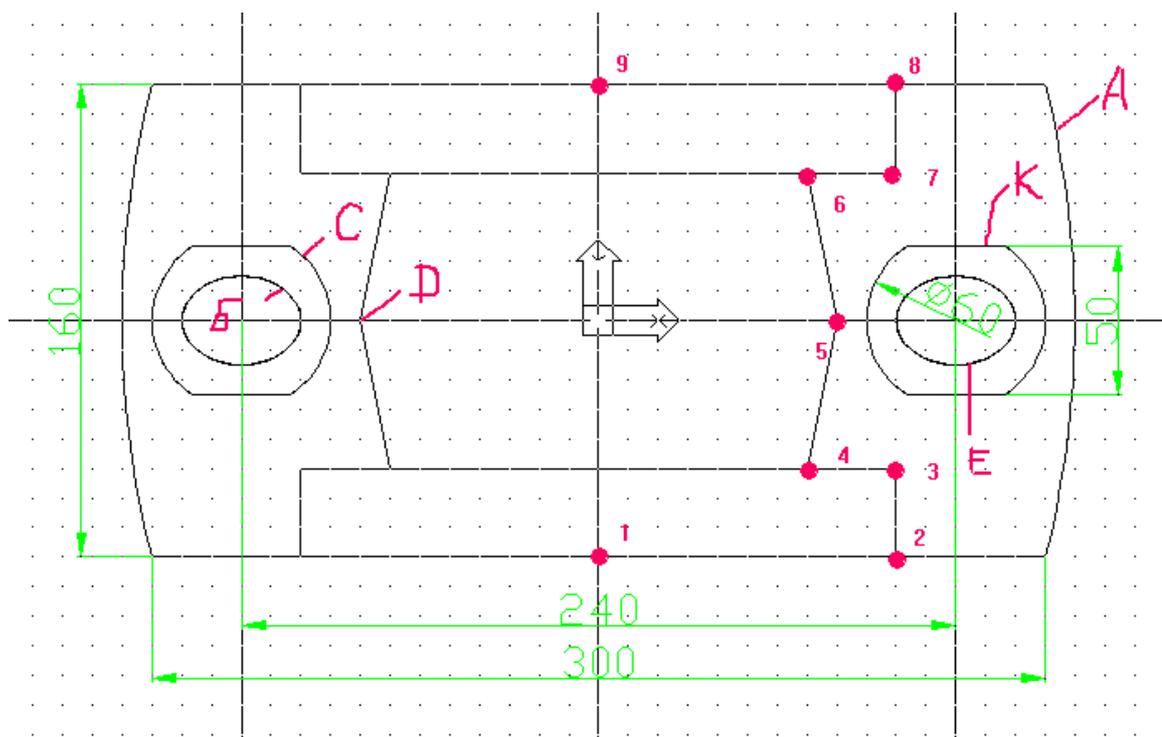
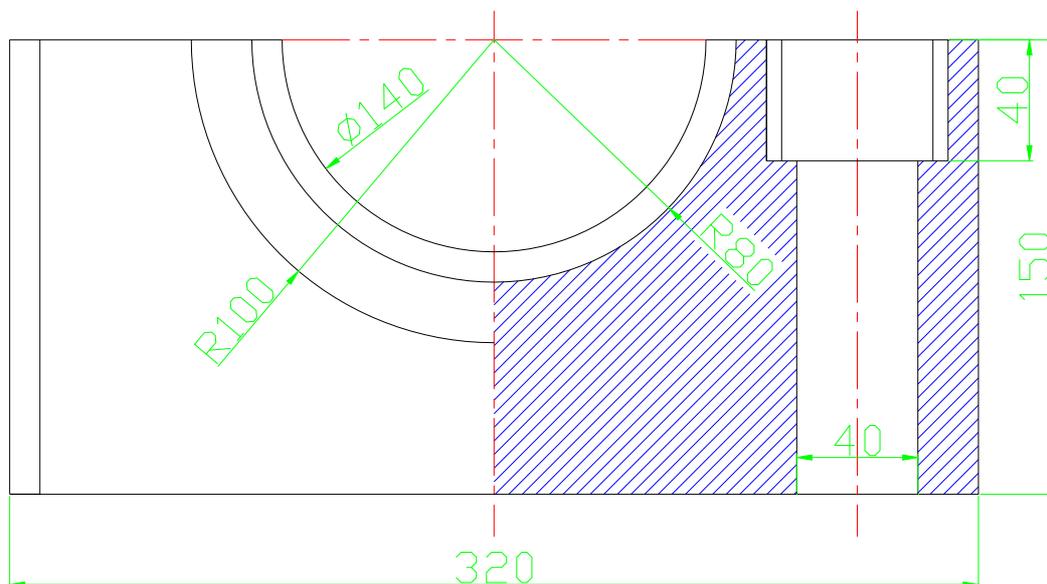
По двум заданным проекциям можно выделить основные контуры будущей модели и максимально (по возможности) приблизить ее к истинному изображению.

Для удобства ориентирования в пространстве целесообразно начинать изображение модели с габаритного параллелепипеда, на гранях которого и строят основные контуры заданных проекций.

Чтобы исключить случайные машинальные ошибки, а также для визуального удобства составные элементы детали лучше изображать в разных слоях и разными цветами.

Получить пространственное изображение детали №5

Рассмотрим задачу, в которой пространственное изображение детали получают с помощью других команд, неиспользуемых в предыдущих примерах.



Этапы решения задачи:

1. Подготовительные действия.

Задаем формат чертежа:

LIMITS ↵

0,0 ↵

420,297 ↵

Задаем максимальное изображение экрана:

ZOOM ↵

A ↵

Включаем вспомогательные средства: для этого в статусной строке включить кнопки:



2. Этап создания пользовательской системы координат.

В командной строке вводим с клавиатуры:

UCS ↵

Or ↵

200,150,0 ↵

3. В новой ПСК проводим горизонтальную и вертикальные осевые линии:



Hor

0,0 ↵



Ver

0,0 ↵



Ver

120,0 ↵



Ver

-120,0 ↵



4. Получение внутреннего «цилиндра».

Для этого сначала строим контур образующей:

PLINE ↵

В ответ на запрос – ввести координаты первой точки: с помощью мышки подводим курсор к точке (1), в статусной строке должны быть координаты:

0,-80.

Как только нашли точку с такими координатами, делаем щелчок левой клавишей мыши.

Теперь, двигаясь по горизонтали («прыгая» курсором по узлам сетки), ищем положение точки (2), для которой в статусной строке должны появиться координаты:

100,-80.

Опять щелчок и т.д.:

(3) 100,-50

(4) 70,-50

(5) 80,0

(6) 70,50

(7) 100,50

(8) 100,80

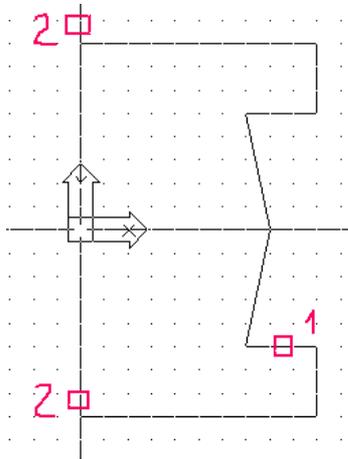
(9) 0,80

Командой **C** ↵ замыкаем контур.

Строим внутренний «цилиндр»:

REVOLVE ↵.

Последуют запросы:

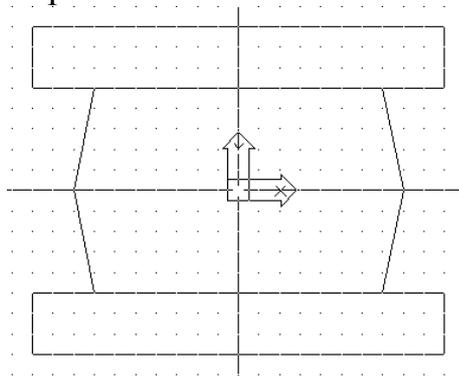


указать полилинию: (1) ↵

указать ось (2) ↵

по умолчанию /360° ↵.

В итоге получаем изображение:



5. Строим корпус. Для этого вначале строим контур корпуса.

Вначале изображаем две дуги по трем точкам:



В боковом меню выбираем **3-point**.

С помощью мышки прыгая курсором по узлам сетки, фиксируем точки со следующими координатами:

150,80

160,0

150,-80 ↵

Аналогично получаем вторую дугу:



3-point

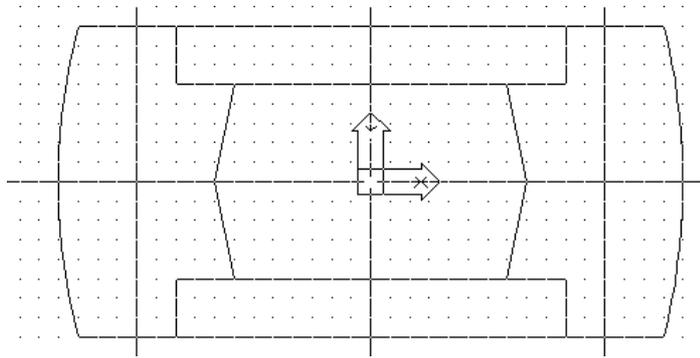
-150,80

-160,0

-150,-80 ↵

Соединим концы полученных дуг, двумя горизонтальными отрезками с помощью команды .

В результате получим изображение:



Полученный контур превратим в единую полилинию:

PEDIT ↵

□ ↵ (указываем любой участок контура)

Y ↵ (сделать полилинией)

j ↵ (объединить)

□ ↵ ↵ (указываем все участки контура).

Теперь создаем контуры отверстий:

CIRCLE ↵

В боковом меню выбираем опцию:

CEN,Dia

То есть вначале необходимо ввести или указать положение центра. Для этого, прыгая курсором вдоль горизонтальной оси, фиксируем точку с координатами:

120, 0 ↵.

Теперь вводим значение диаметра:

60 ↵.

Проводим две горизонтали:



Hor

0,25 ↵

0,-25 ↵

С помощью команды  удаляем лишнее;

PEDIT – превращаем полученный контур в единую полилинию.

Для получения эллиптического контура внутреннего отверстия построим две вспомогательные окружности диаметром 30 и 40:



CEN,Dia

120,0 ↵

30 ↵

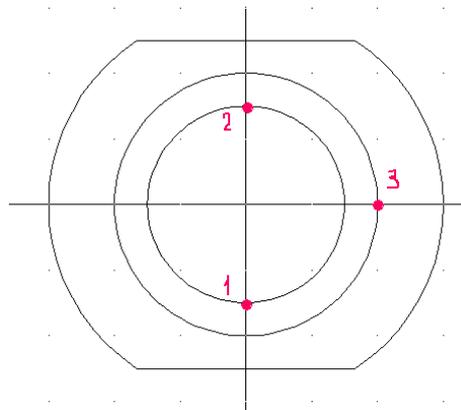


CEN,Dia

120,0 ↵

40 ↵

Выделим с помощью команды  крупным планом фрагмент отверстий:



Теперь с помощью команды  (выделяя курсором поочередно точки 1,2и 3) получаем изображение эллипса, а вспомогательные окружности диаметром 30 и 40 удаляем.

Командой  возвращаем предыдущее изображение.

Аналогично получают контуры левых отверстий. Можно выключить кнопки   .

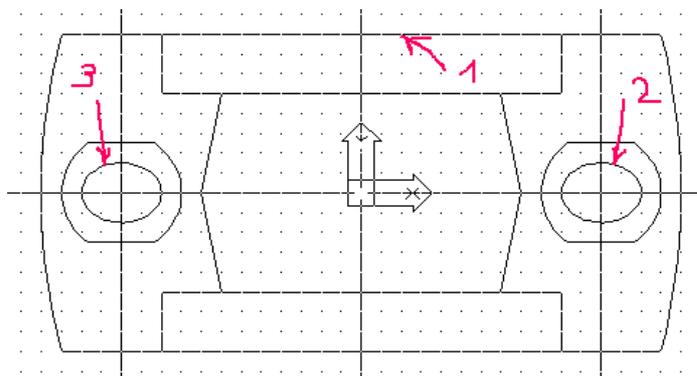
Но это получены только контуры, чтобы получить тело необходима команда:

EXTRUDE ↵

И на запрос

ВЫБЕРИТЕ ОБЪЕКТЫ

«квадратиком» обозначаем:



↵(1)

↵(2)

↵ ↵(3),

где (2) и (3) малые отверстия **Б** и **Е** (см. изначальный рис.).

Далее задаем глубину выдавливания:

-150 ↵.

Так как сужение не нужно, то на следующий запрос нажимаем **<Enter>**.

Аналогично получаем отверстия **С** и **К**:

EXTRUDE ↵

□ ↵(1)

□ ↵ ↵(2)

-40 ↵ ↵.

6. Из шести тел получаем одно:

SUBTRACT ↵

Далее указываем тело, из которого вычитаем все остальные тела, т.е. «квадратиком» обозначаем контур **A**.

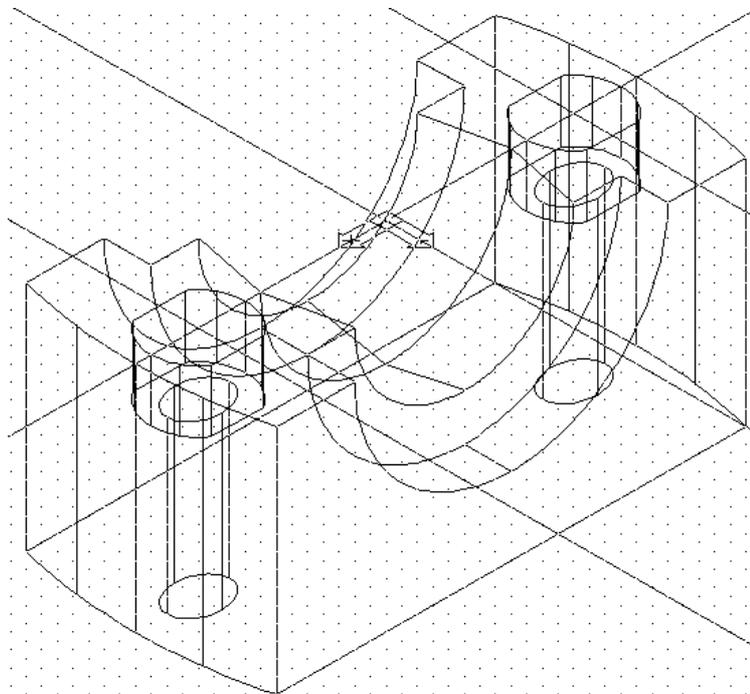
На следующий запрос указываем вычитаемые объекты, последовательно обозначаем контуры: **B, C, D, E, K**.

7. Убедимся в правильности изображения:

VPOINT ↵

1,1,1 ↵.

Должны получить изображение:



Если что-то не так, вернемся в исходное изображение:

PLAN ↵

W ↵

8. Для большей наглядности и получения полной информации о внутренних поверхностях нашей детали вырежем четверть детали. Для этого в требуемой четверти пространства нашей детали создаем куб:

BOX ↵

170,170 ↵

-170 ↵,

который вычитаем из нашей детали:

SUBTRACT ↵

□ ↵(указываем на деталь)

□ ↵ ↵(обозначаем куб)

9. Поверхности, попавшие в секущие плоскости, необходимо заштриховать. Следует помнить, что штриховку AutoCad выполняет только в плоскости XY. Причем, если ось Z будет направлена не на зрителя, а от него, то AutoCad зону штриховки не распознает! Поэтому необходим перенос ПСК:

UCS ↵

Or ↵

0,0,-150 ↵.

Т.е. выполнили параллельный перенос ПСК. Теперь необходимо плоскость XY совместить с той поверхностью, которую необходимо заштриховать:

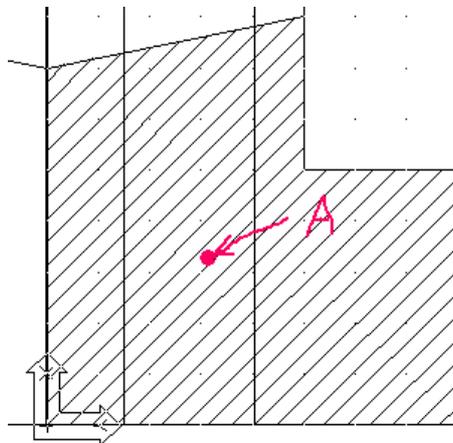
UCS ↵

Y ↵

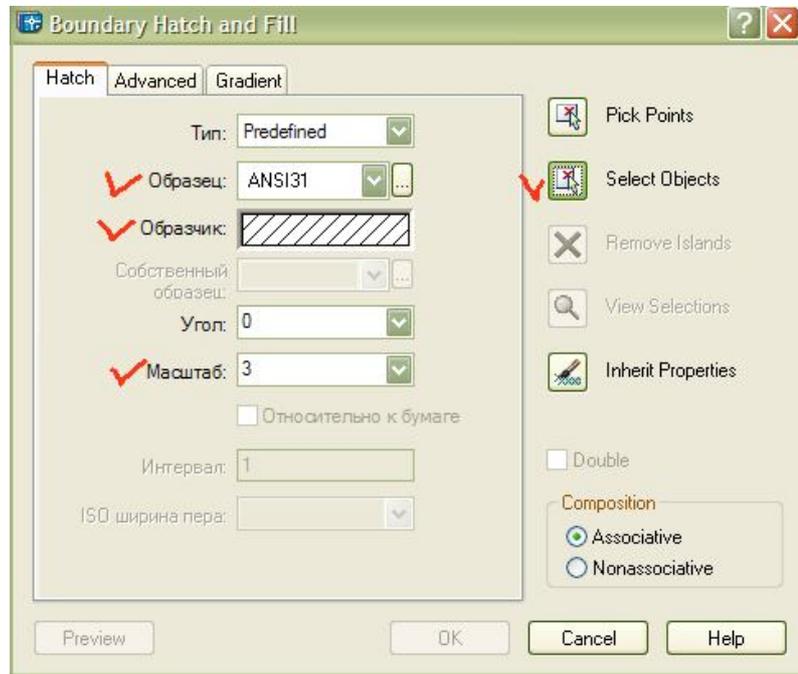
-90 ↵

Теперь можно штриховать:

ВНАТЧН ↵



в появившемся окне диалога:



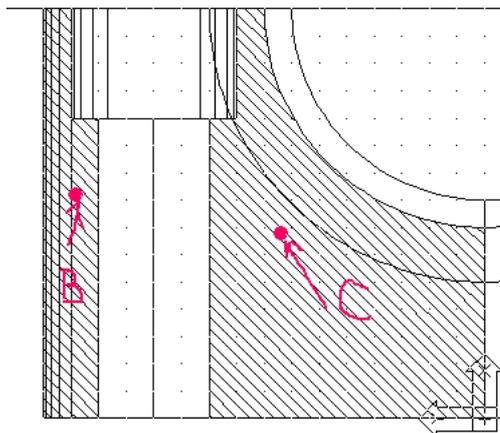
в окне «образец» выбираем тип штриховки **ANSI31**;
 в окне «масштаб» выбираем шаг штриховки **3**;
 теперь активизируем кнопку «выбрать объект»;
 курсором обозначаем зону **A**.

Когда границы выбраны, нажимаем **«Enter»**: вылетает снова окно диалога, где нажимаем кнопку **OK**.

Теперь необходимо заштриховать вторую поверхность. Все действия аналогичны:

UCS ↵
X ↵
-90 ↵

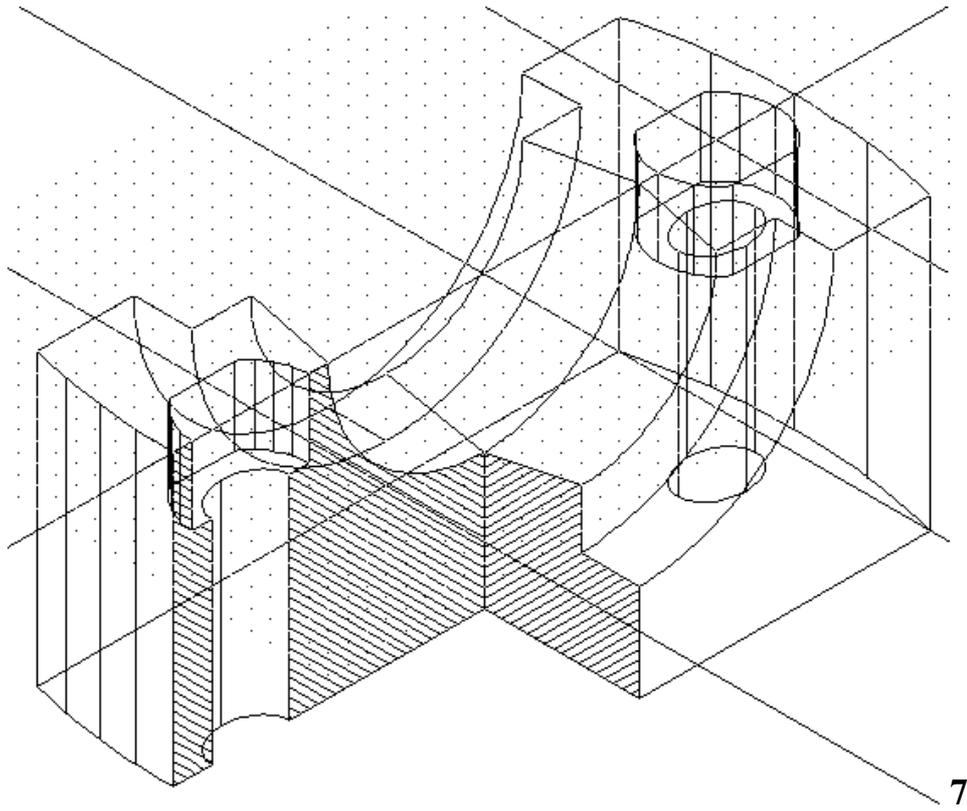
И далее штрихуем зоны **B** и **C**.



10. Перед получением твердой копии или просто сохранением убираем пиктограмму ПСК:

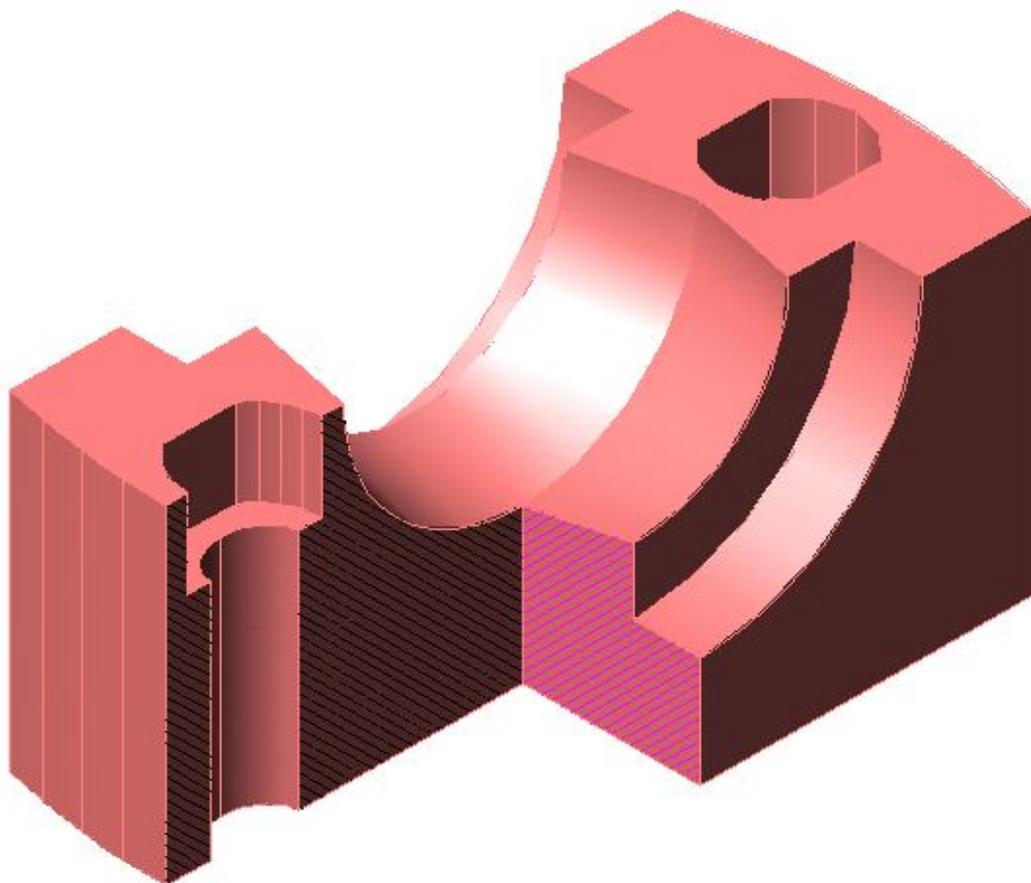
UCS ↵
W ↵

В итоге получили:

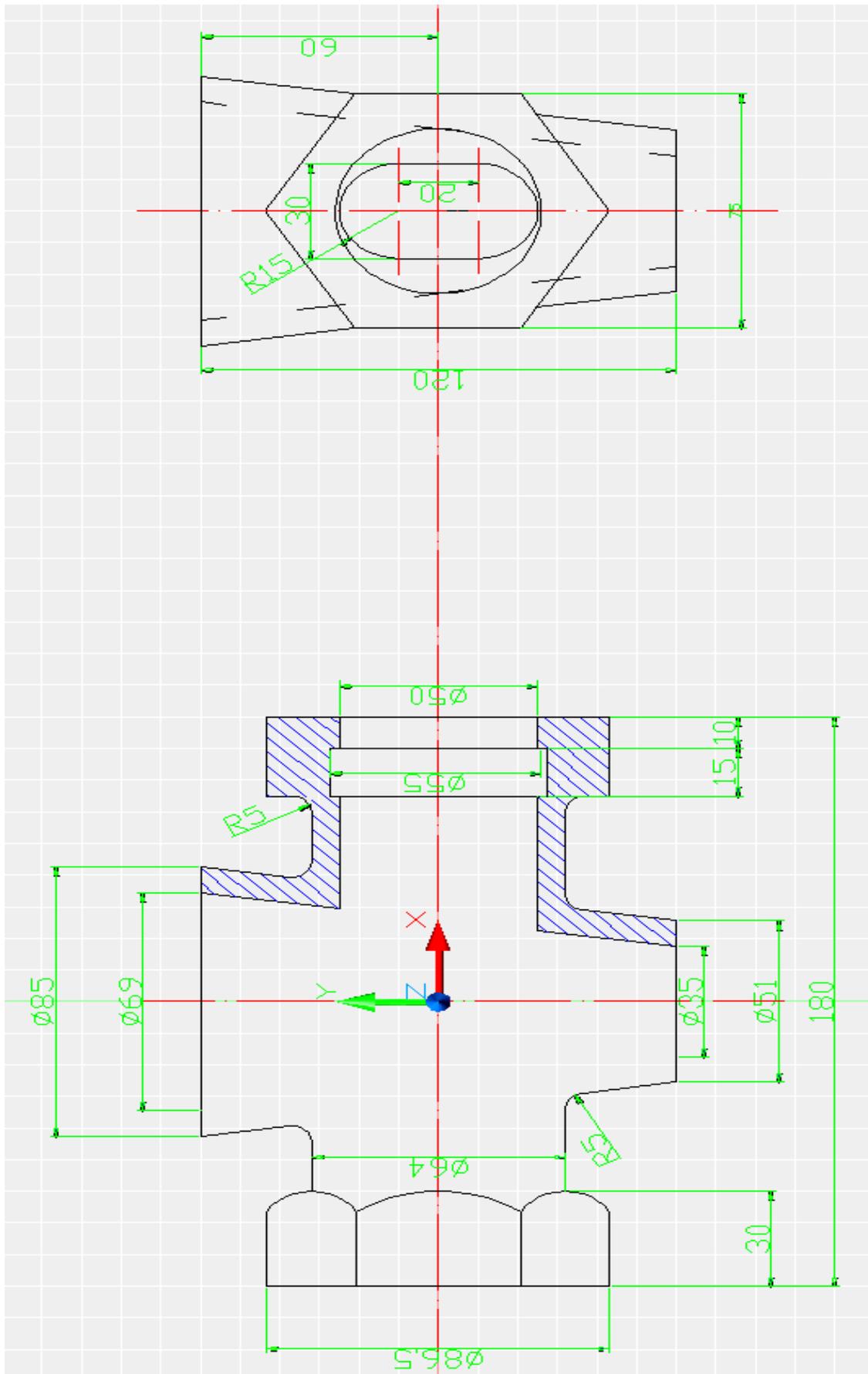


11. Для окраски модели необходим следующий алгоритм: выбираем пункты меню: «Формат», затем «Цвет» - в появившемся меню выбираем цвет (к примеру серый 254) и подтверждаем выбор, затем в меню «Отображение» выбираем пункт «Тень» - Тени Гуро, ребра вкл.

Получаем следующее изображение:



Получить пространственное изображение детали №6



1. Создаем осевые линии, которые будут являться вспомогательными и выполнять функцию каркаса. Для этого на экране строим горизонтальные и вертикальные линии. Выбираем команду , затем в боковом меню выбираем позицию `Vertical` и на середине поля ставим точку. Затем аналогично строим вторую линию `Horizont`. Затем в полученной точке пересечения создаем новую ПСК. В командной строке вводим `UCS` в боковом меню выбираем `Origin`, ставим маркер в точку пересечения двух осевых линий. (см. рис. 1)

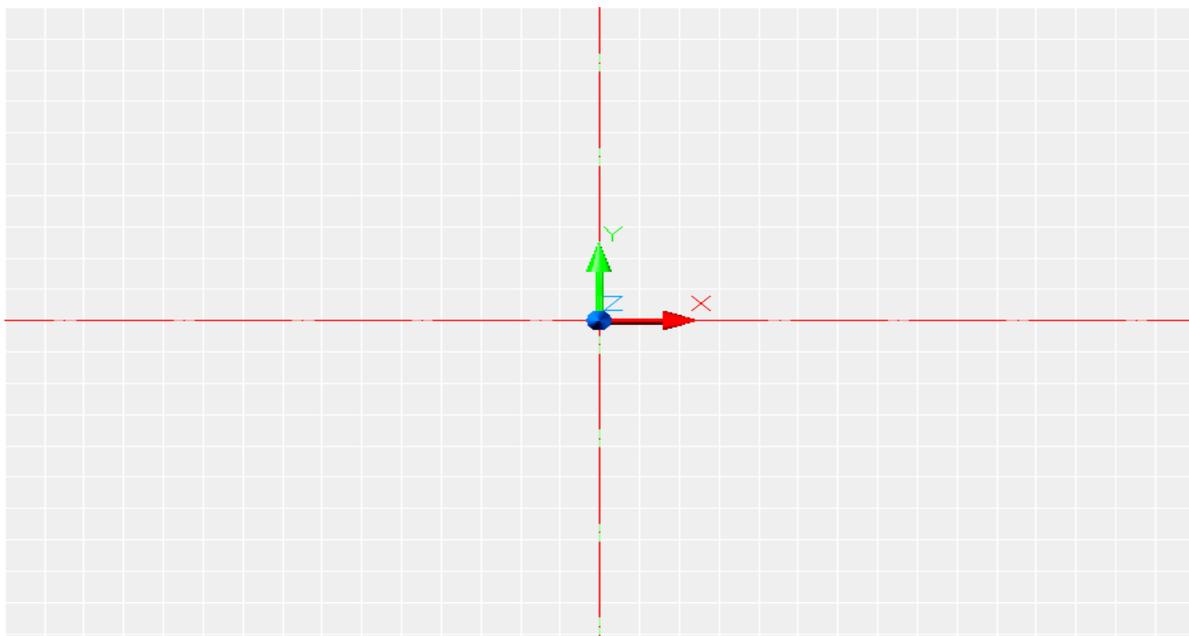


Рис.1

2. Для того чтобы было удобно выстраивать фигуру, мы проводим еще несколько дополнительных осевых линий. Для этого выбираем команду , затем в боковом меню выбираем позицию `Vertical` и вводим координаты точек, через которые будут проходить осевые линии и после каждой, введенной координаты нажимаем `enter`. `90,0; 80,0; 65,0; -65,0; -80,0; -90,0`. (см. рис. 2)

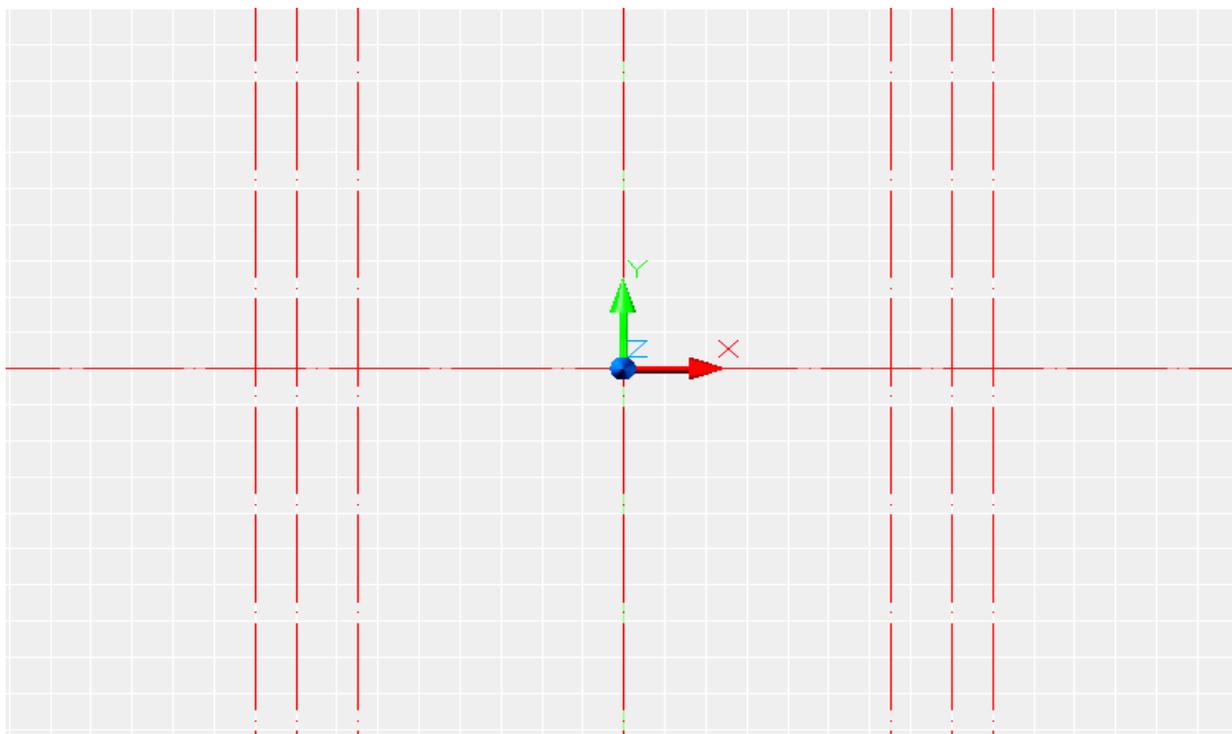


Рис.2

3. Для начала построения усеченного конуса нам требуется создать первый слой. Чтоб в дальнейшем он не мешал построению других элементов детали. Выбираем команду , и в появившемся окне вписываем название слоя «внешний усеченный конус» и вводим все параметры этого слоя. Затем в основном слое проводим вспомогательные линии для получения внешнего конуса. Выбираем команду  и затем от оси x вверх и вниз проводим линии на определенное расстояние. 0,60; 42.5,60; 25.5 -60. Затем с помощью команды **PLINE** соединяем полученные точки и получаем замкнутый контур половины усеченного конуса. Затем удаляем все лишние линии. (см. рис.3)

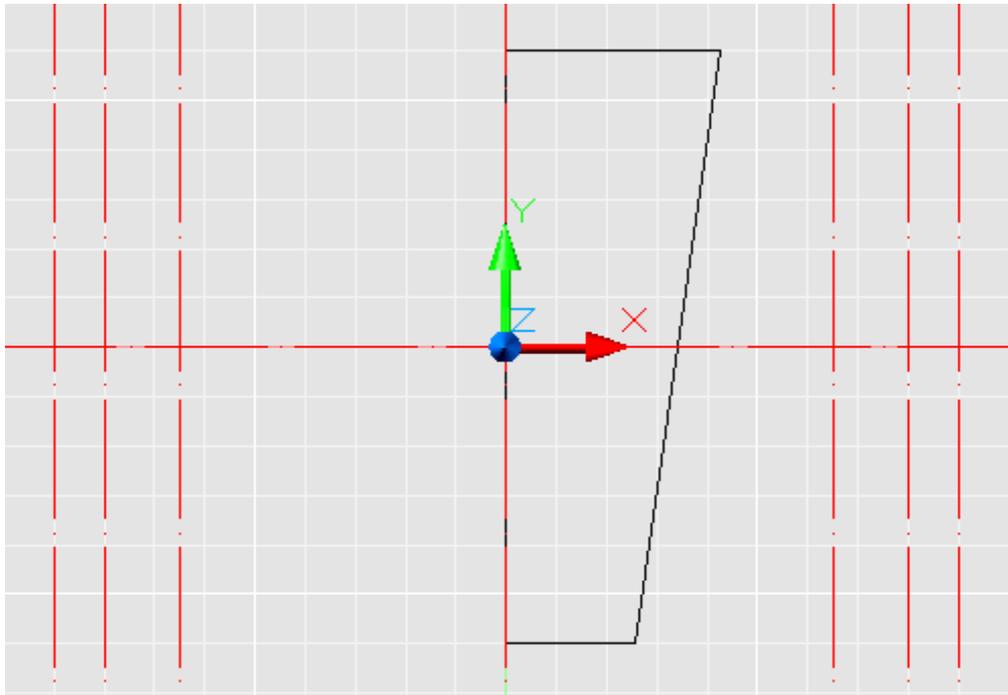


Рис.3

4. Далее вращаем полученный контур усеченного конуса вокруг оси OY. Вводим в командной строке команду **REVOLVE**, нажимаем enter, выделяем контур и указываем ось выше и ниже объекта вращения далее указываем угол вращения **<360>**. (см. рис.4)

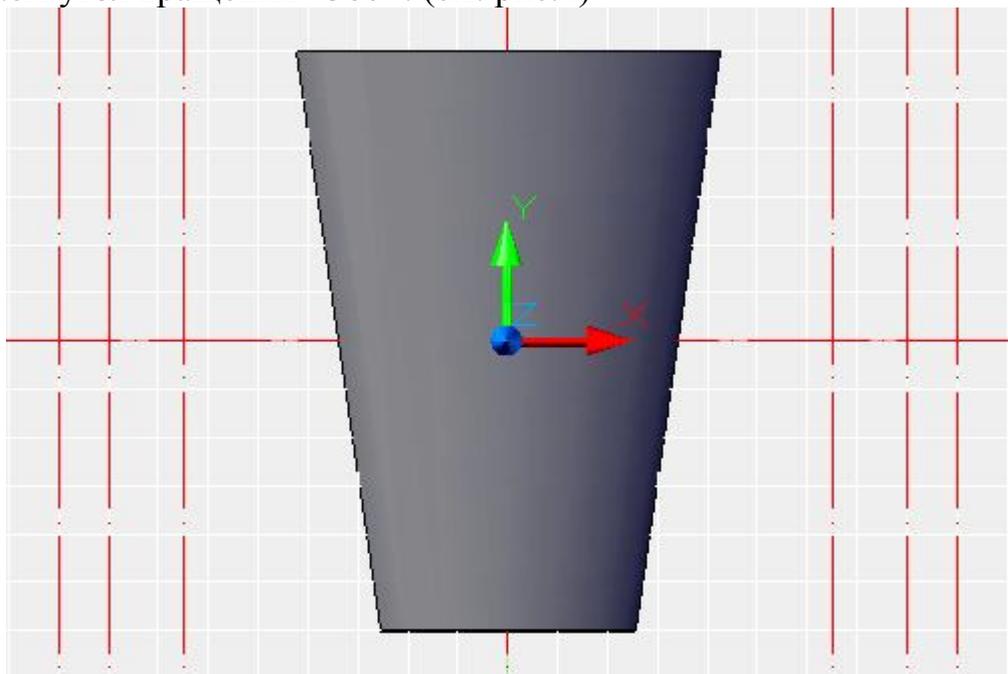


Рис.4

5. Выбираем команду  и затем от оси **X** вверх и вниз проводим линии на определенное расстояние. 0,60; 34.5,60; 17.5 -60. Затем с помощью команды **PLINE** соединяем полученные точки и получаем замкнутый контур половины усеченного конуса. Затем удаляем все лишние линии. Далее вращаем полученный контур усеченного конуса вокруг оси **OY**. Вводим в командной строке команду **REVOLVE**, нажимаем enter, выделяем контур и указываем ось выше и ниже объекта вращения далее указываем угол вращения **<360>**. (см. рис.5)

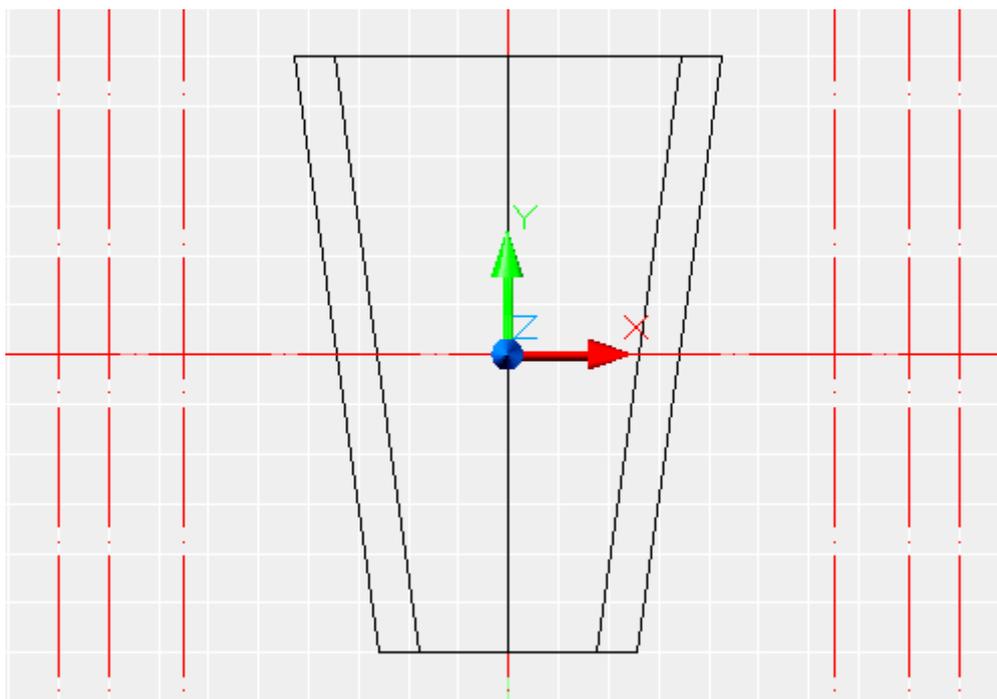


Рис.5

6. Затем выключаем слой с изображениями конусов и создаем новый слой. Для получения фаски 30° на шестигранной поверхности детали изображаем вспомогательный контур. Выбираем команду , затем в боковом меню выбираем позицию **Vertical** и вводим координаты точек, через которые будут проходить осевые линии и после каждой, введенной координаты нажимаем enter. 60,0; -60,0. Выбираем команду , затем в боковом меню выбираем позицию **Horizontal** и вводим координаты точек, через которые будут проходить осевые линии и после каждой, введенной координаты нажимаем enter. 0,32; 0,43.25. (см. рис. 6)

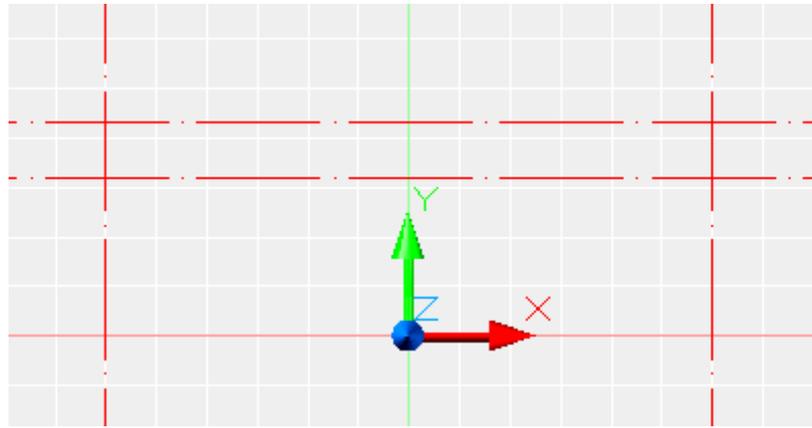


Рис.6

7. Через данные точки пересечения первой горизонтальной линией с вертикальными линиями проводим линии расположенные под углом 30° образующие фаску конуса. Выбираем команду , затем в боковом меню выбираем позицию **Angle** и вводим угол наклона **60** это первый угол и второй угол **-60**. (см. рис.7)

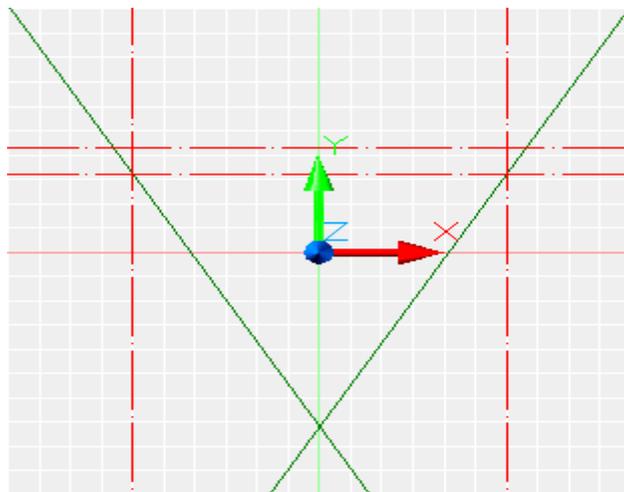


Рис.7

8. Далее по привязкам через точки пересечения строим контур фаски. Вводим команду **PLINE** и соединяем все точки пересечения осевых и вспомогательных линий построенных под углом. Затем как мы получим замкнутый контур удаляем вспомогательные линии. (см. рис.8)

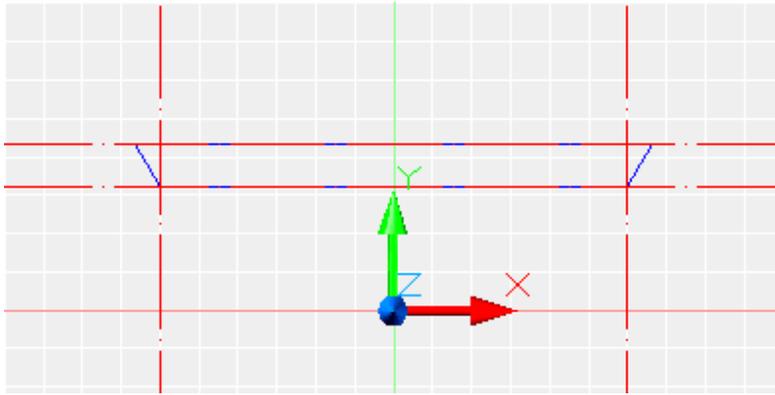


Рис.8

9. Вращаем полученный контур вокруг оси **OX**. Вводим в командной строке команду **REVOLVE**, нажимаем enter, выделяем контур и указываем ось выше и ниже объекта вращения далее указываем угол вращения **<360>**. Получаем вспомогательное тело, вычитая которое из будущего шестигранника, получим фаску под углом 30^0 и цилиндр диаметром 86,5. (см. рис. 9)

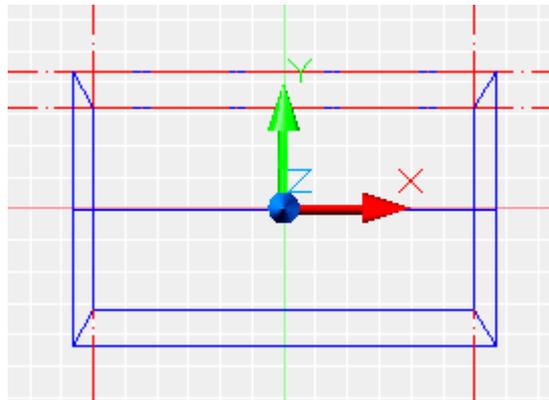


Рис.9

10. Строим шестигранник. Для этого переносим ПСК в новое место по оси **OX** в крайнюю левую точку. В командной строке вводим **UCS**, в боковом меню выбираем **Origin**, ставим маркер в точку **(-90;0)**. Далее переходим в пространственное изображение. В командной строке вводим **VPOINT** ↵ **1,1,1** ↵ (нажимаем **enter**). Затем поворачиваем ПСК вокруг оси **OY**: **UCS** ↵ **«Y»** ↵ **<90>** ↵ . (см. рис.10).

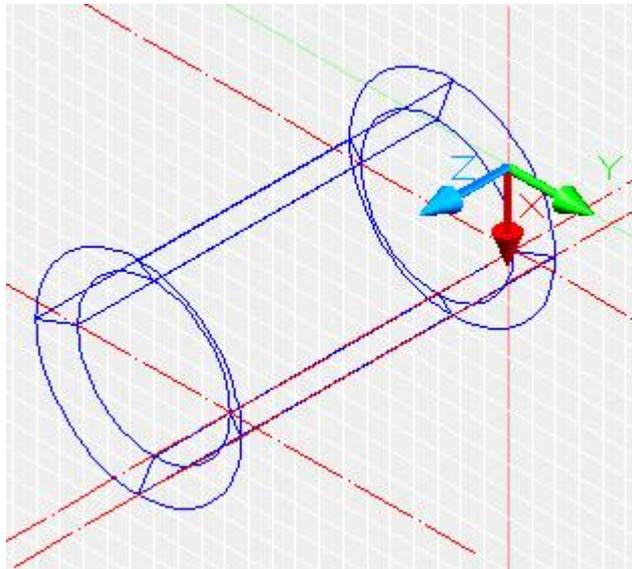


Рис.10

11. Изображаем шестигранник. Выбираем команду , указываем число сторон 6, далее указываем координаты центра (0,0,0). Затем указываем, что шестигранник будет вписанный I и далее вводим радиус окружности 43.25 и нажимаем **enter**. (см. рис. 11)

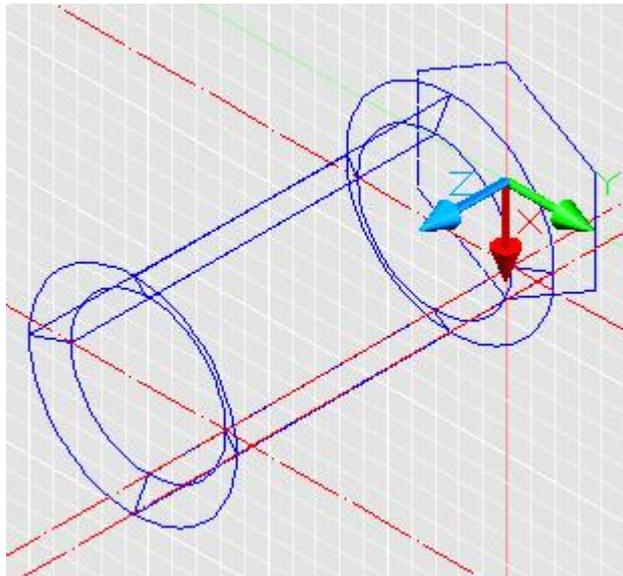


Рис. 11

12. Далее получаем шестигранник. Выбираем команду  или в командной строке вводим **EXTRUDE**, по запросу выделяем шестигранник, затем указываем высоту выдавливания **180** и угол скосов **<0>**. (см. рис. 12)

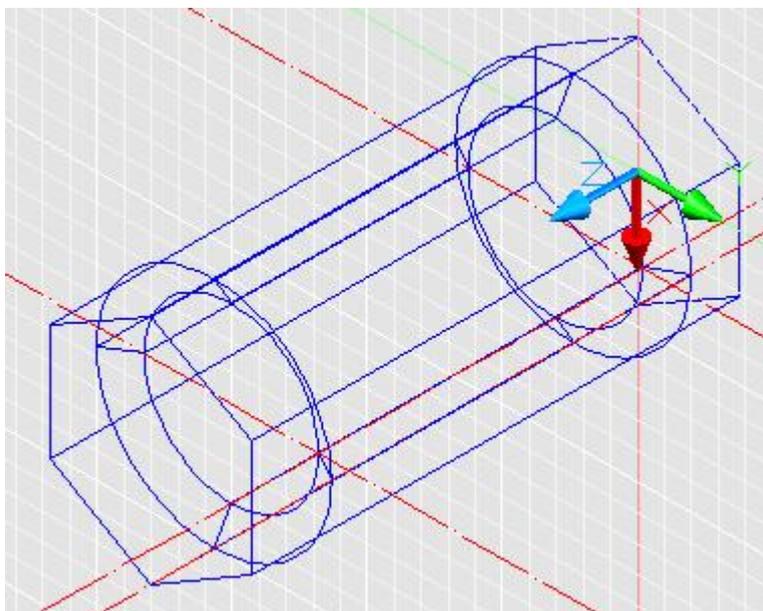


Рис.12

13. Из полученного шестигранника вычитаем тело, полученное в предыдущем этапе. Выбираем команду  или в командной строке вводим **SUBTRACT**, выделяем шестигранник затем выделяем тело (см. рис. 13).

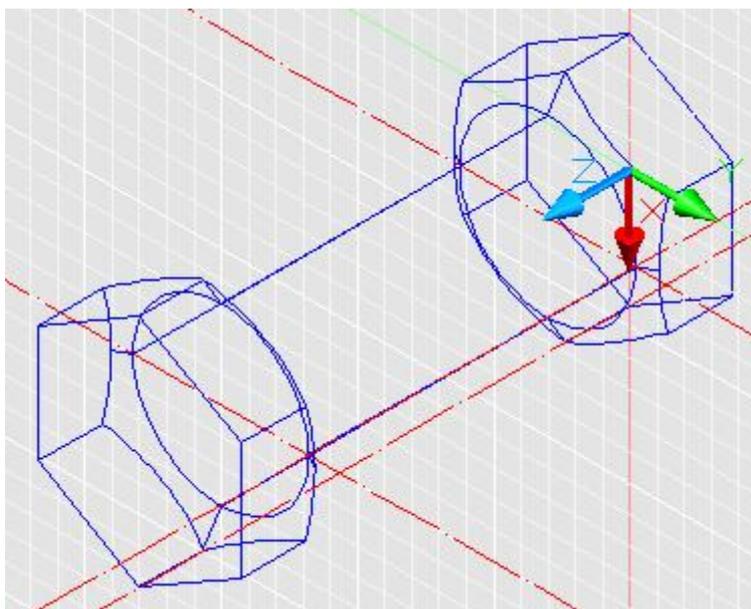


Рис. 13

14. Соединение 2-х объектов детали. Для этого нужно включить слой с изображением конусов. Для соединения 2-х частей выбираем команду  или в командной строке вводим **UNION**, далее выделяем оба тела и нажимаем **enter** (см. рис. 14).

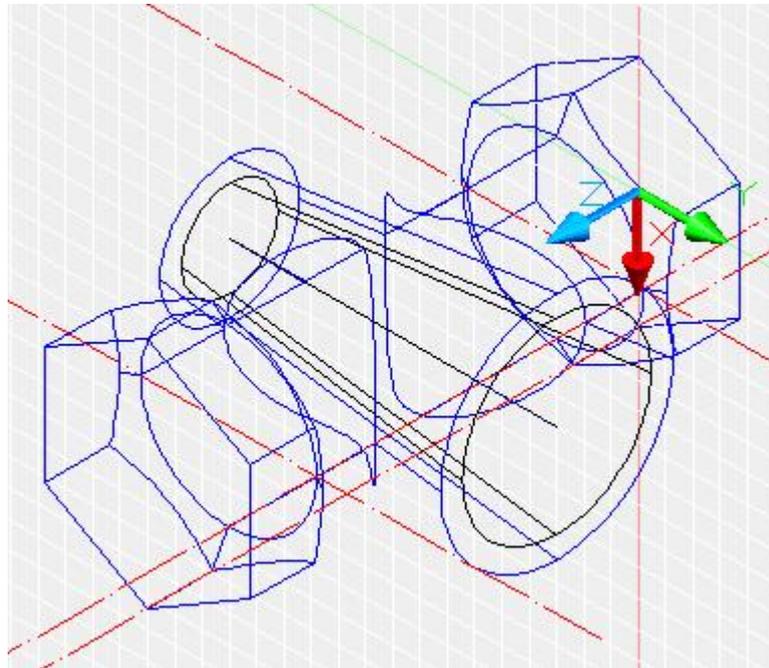


Рис. 14

15. Затем выключаем полученные 2 слоя с изображениями. И далее создаем еще один новый слой.

16. Получение внутренней поверхности.

Выбираем команду  или вводим в командной строке **CYLINDER**. Затем указываем координаты центра, далее радиус цилиндра **25** и высоту **10** и каждый раз нажимаем **enter** (см. рис. 15).

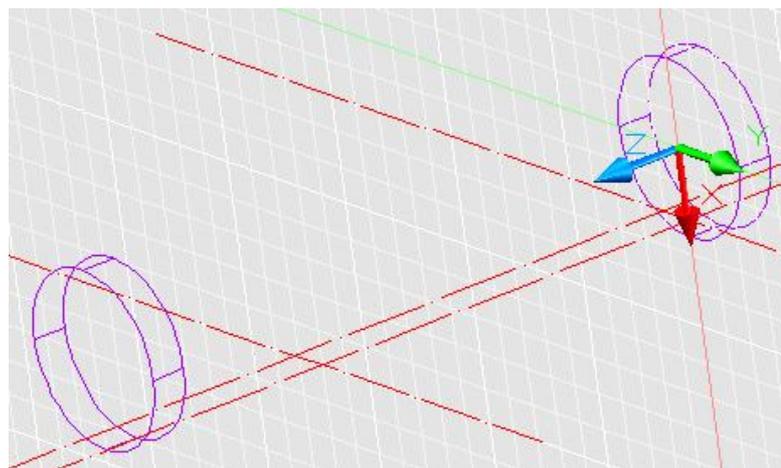


Рис. 15

17. Далее переносим ПСК по привязкам в точку (0,0,25)/ В командной строке вводим **UCS**, в боковом меню выбираем **Origin**, ставим маркер в

указанную точку и изображаем следующий цилиндр. Выбираем команду  или вводим в командной строке **CYLINDER**. Затем указываем координаты центра, далее радиус цилиндра **27,5** высоту **-15** и нажимаем **enter**(см. рис 16).

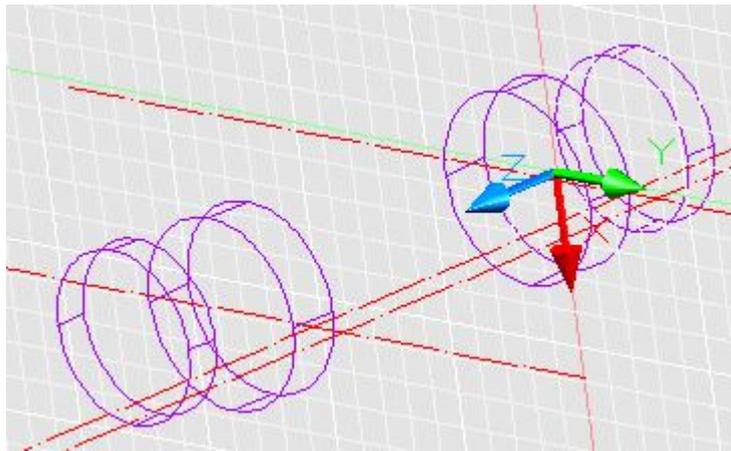


Рис.16

18. Затем отключаем этот слой и создаем еще один слой для оставшейся внутренней поверхности.

19. Из начала координат создаем контур сечения. Выбираем команду , затем в боковом меню выбираем позицию **Center, Radius** и строим по координатам две окружности **0,10, 15** и нажимаем **enter**. Вторая окружность строиться аналогично, только центр и радиус будут **0,-10, 15** и нажимаем **enter** (см. рис. 17).

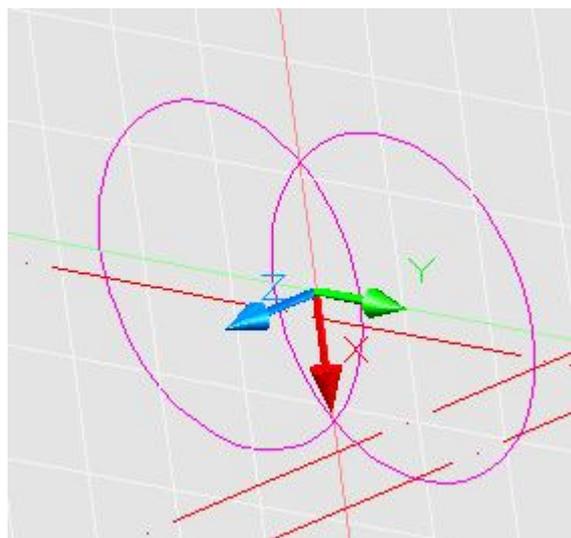


Рис. 17

20. Затем выбираем команду , в боковом меню выбираем позицию **Tangent** и по привязкам строим два отрезка, которые являются касательными к

данным окружностям. Далее с помощью команды  удаляем лишние линии (см. рис. 18).

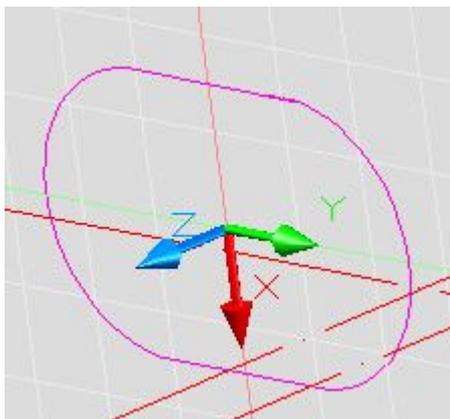


Рис. 18

21. Далее полученный контур надо объединить в единую полилинию. Для этого в командной строке вводим **PEDIT** нажимаем enter, затем указываем любой участок контура затем утверждаем сделать полилинию **<Y>** и объединить **j** и нажимаем enter и указываем оставшиеся участки контура поочередно в конце нажимаем **enter**.

22. Выбираем команду  или в командной строке вводим **EXTRUDE**, по запросу выделяем данный контур, затем указываем высоту выдавливания **130** и угол скосов **<0>** (см. рис. 19).

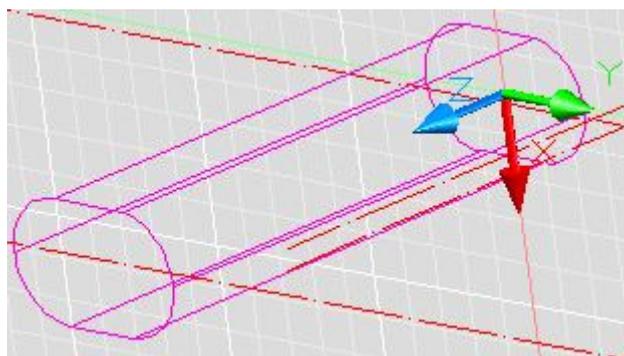


Рис.19

23. Далее включаем все слои и выполняем операцию вычитание. В командной строке вводим **SUBTRACT** или выбираем команду , выделяем внешний контур и нажимаем **enter**. Далее выделяем 4 внутренних цилиндра, затем выделяем внутренний конус и еще тело, полученное с помощью овального контура и затем нажимаем **enter**. (см.рис.20)

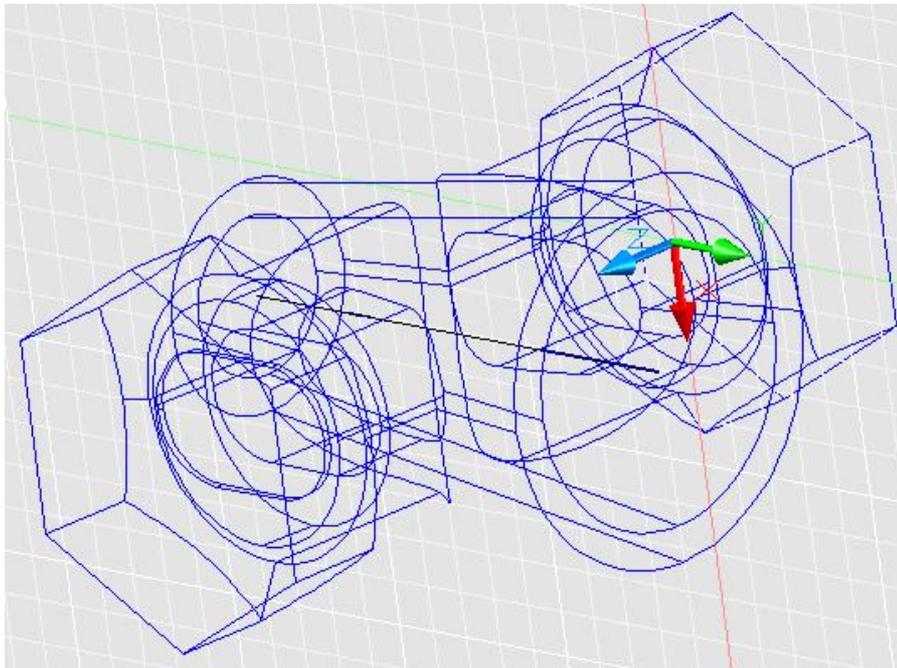


Рис. 20

24. Получаем проекции тела. В командной строке вводим команду **VPORIS** и нажимаем **enter**. В появившемся окне переходим в режим **3D** и выбираем нужное число проекций (см. рис. 21,22).

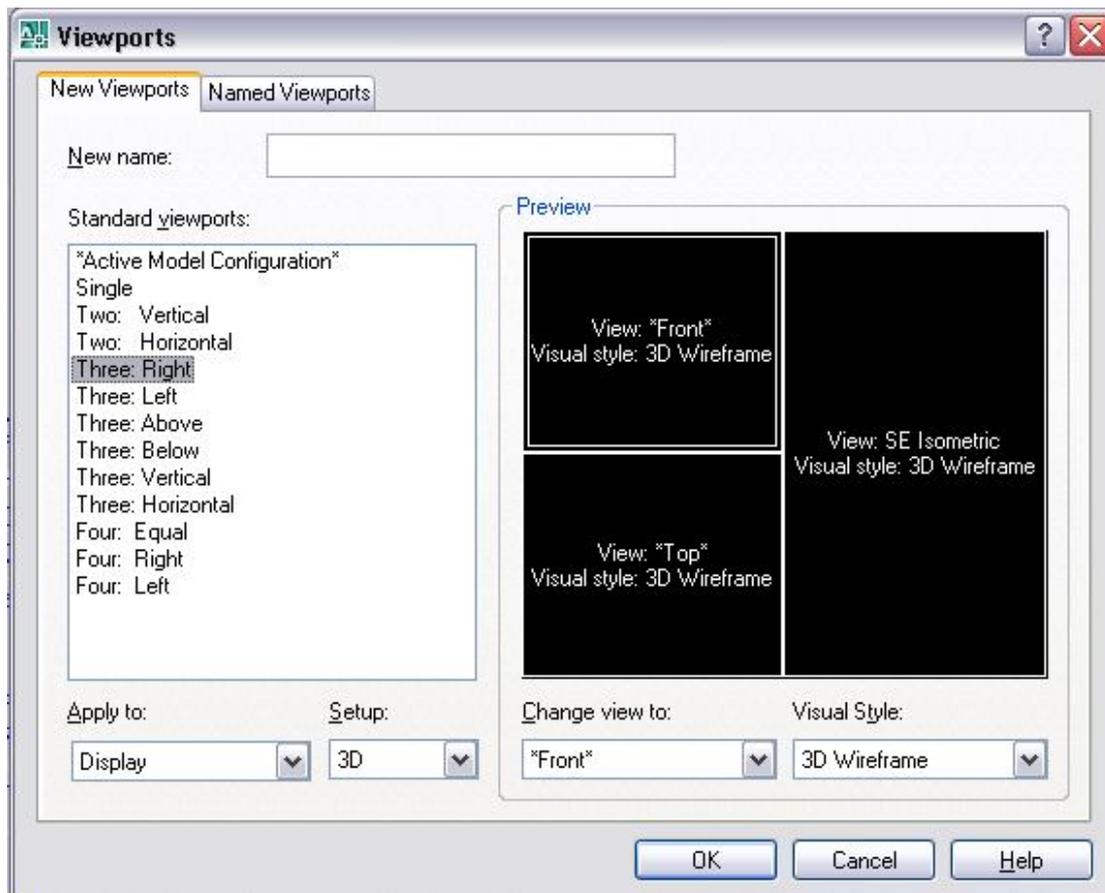


Рис. 21

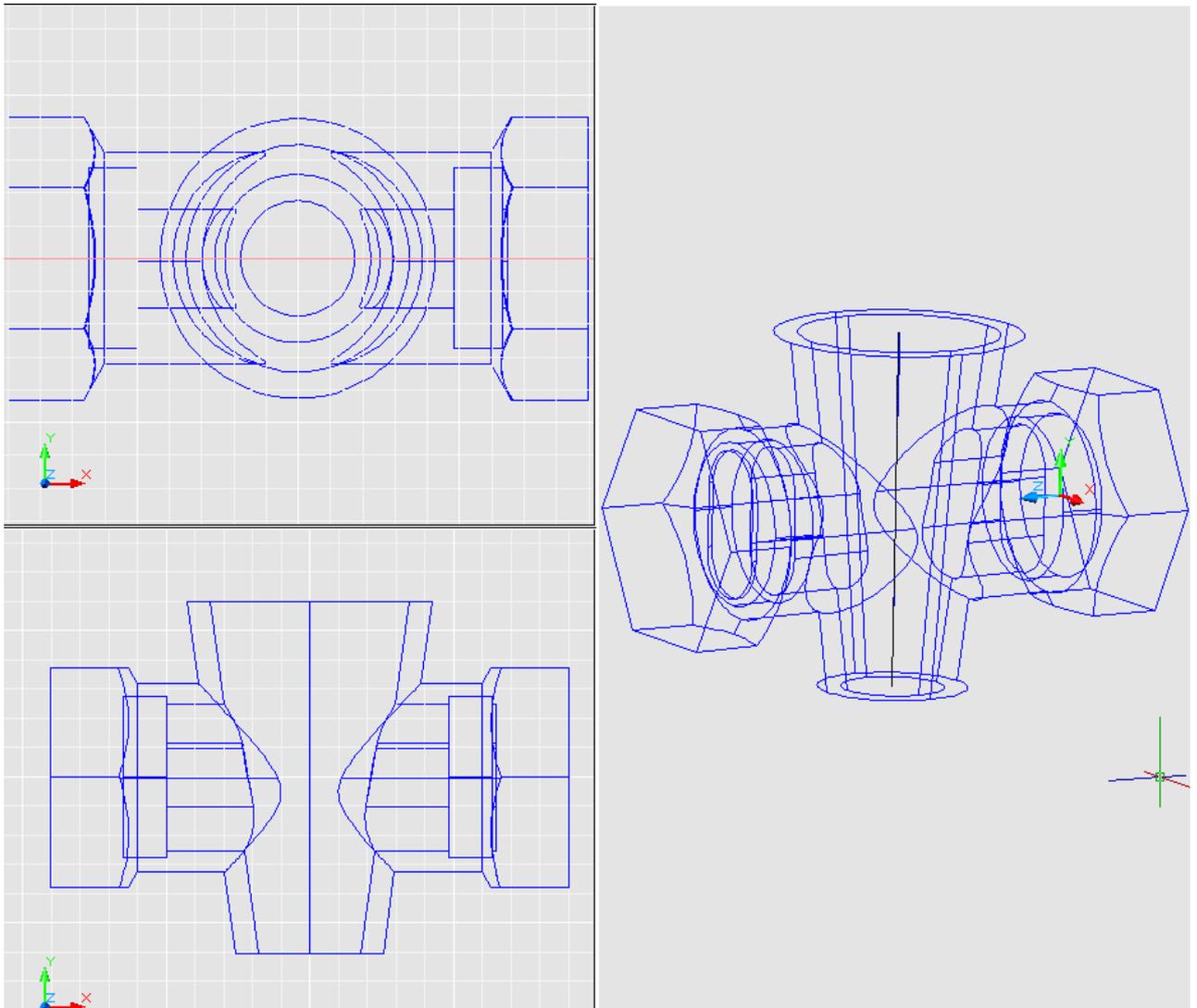


Рис. 22

25. Предварительно переносим ПСК в центр нижней окружности внутреннего конуса (d35).

Для большей наглядности и получения полной информации о внутренних поверхностях нашей детали вырежем четверть детали. Для этого в требуемой четверти пространства нашей детали создаем куб:

BOX ↵
170,240 ↵
-170 ↵,

который вычитаем из нашей детали:

SUBTRACT ↵
 (указываем на деталь) ↵
 (обозначаем куб) ↵

Поверхности, попавшие в секущие плоскости, необходимо заштриховать. Следует помнить, что штриховку AutoCad выполняет только в плоскости **XY**. Причем, если ось **Z** будет направлена не на зрителя, а от него, то AutoCad зону штриховки не распознает! Поэтому необходим перенос ПСК:

UCS ↵
Or ↵
0,0,-150 ↵

Т.е. выполнили параллельный перенос ПСК. Теперь необходимо плоскость **XU** совместить с той поверхностью, которую необходимо заштриховать:

UCS ↵
Y ↵
-90 ↵.

Теперь можно штриховать:

BHATCH ↵

в появившемся окне диалога:

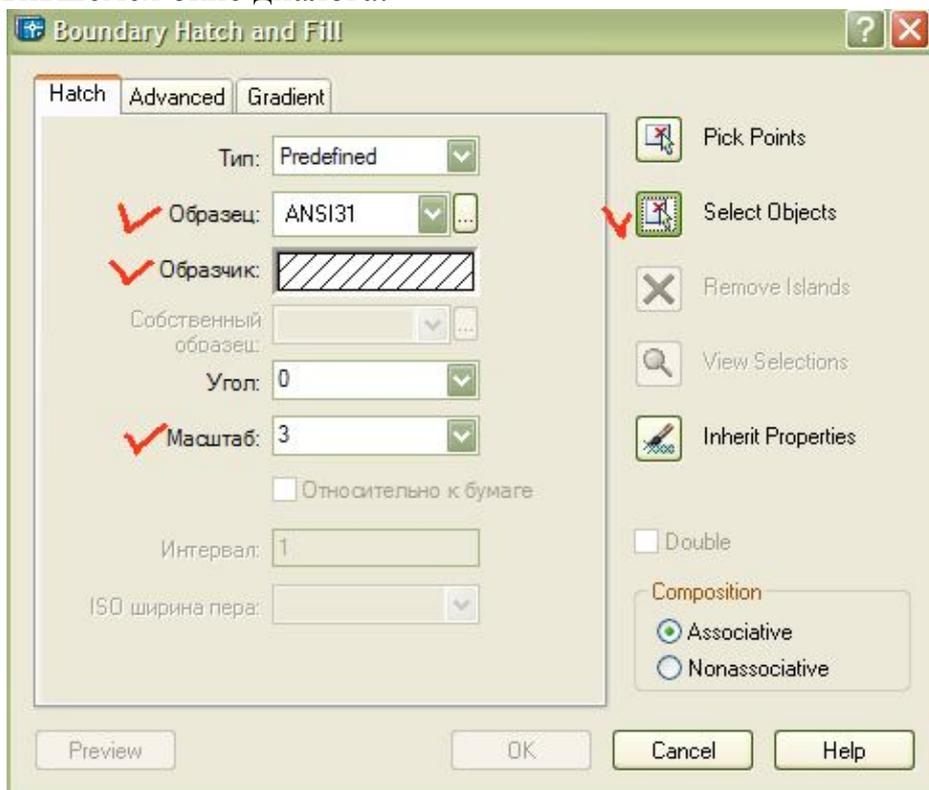


Рис. 23

- ⇒ в окне «образец» выбираем тип штриховки **ANSI31**;
- ⇒ в окне «масштаб» выбираем шаг штриховки **3**;
- ⇒ теперь активизируем кнопку «выбрать объект»;
- ⇒ курсором обозначаем зону;
- ⇒ когда границы выбраны, нажимаем «**Enter**»: вылетает снова окно диалога, где нажимаем кнопку **OK**.

Теперь необходимо заштриховать вторую поверхность. Все действия аналогичны:

UCS ↵
X ↵
-90 ↵

И далее штрихуем.

26. Окраска тела. Обозначаем тело, затем выбираем цвет близкий к цвету латуни. В итоге получаем разрез детали (см. рис. 24).

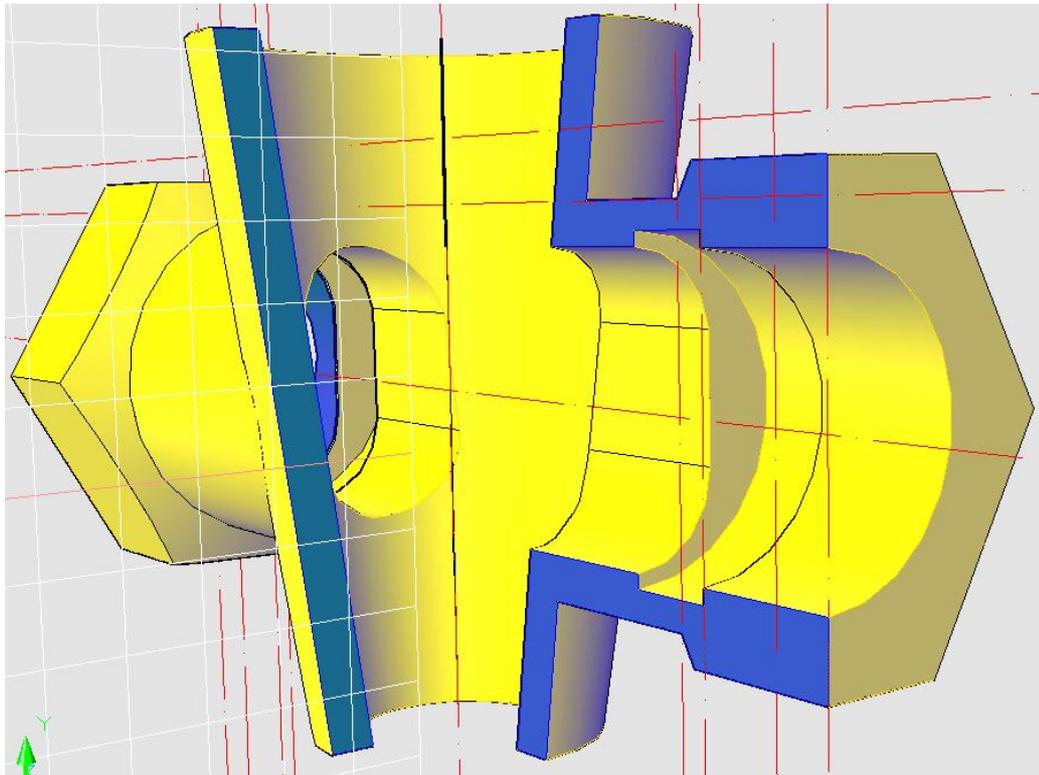


Рис. 24

27. Слои используемые в построении данной детали (см. рис. 25).

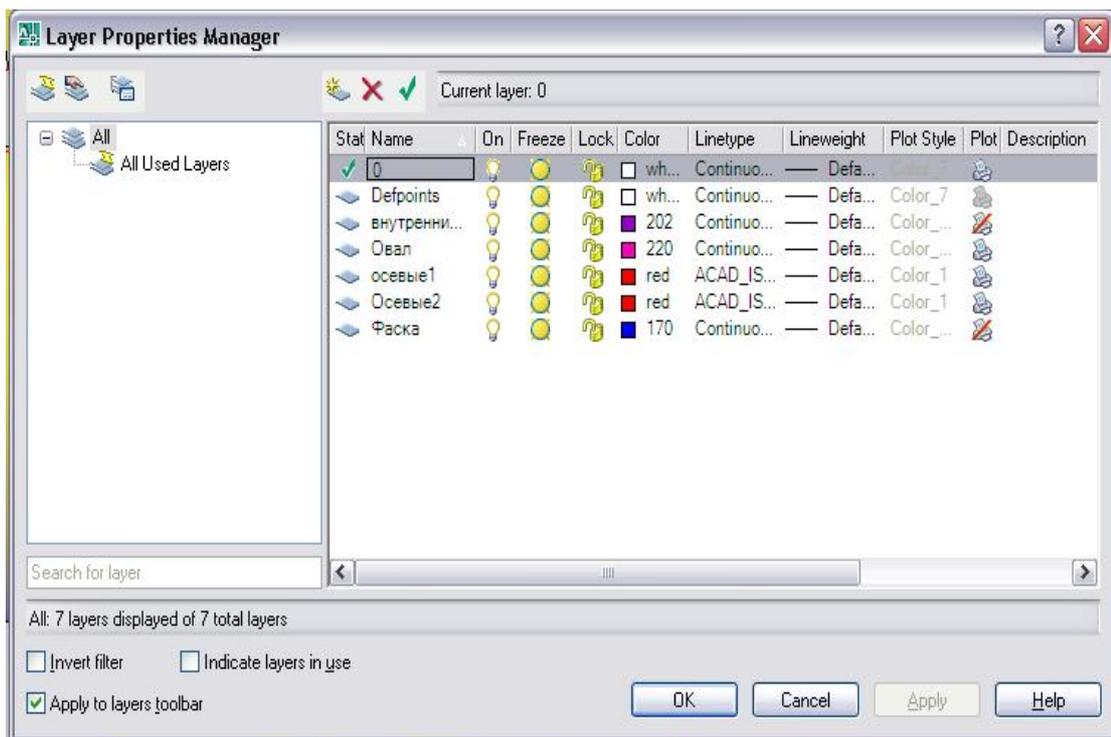
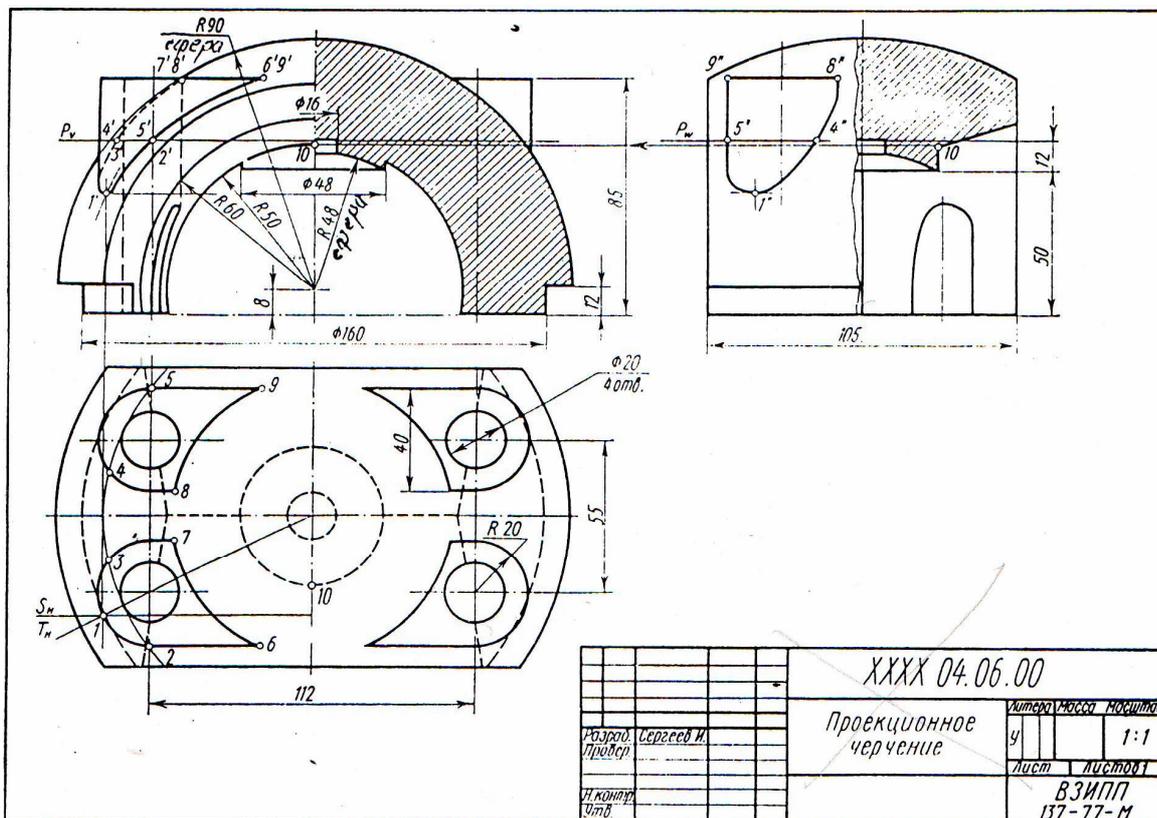


Рис. 25

Получить пространственное изображение детали №7



Для сложных деталей вначале целесообразно в отдельном слое, другим цветом создать пространственный осевой каркас. Тогда, в точку пересечения осей легко переносить пользовательскую систему координат.

Иногда, составные части детали строят в стороне, а затем переносят на осевой каркас с помощью команд: **MOVE**, **ROTATE**, **ALIGN**.

Алгоритм построения изображения детали

1. Создание слоев.

Для каждой составной части детали установить свой слой.

В панели инструментов свойств объектов активизировать команду управления свойствами слоев 

В появившемся окне диалога активизировать команду **New Layer** (создать новый слой) 

В соответствующих окнах задать цвет, тип линий, толщину.

Для осевых линий выбрать тип **CENTER 5**.

2. Выбор точки зрения.

Активизировать команду **VPOINT**.

В ответ на следующий запрос ввести координаты по осям **X,Y,Z**; определяющие северо-восточную изометрию (NE Isometric).

Specify a view point or [Rotate] <display compass and tripod>: 1,1,1 ↵.

Отключить команду **OSNAP** (объектная привязка).

3. Построение осевых линий.

Сделать текущим слой осевых линий (выбрать из списка слоев в панели инструментов свойств объектов).

3.1. Построение осей детали.

- Построение горизонтальной оси **OX**.

Активизировать команду **XLINE** .

В ответ на запрос *Specify a point or [Hor/Ver/Ang/Bisect/Offset]*: в боковом экранном меню активизировать опцию  **Horizontal** - построение горизонтальной прямой.

В ответ на следующий запрос ввести координату начала координат

Specify through point: 0,0,0 ↵ ↵.

- Построение горизонтальной оси **OY**.

Повторно активизировать команду **XLINE**, нажав ↵.

В ответ на запрос *Specify a point or [Hor/Ver/Ang/Bisect/Offset]*: в боковом экранном меню активизировать опцию  **Vertical** - построение вертикальной прямой.

В ответ на следующий запрос ввести координату начала координат:

Specify through point: 0,0,0 ↵ ↵.

- Построение вертикальной оси **OZ**.

Повторно активизировать команду **XLINE**, нажав ↵.

В ответ на следующие запросы ввести координаты двух точек, лежащих на этой оси

Specify a point or [Hor/Ver/Ang/Bisect/Offset]: **0,0,0** ↵

Specify through point: 0,0,10 ↵ ↵.

Получается изображение (рис. 1):

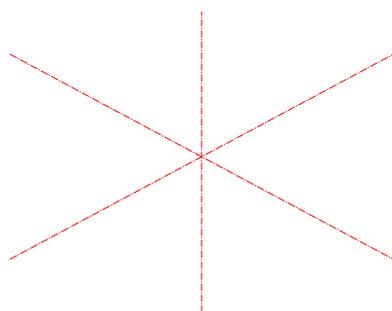


Рис. 1

3.2. Построение осей отверстий (диаметр окружностей 20).

- Активизировать команду **XLINE** .

В ответ на запрос *Specify a point or [Hor/Ver/Ang/Bisect/Offset]*: в боковом экранном меню активизировать опцию  - построение горизонтальной прямой.

В ответ на следующий запрос ввести координаты точек:

Specify through point: 0,27.5,0 ↵

Specify through point: 0,-27.5,0 ↵ ↵.

- Повторно активизировать команду **XLINE**, нажав ↵.

В ответ на запрос *Specify a point or [Hor/Ver/Ang/Bisect/Offset]*: в боковом экранном меню активизировать опцию  - построение вертикальной прямой.

В ответ на следующий запрос ввести координаты точки:

Specify through point: 56,0,0 ↵

Specify through point: -56,0,0 ↵.

- Повторно активизировать команду **XLINE**, нажав ↵.

В ответ на следующие запросы ввести координаты точек, лежащих на этой оси.

Specify through point: 56,27.5,0 ↵

Specify through point: -56,27.5,10 ↵.

Изображение (рис. 2):

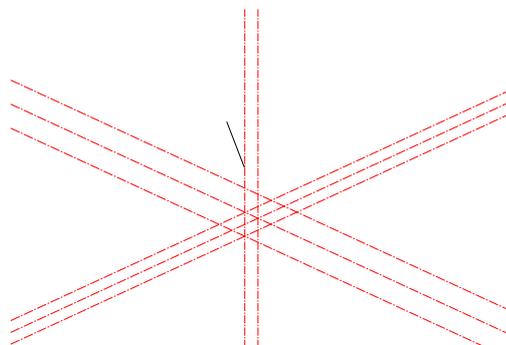


Рис. 2

- Активизировать команду **ARRAY** 

В появившемся окне диалога выбрать *Rectangular Array* (прямоугольный массив); ввести число рядов (*Rows*) 2; число столбцов (*Columns*) 2; расстояние между рядами (*Row offset*) -55; расстояние между столбцами (*Column offset*) -112.

Выбрать объекты (*Select objects*) – прямую 1 (рис. 2) ↵

ОК ↵.

Изображение (рис. 3):

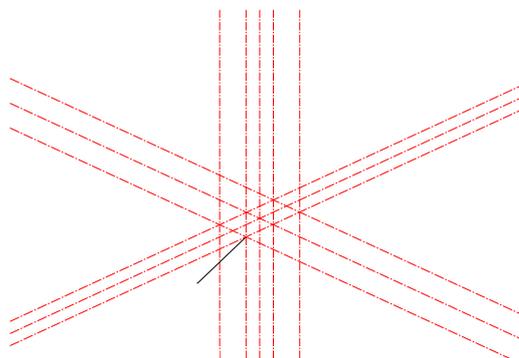


Рис. 3

4. Построение отверстий (окружности диаметра 20) и выступов (окружности радиуса 20).

4.1. Задание точности описания объектов.

Активизировать команду **ISOLINES** ↵.

В ответ на следующий запрос ввести новое значение переменной:

Enter new value for ISOLINES <4>: 50 ↵.

4.2. Перенос системы координат.

Активизировать команду **UCS** ↵.

В ответ на запрос:

Enter an option

[New/Move/orthoGraphic/Prev/Restore/Save/Del/Apply/?/World]

<World>: в боковом экранном меню активизировать команду:



В ответ на следующий запрос *Specify new origin point <0,0,0>*: указать левой кнопкой мыши точку 2 (рис. 3).

4.3. Построение цилиндров.

- Сделать текущим слой выступов (выбрать из списка слоев в панели инструментов свойств объектов).

Активизировать команду **CYLINDER** .

В ответ на следующие запросы последовательно ввести координаты центра основания; величину радиуса основания и высоту цилиндра:

Specify center point for base of cylinder or [Elliptical] <0,0,0>: ↵

Specify radius for base of cylinder or [Diameter]: 20 ↵

Specify height of cylinder or [Center of other end]: 85 ↵.

- Сделать текущим слой отверстий (выбрать из списка слоев в панели инструментов свойств объектов.).

Активизировать команду **CYLINDER** .

В ответ на следующие запросы последовательно ввести координаты центра основания; величину радиуса основания и высоту цилиндра:

Specify center point for base of cylinder or [Elliptical] <0,0,0>: ↵

Specify radius for base of cylinder or [Diameter]: **10** ↵

Specify height of cylinder or [Center of other end]: **85** ↵.

Получается изображение (рис. 4):

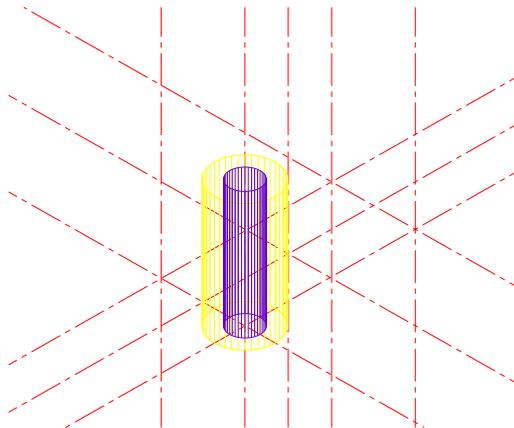


Рис. 4

• Активизировать команду **ARRAY** .

В появившемся окне диалога выбрать *Rectangular Array* (прямоугольный массив); ввести число рядов (*Rows*) **2**; число столбцов (*Columns*) **2**; расстояние между рядами (*Row offset*) **-55**; расстояние между столбцами (*Column offset*) **-112**.

Выбрать объекты (*Select objects*) – указать цилиндры (диаметр 20 и радиус 20) ↵

ОК ↵.

Изображение (рис. 5):

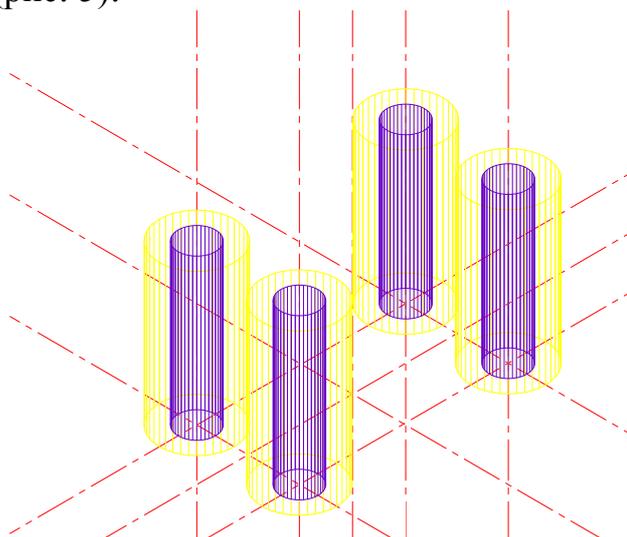


Рис. 5

4.4. Сделать текущим слой вспомогательных ящиков (выбрать из списка слоев в панели инструментов свойств объектов), слой цилиндров сделать невидимыми.

- Активизировать команду **BOX** 

В ответ на следующие запросы последовательно ввести координаты точки основания; координаты точки основания по диагонали; высоту:

Specify corner of box or [CEnter] <0,0,0>: 0,20,0 ↵

Specify corner or [Cube/Length]: -112,-20,0 ↵

Specify height: 85 ↵.

Изображение (рис. 6):

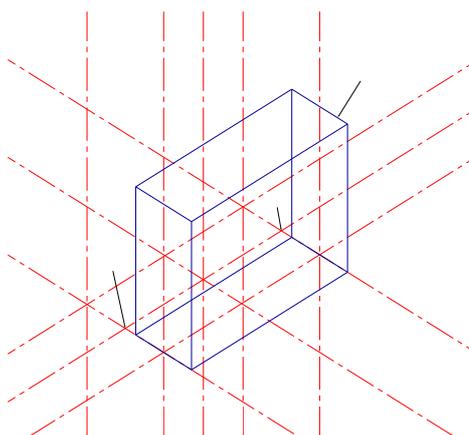


Рис. 6

- Активизировать команду **MIRROR** 

Левой кнопкой мыши выделить отображаемый объект 3 (рис. 6).

В ответ на запрос *Specify first point of mirror line:*

в боковом экранном меню активизировать команду  (разовая объектная привязка) и её опцию  (привязка к точке пересечения двух объектов), задать точку 4 (рис. 6.)

В ответ на запрос *Specify second point of mirror line:*

через привязку  (привязка к точке пересечения двух объектов), задать точку 5 (рис. 6).

В ответ на следующий запрос нажать Enter.

Erase source objects? [Yes/No] <N>: ↵

Получается изображение (рис. 7):

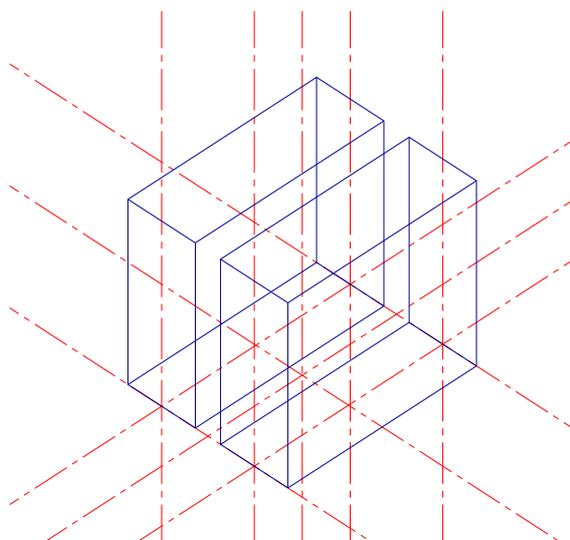


Рис. 7

4.5. Сделать текущим слой выступов (выбрать из списка слоев в панели инструментов свойств объектов), слой отверстий и осей сделать невидимыми (рис. 8):

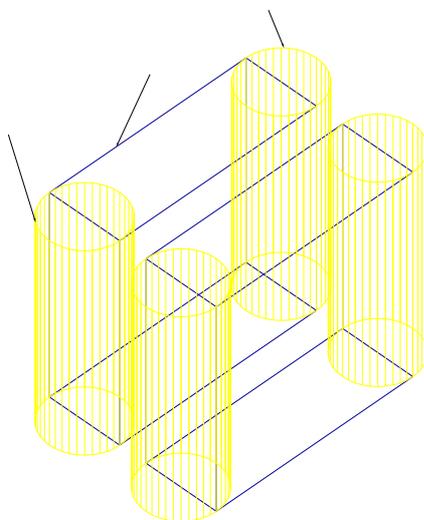


Рис. 8

Активизировать команду **UNION** .

В ответ на следующие запросы левой кнопкой мыши выделить цилиндры 6 и 7; вспомогательный ящик 8 (рис. 8).

Аналогично объединить два других цилиндра со вторым вспомогательным ящиком.

Получается изображение (рис. 9):

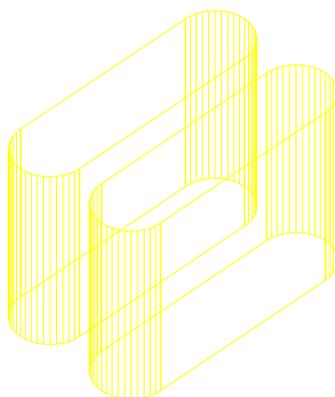


Рис. 9

5. Построение наружной поверхности детали.

5.1. Сделать текущим слой сферы (выбрать из списка слоев в панели инструментов свойств объектов), слой осей сделать видимым, слой выступов – невидимым (рис. 10).

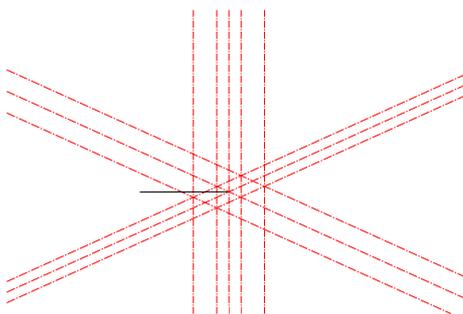


Рис. 10

- Перенос системы координат.

Активизировать команду **UCS** ↵.

В ответ на запрос:

Enter an option

[New/Move/orthoGraphic/Prev/Restore/Save/Del/Apply/?/World]

<World>: в боковом экранном меню активизировать команду:

↗ **Origin**.

В ответ на следующий запрос *Specify new origin point <0,0,0>*: указать левой кнопкой мыши точку 9 (рис. 10).

- Активизировать команду **SPHERE** ↗ .

В ответ на следующие запросы последовательно ввести координаты центра сферы и величину радиуса:

Specify center of sphere <0,0,0>: **0,0,8** ↵

Specify radius of sphere or [Diameter]: **90** ↵

- Сделать слой осей невидимым, слой выступов – видимым (рис. 11):

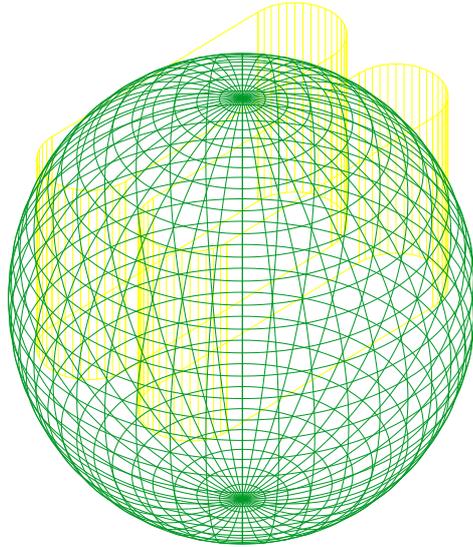


Рис. 11

Активизировать команду **UNION** .

В ответ на следующие запросы левой кнопкой мыши выделить сферу и выступы (рис. 11).

Получается изображение (рис. 12):

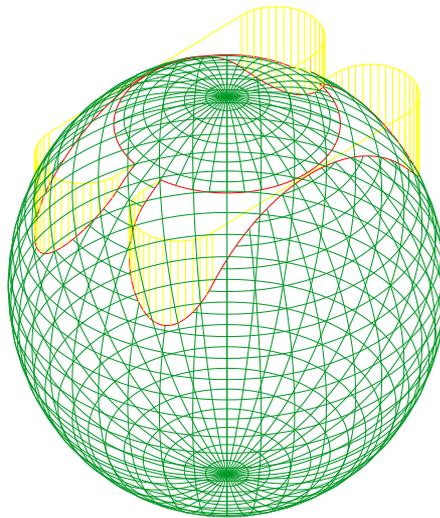


Рис. 12

- Сделать текущим слой вспомогательного ящика (выбрать из списка слоев в панели инструментов свойств объектов).

Активизировать команду **BOX** .

В ответ на следующие запросы последовательно ввести координаты точки основания; координаты точки основания по диагонали; высоту:

Specify corner of box or [Center] <0,0,0>: 92,52.5,8 ↵

Specify corner or [Cube/Length]: -92,-52.5,8 ↵

Specify height: 92 ↵ .

Изображение (рис. 13):

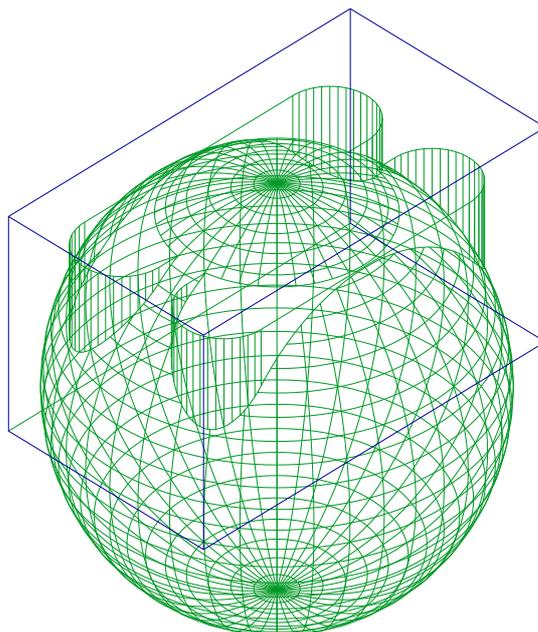


Рис. 13

- Активизировать команду **INTERSECT** .

В ответ на следующие запросы левой кнопкой мыши выделить сферу и вспомогательный ящик (рис. 13).

Получается изображение (рис. 14):

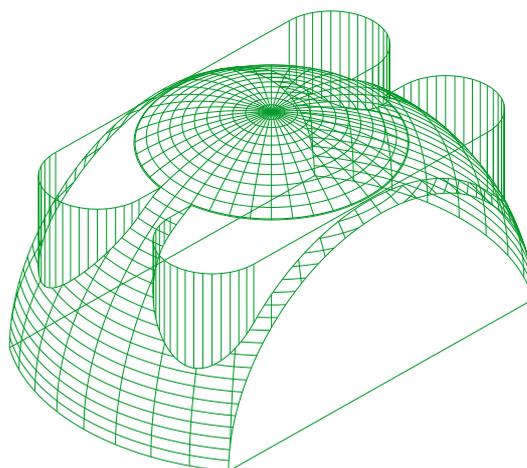


Рис. 14

5.2. Сделать текущим слой цилиндра основания (выбрать из списка слоев в панели инструментов свойств объектов), слой сферы сделать невидимым.

- Активизировать команду **CYLINDER** .

В ответ на следующие запросы последовательно ввести координаты центра основания; величину радиуса основания и высоту цилиндра:

Specify center point for base of cylinder or [Elliptical] <0,0,0>: ↵

Specify radius for base of cylinder or [Diameter]: **80** ↵

Specify height of cylinder or [Center of other end]: **12** ↵ .

- Сделать текущим слой вспомогательного ящика (выбрать из списка слоев в панели инструментов свойств объектов).

Активизировать команду **BOX** .

В ответ на следующие запросы последовательно ввести координаты точки основания; координаты точки основания по диагонали; высоту:

Specify corner of box or [CEnter] <0,0,0>: **82,52.5,0** ↵

Specify corner or [Cube/Length]: **-82,-52.5,0** ↵

Specify height: **14** ↵ .

Изображение (рис. 15):

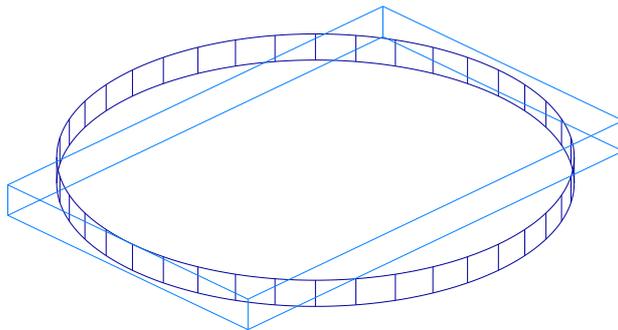


Рис. 15

- Активизировать команду **INTERSECT** .

В ответ на следующие запросы левой кнопкой мыши выделить цилиндр и вспомогательный ящик (рис. 15).

Получается изображение (рис. 16):

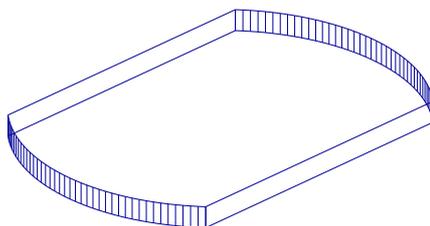


Рис. 16

5.3. Сделать текущим слой сферы (выбрать из списка слоев в панели инструментов свойств объектов), слой цилиндра основания сделать видимым (рис. 17):

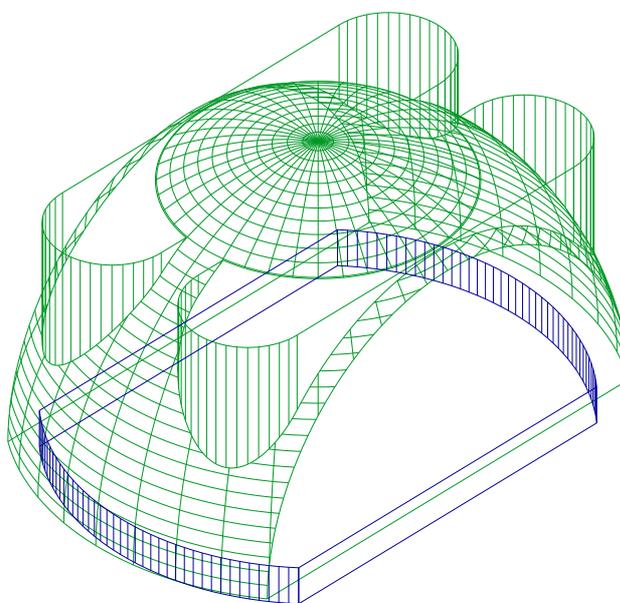


Рис. 17

Активизировать команду **UNION** .

В ответ на следующие запросы левой кнопкой мыши выделить сферу и цилиндр основания (рис. 17).

Получается изображение (рис. 18):

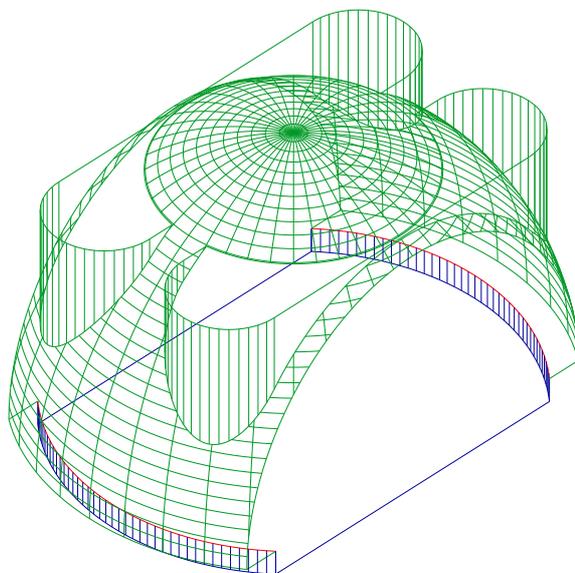


Рис. 18

6. Построение внутренней поверхности детали.

6.1. Перенос системы координат.

Активизировать команду **UCS** ↵ .

В ответ на запрос:

Enter an option

[New/Move/orthoGraphic/Prev/Restore/Save/Del/Apply/?/World]

<World>: в боковом экранном меню активизировать команду:



В ответ на следующий запрос ввести координаты нового центра:

Specify new origin point <0,0,0>: 0,0,8 ↵ .

6.2. Сделать текущим слой внутренних конусов (выбрать из списка слоев в панели инструментов свойств объектов), слой осей сделать видимым, слой сферы – невидимым.

- Активизировать команду **PLINE** .

В ответ на следующие запросы последовательно ввести координаты точек:

Specify start point: 0,52.5 ↵

Specify next point or [Arc/Halfwidth/Length/Undo/Width]: 60,52.5 ↵

Specify next point or [Arc/Close/Halfwidth/Length/Undo/Width]: 50,0 ↵

Specify next point or [Arc/Close/Halfwidth/Length/Undo/Width]: 60,-52.5 ↵

Specify next point or [Arc/Close/Halfwidth/Length/Undo/Width]: 0,-52.5 ↵

Specify next point or [Arc/Close/Halfwidth/Length/Undo/Width]: 0,52.5 ↵↵

Изображение (рис. 19):

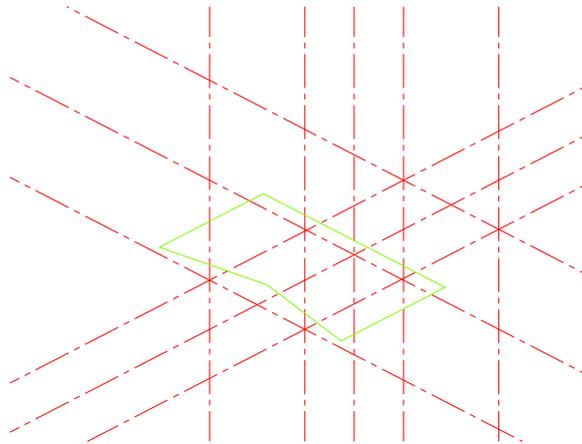


Рис. 19

- Активизировать команду **REVOLVE** .
Левой кнопкой мыши выделить ранее построенную полинию.
В ответ на запрос:
Specify start point for axis of revolution or define axis by [Object/X (axis)/Y

(axis)]: в боковом экранном меню активизировать опцию .

- В ответ на следующий запрос указать угол поворота:
Specify angle of revolution <360>: ↵.

- Сделать текущим слой сферы (выбрать из списка слоев в панели инструментов свойств объектов), слой осей сделать невидимым (рис. 20):

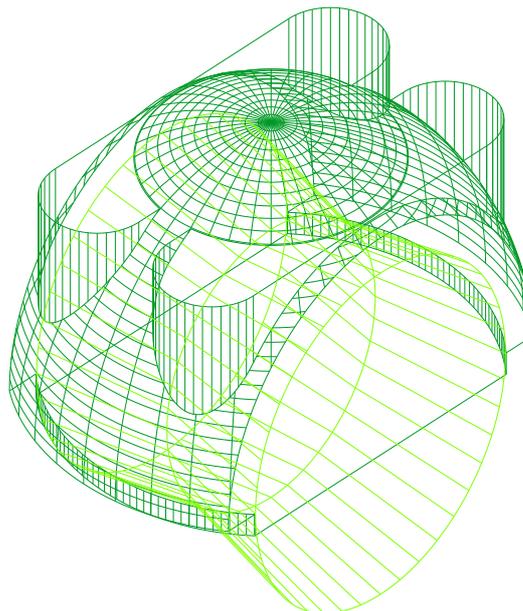


Рис. 20

Активизировать команду **SUBTRACT** .

В ответ на следующие запросы левой кнопкой мыши выделить сферу затем тело вращения (рис. 20).

Получается изображение (рис. 21):

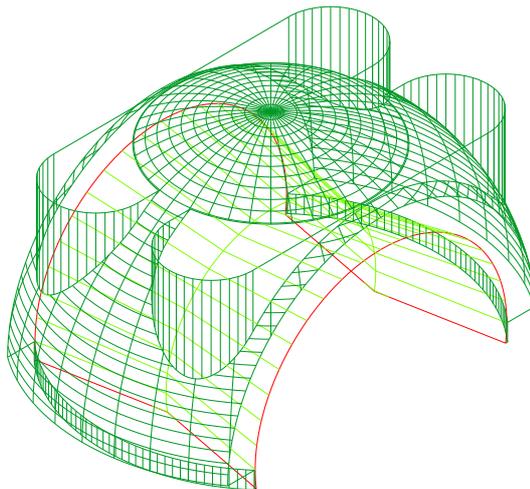


Рис. 21

6.3. Сделать текущим слой внутреннего цилиндра (диаметр 48) (выбрать из списка слоев в панели инструментов свойств объектов), слой сферы сделать невидимым.

- Активизировать команду **CYLINDER** .

В ответ на следующие запросы последовательно ввести координаты центра основания; величину радиуса основания и высоту цилиндра:

Specify center point for base of cylinder or [Elliptical] <0,0,0>:0,0,50 ↵

Specify radius for base of cylinder or [Diameter]: 24 ↵

Specify height of cylinder or [Center of other end]: 30 ↵.

- Сделать текущим слой внутренней сферы (радиус 48) (выбрать из списка слоев в панели инструментов свойств объектов).

Активизировать команду **SPHERE** .

В ответ на следующие запросы последовательно ввести координаты центра сферы и величину радиуса:

Specify center of sphere <0,0,0>:0,0,8 ↵

Specify radius of sphere or [Diameter]: 48 ↵.

Получается изображение (рис. 22):

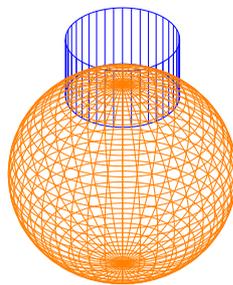


Рис. 22

- Активизировать команду **SUBTRACT** .
В ответ на следующие запросы левой кнопкой мыши выделить ци-линдр
затем сферу (рис. 22).
Получается изображение (рис. 23):

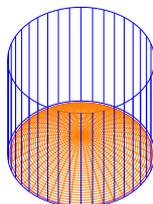


Рис. 23

- Сделать текущим слой наружной сферы (радиус 90) (рис. 24):

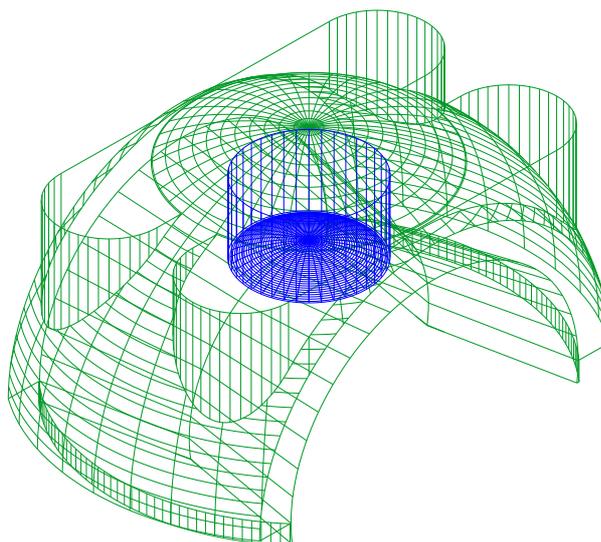


Рис. 24

- Активизировать команду **UNION** 

В ответ на следующие запросы левой кнопкой мыши выделить сферу и цилиндр (рис. 24).

Получается изображение (рис. 25):

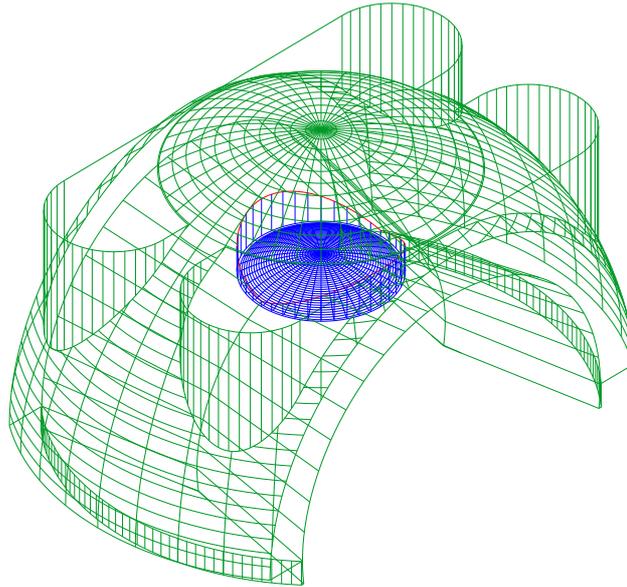


Рис. 25

6.4. Сделать текущим слой внутреннего цилиндра (диаметр 16) (выбрать из списка слоев в панели инструментов свойств объектов), слой сферы сделать невидимым.

- Активизировать команду **CYLINDER** 

В ответ на следующие запросы последовательно ввести координаты центра основания; величину радиуса основания и высоту цилиндра:

Specify center point for base of cylinder or [Elliptical] <0,0,0>:0,0,50 ↵

Specify radius for base of cylinder or [Diameter]: 8 ↵

Specify height of cylinder or [Center of other end]: 12 ↵.

6.5. Сделать текущим слой сферы (радиус 90) (выбрать из списка слоев в панели инструментов свойств объектов), все остальные слои сделать видимыми (рис. 26):

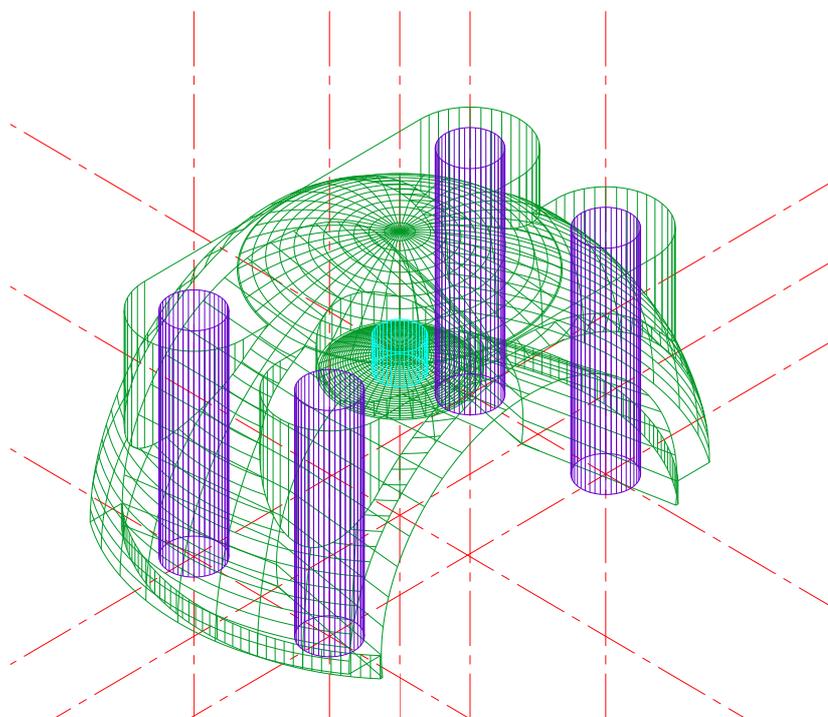


Рис. 26

Активизировать команду **SUBTRACT** .
В ответ на следующие запросы левой кнопкой мыши выделить сферу, затем пять внутренних цилиндров (рис. 26).
Получается изображение (рис. 27):

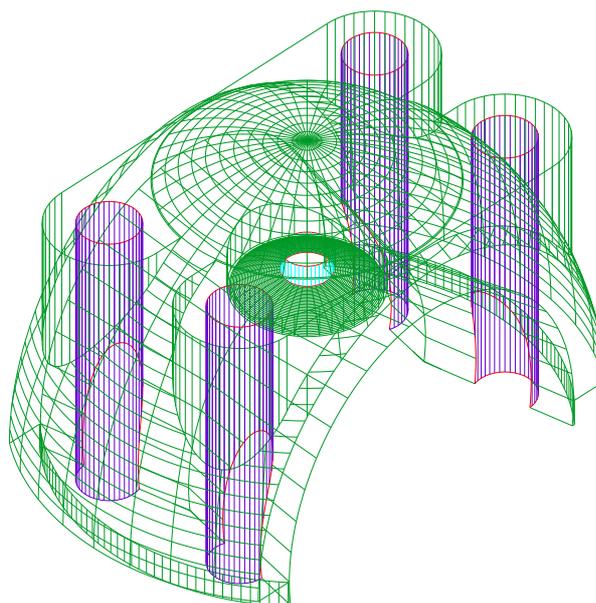


Рис. 27

7. Получение сечения.

- Сделать текущим слой вспомогательного ящика (выбрать из списка слоев в панели инструментов свойств объектов).

Активизировать команду **BOX** .

В ответ на следующие запросы последовательно ввести координаты точки основания; координаты точки основания по диагонали; высоту:

Specify corner of box or [CEnter] <0,0,0>: 0,0,0 ↵

Specify corner or [Cube/Length]: 100,100,0 ↵

Specify height: 100 ↵ .

Изображение (рис. 28):

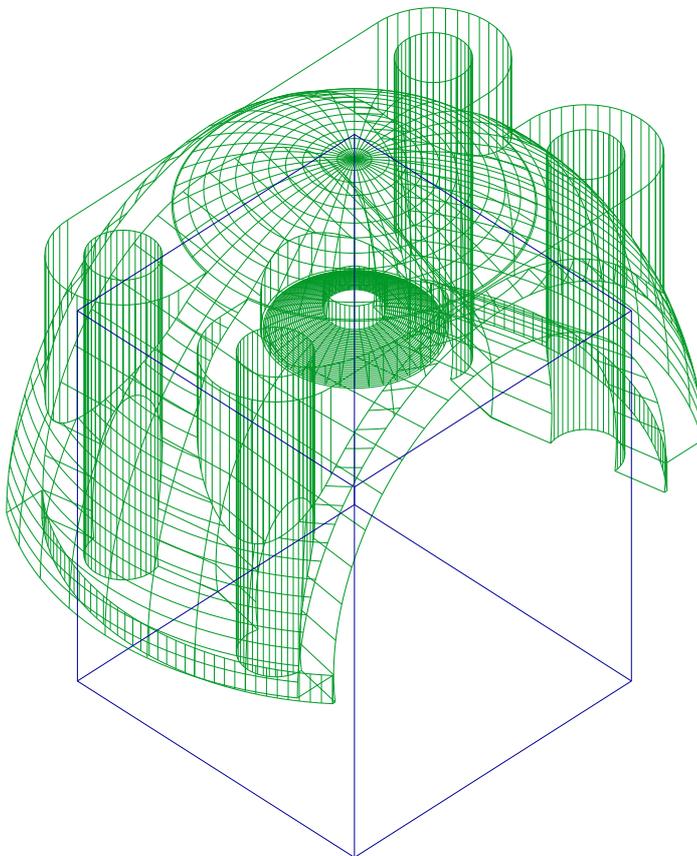


Рис. 28

Активизировать команду **SUBTRACT** .

В ответ на следующие запросы левой кнопкой мыши выделить сферу затем вспомогательный ящик (рис. 28).

- Поворот системы координат.

Активизировать команду **UCS** ↵ .

В ответ на запросы указать ось поворота и угол поворота:

Enter an option

[New/Move/orthoGraphic/Prev/Restore/Save/Del/Apply/?/World]

<World>: Y ↵

Specify rotation angle about Z axis <90>: -38 ↵.

- Сделать текущим слой линий штриховки.

Активизировать команду **HATCH** .

В появившемся окне диалога активизировать опцию **Pattern** (структура), в появившемся списке выбрать **ANSI31**; установить шаг штриховки **Scale 2** и угол **Angle 0**; выбрать опцию **Add Pick point** (выбрать точки) и курсором указать точку в зоне штриховки ↵.

OK ↵.

Аналогично заштриховать второе сечение.

- Для наглядности изображения убрать все невидимые линии.

Активизировать команду **HIDE** ↵.

Получается окончательное изображение детали (рис. 29):

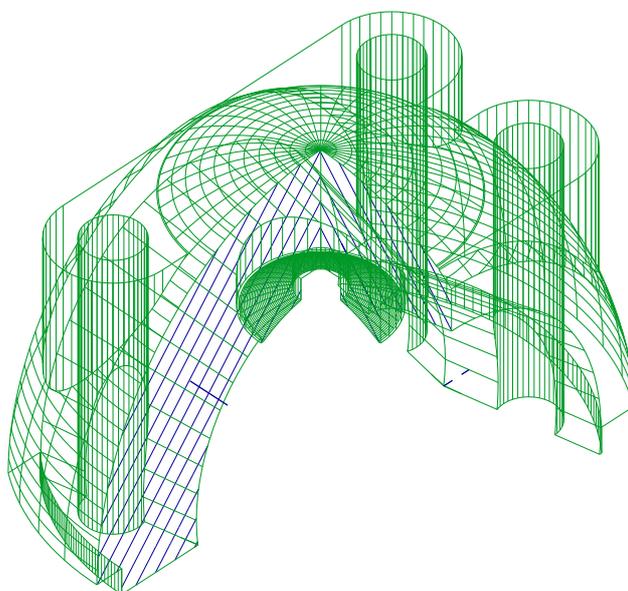


Рис. 29

P.S. Моделирование в AutoCAD как научный эксперимент позволяет увидеть ошибки, таящиеся в теоретических рассуждениях. Рассмотрим один такой случай на примере следующей детали.

Получить пространственное изображение детали №8

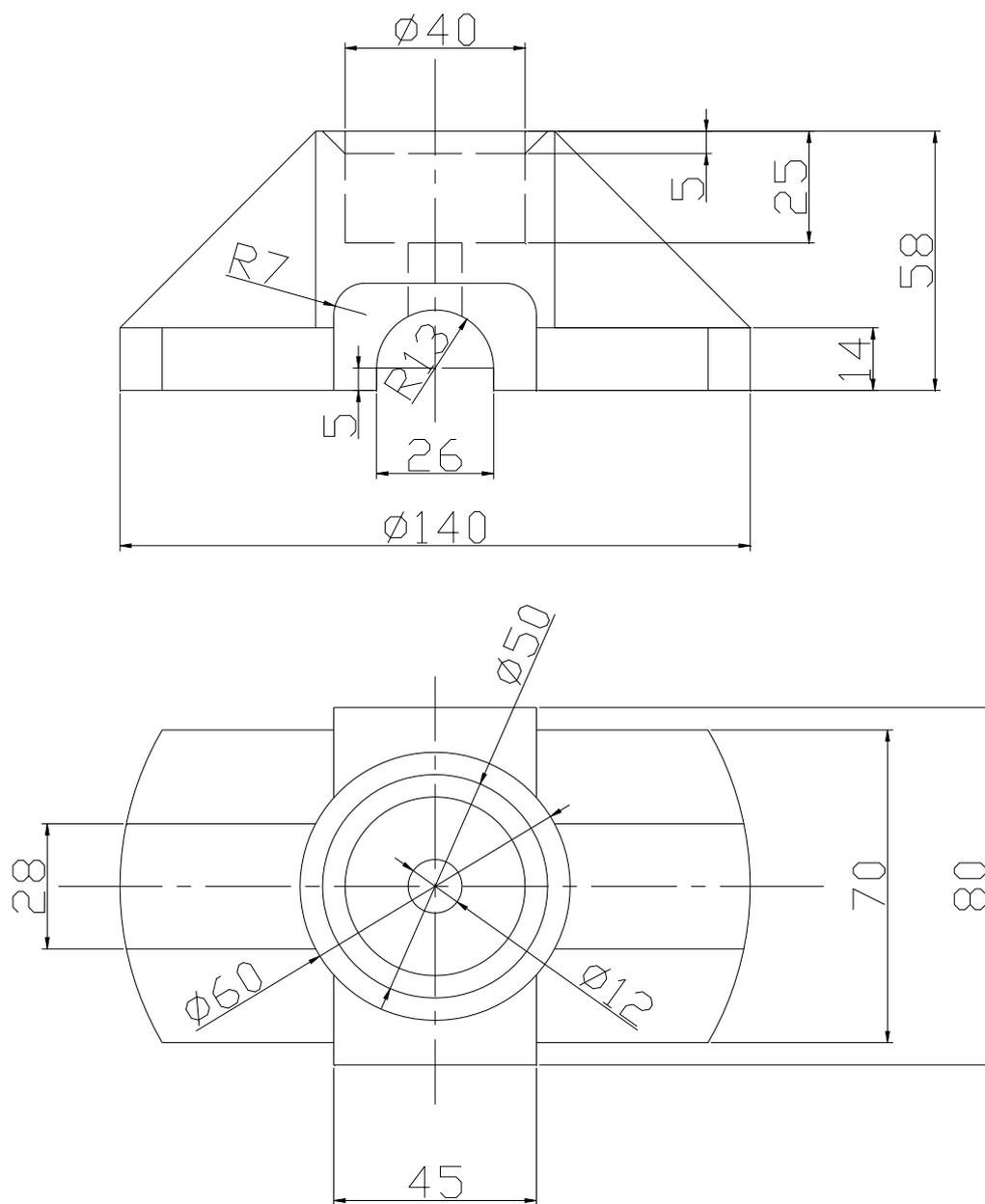


Рис.1

Алгоритм команд, необходимых для получения изображения

Мысленно разбиваем изображение твердого тела на элементарные геометрические тела.

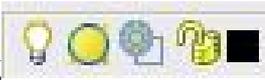
Создаём слои. Для этого активизируем в панели инструментов команду



, в открывшемся окне активизируем пиктограмму



, вводим имя слоя,

←. При помощи команд  включаем/выключаем, замораживаем, блокируем при необходимости ненужные (на данный момент) слои и работаем с деталью в нужном слое.



1. В слое OSI проводим горизонталь, фронталь; переносим в полученную точку пересечения систему координат; получаем пространственное изображение.

Вводим в командную строку: $VPOINT \leftarrow \leftarrow 1,1,1 \leftarrow \leftarrow$ - выполняем поворот системы координат вокруг оси X на 90° ; проводим вертикальную ось; систему координат возвращаем на $-90^\circ \leftarrow \leftarrow$.

Получили изображение:

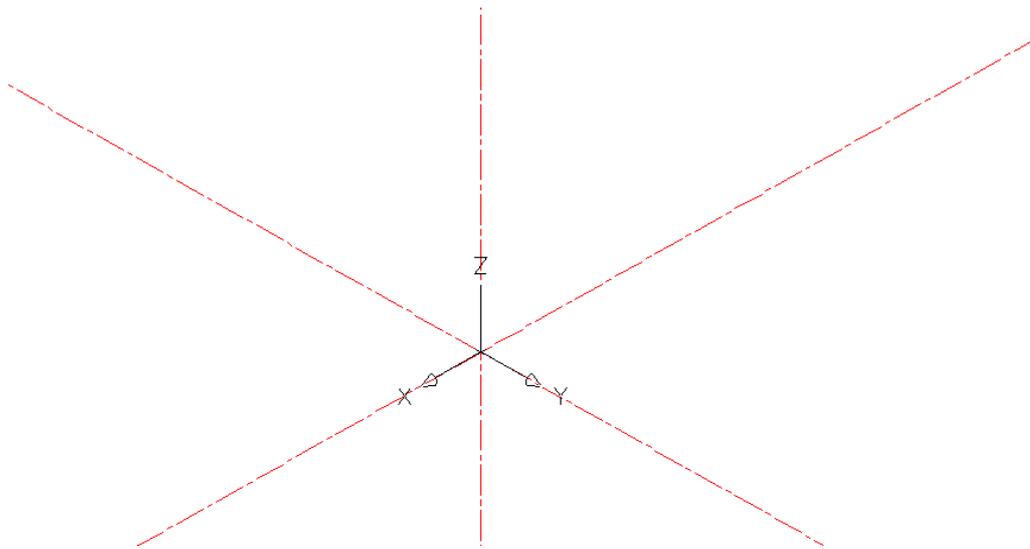


Рис.2

2. В слое PLATFORMA изображаем основание детали. Для этого производим дополнительные построения: для получения призмы 70x140x14 из центра детали проводим окружности $\varnothing 70$ $\varnothing 140$ с помощью команды ; через точки пересечения окружностей с осями проводим горизонтали и фронталы (рис.3).

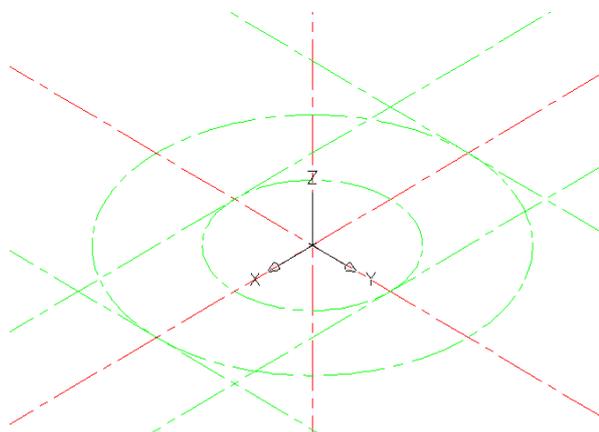


Рис. 3

Удаляем окружности (выделяем окружности курсором, Del). Точки пересечения горизонталей и вертикалей используем в качестве привязок для построения призмы: **BOX** ↵, вводим координаты первой точки, вводим координаты второй точки ↵, вводим значение высоты ящика «14» ↵.

Изображаем цилиндр: вводим в командную строку **CYLINDER** ↵, вводим координаты центра основания цилиндра $\langle 0,0,0 \rangle$ ↵, вводим значение радиуса ↵, вводим значение высоты цилиндра $\langle 14 \rangle$ ↵.

Из полученных тел с помощью команды , выделяем поочерёдно объекты, получаем платформу (рис. 4).

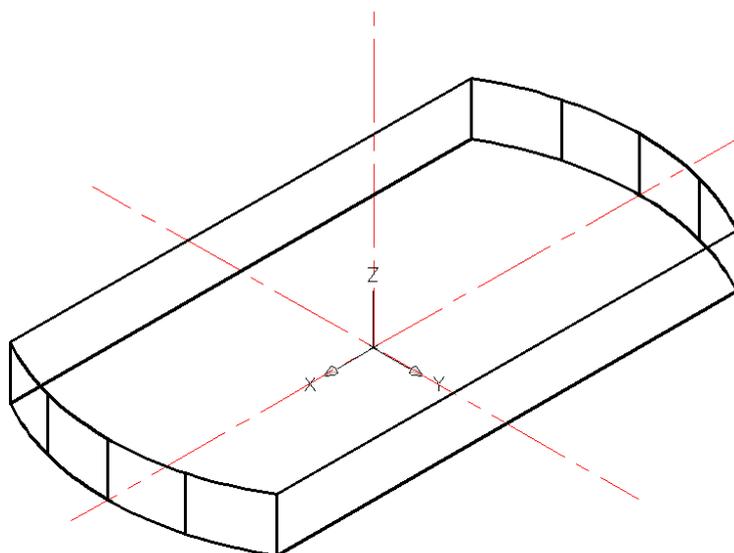


Рис.4

Удаляем дополнительные построения с помощью команды Del.
Выключаем слой PLATFORMA.

3. В слое PRIZMA изображаем призмы, как описывалось ранее:

45x80x24

26x80x18

Призмы изображены на рис. 5.

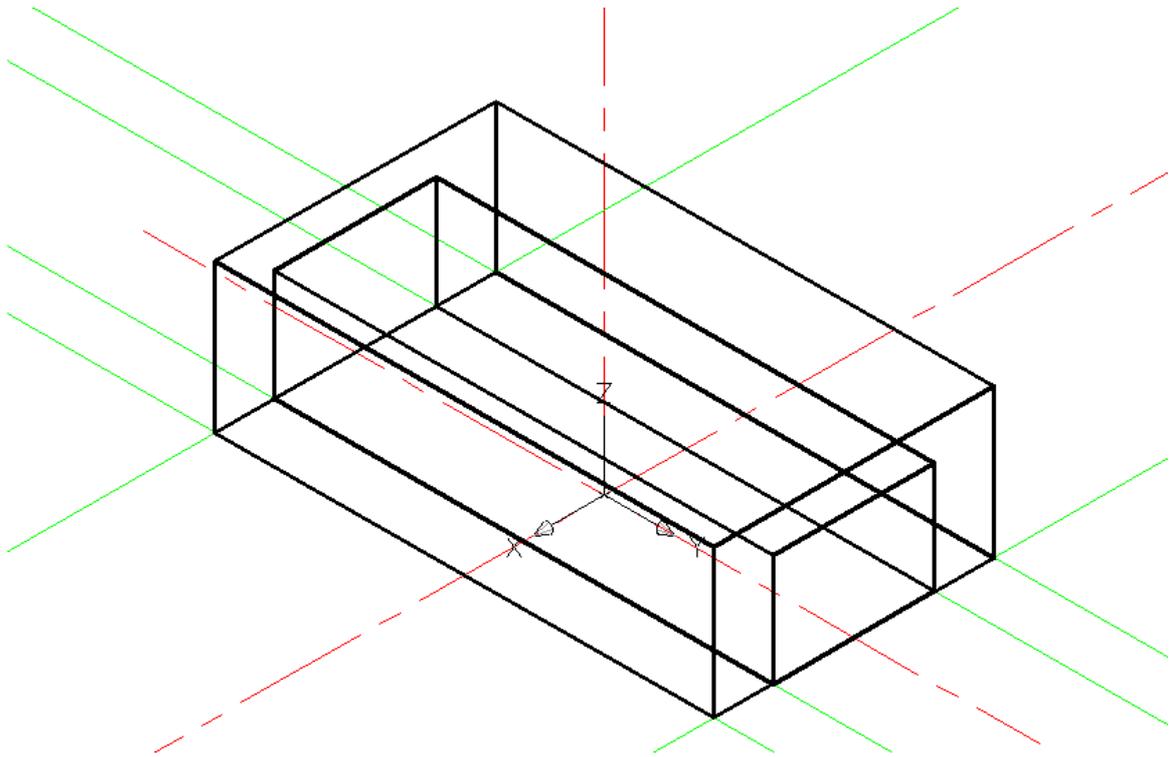


Рис. 5

Удаляем дополнительные построения. Выключаем слой PRIZMA.

4. В слое CYLINDER изображаем цилиндры $\varnothing 60$ и $\varnothing 12$, как описывалось ранее:

```
CYLINDER<|, <0,0,0><|, 30<|, 58<|  
CYLINDER<|, <0,0,33><|, 20<|, 25<|.
```

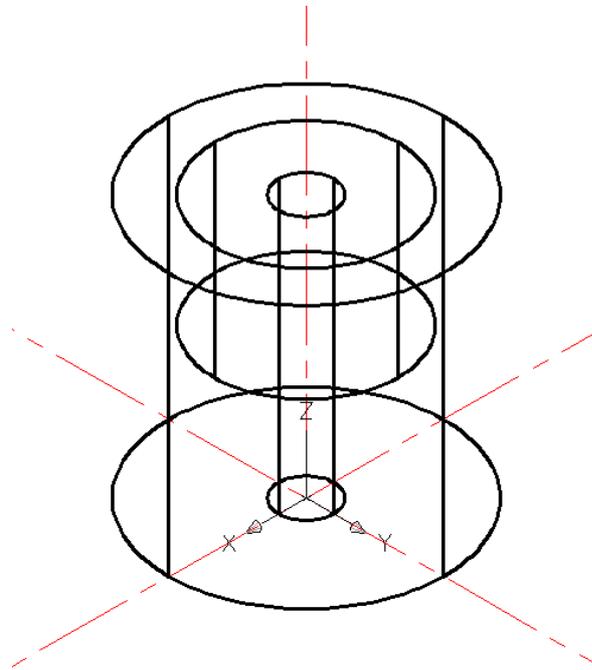


Рис. 6

5. В отличие от обычного проекционного изображения деталей при моделировании рёбер жёсткости возникают элементы конструкции детали, требующие более пристального внимания и анализа. Например, примыкание ребра жёсткости к цилиндру возможно в трёх вариантах (рис.7, 8, 9).

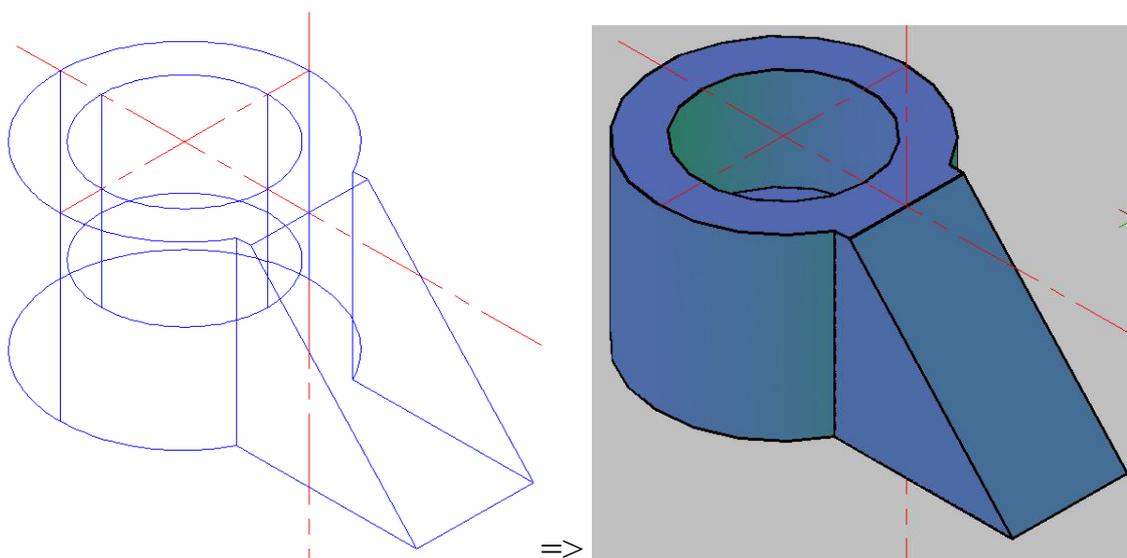


Рис.7

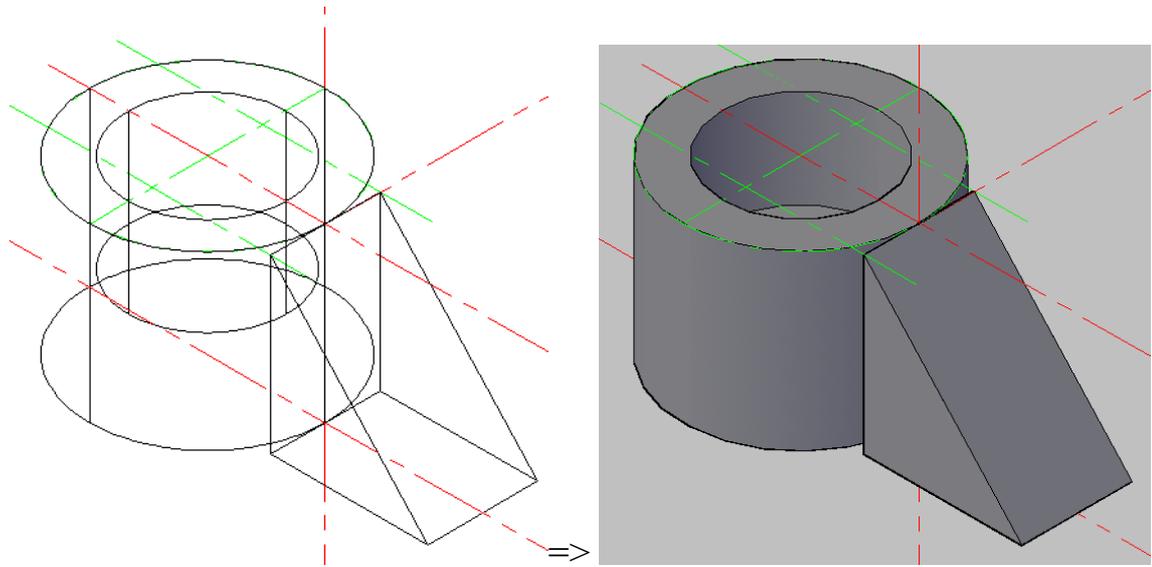


Рис. 8

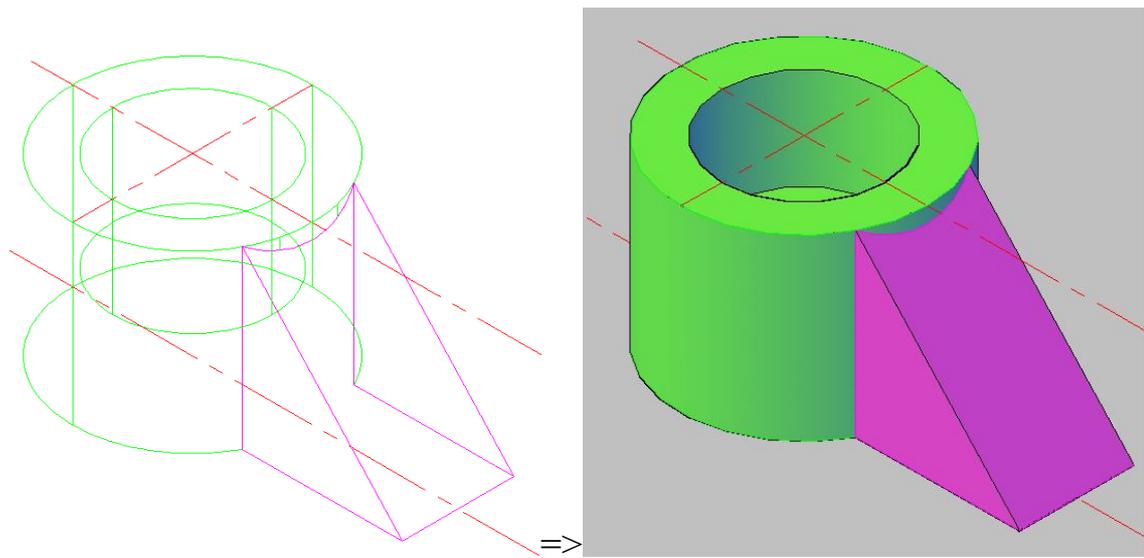


Рис. 9

Примыкание ребра к платформе возможно в двух вариантах (рис.10, 11).

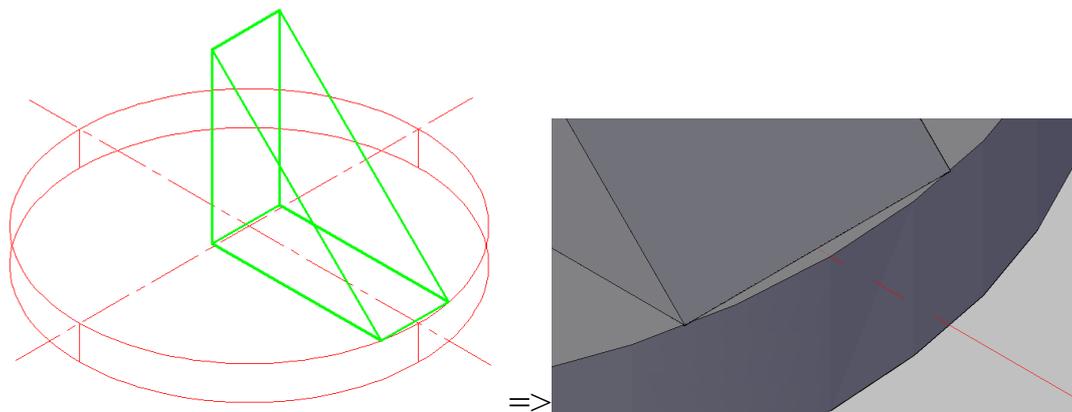


Рис. 10

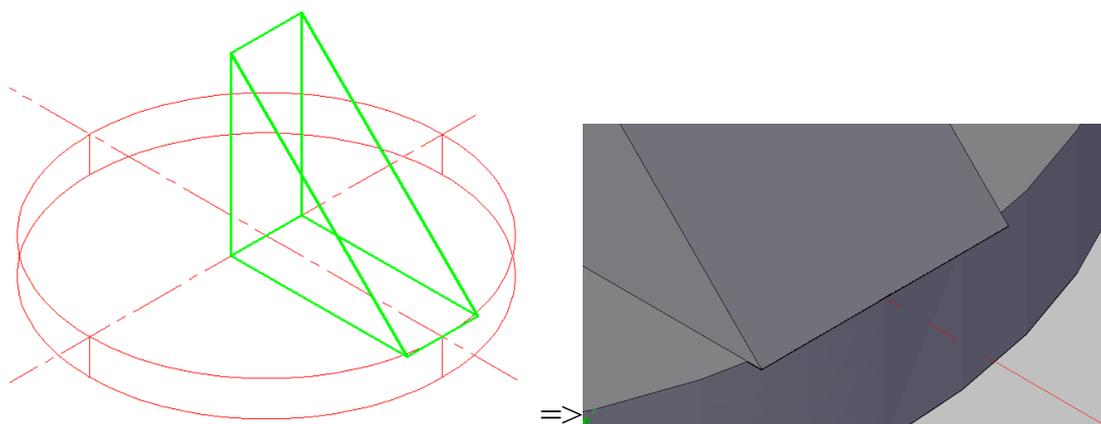


Рис. 11

Выбор варианта зависит от конструкционного назначения детали, технологичности, культуры производства изготовления детали, дизайна и прочих факторов.

В связи с этим при изображении рёбер команда WEDGE (Клин) не всегда удобна. Целесообразнее определить исходный контур рёбер, а затем получить эти рёбра с помощью команды выдавливания. Рассмотрим последний вариант на примере нашей детали.

Чтобы получить изображения рёбер жёсткости в слое DPOST проведём дополнительные построения: Создадим новую систему координат:

UCS  **Or**  **<0,0,14>**

В полученной системе координат проводим окружности $\varnothing 28$ и $\varnothing 180$; вертикаль и горизонталь (рис. 12).

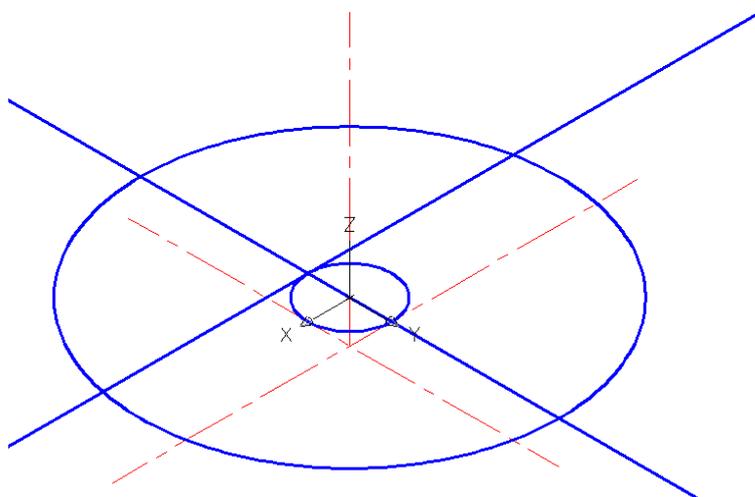


Рис.12

В точку пересечения горизонтали и фронтали переносим систему координат и поворачиваем её вокруг оси X на 90° ; проводим вертикаль и горизонталь :

 , **Ver** **<0,0,0>**  

 , **Hor** **<0,44,0>**  

Через полученную точку пересечения проводим окружность $\varnothing 60$.

Удалим окружность $\varnothing 28$ и получаем изображение (рис.13):

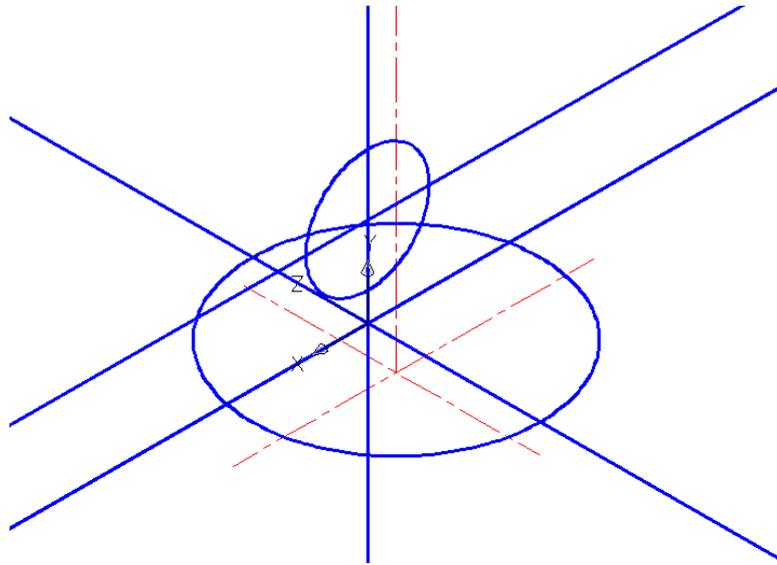


Рис. 13

Переходим в слой REBRA и через точки пересечения горизонталей с окружностями полилинией строим трапецию:

PLINE ← ↵, указываем курсором вершины трапеции, **C** ← ↵

Получившееся изображение показано на рис. 14.

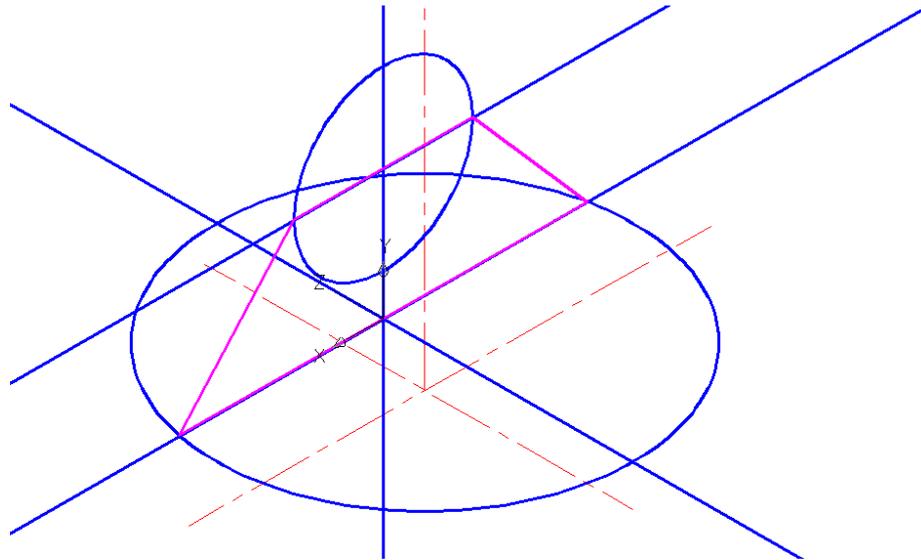


Рис. 14

Выключаем слой DPOST и изображаем рёбра:

EXTRUDE ← ↵ Выделяем объект, <-28> ← ↵ <0> ← ↵.

Получаем изображение:

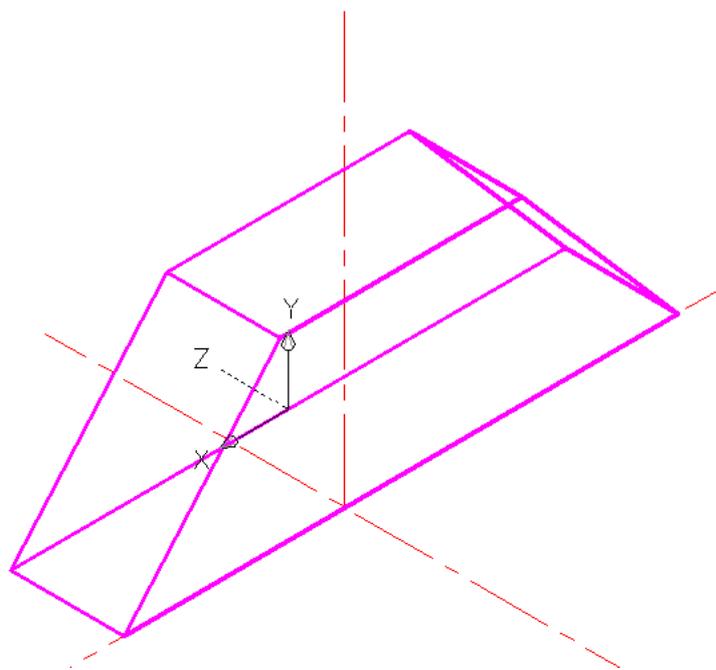


Рис.15

6. Все геометрические тела, из которых состоит деталь, получены. Теперь можно приступить к их взаимодействию. Для этого включаем все слои, кроме DPOST (рис.16).

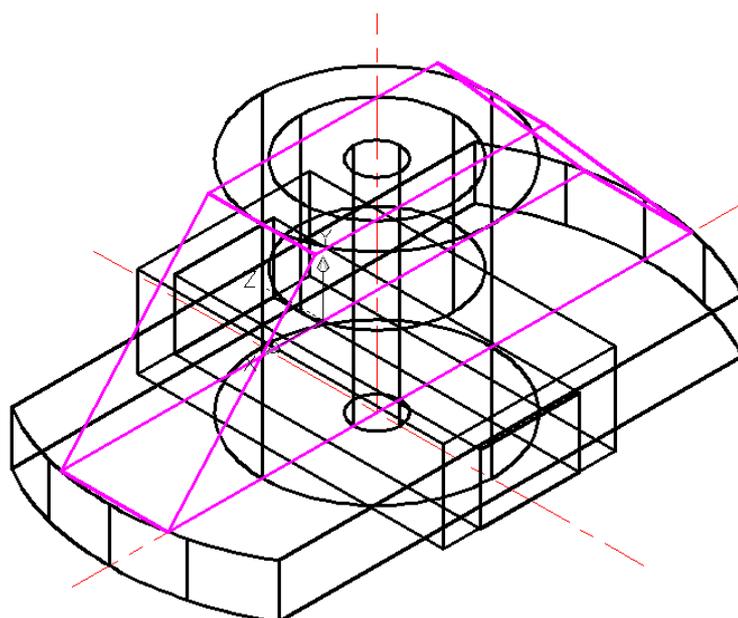


Рис.16

С помощью команды  производим сложение платформы, рёбер, внешнего цилиндра и внешней призмы:

, поочерёдно выделяем эти тела, .

С помощью команды  из полученной детали вычитаем внутреннюю призму и внутренние цилиндры:

, выделяем деталь , выделяем вычитаемые тела, .

Переносим систему координат в первоначальную точку и получаем изображение:

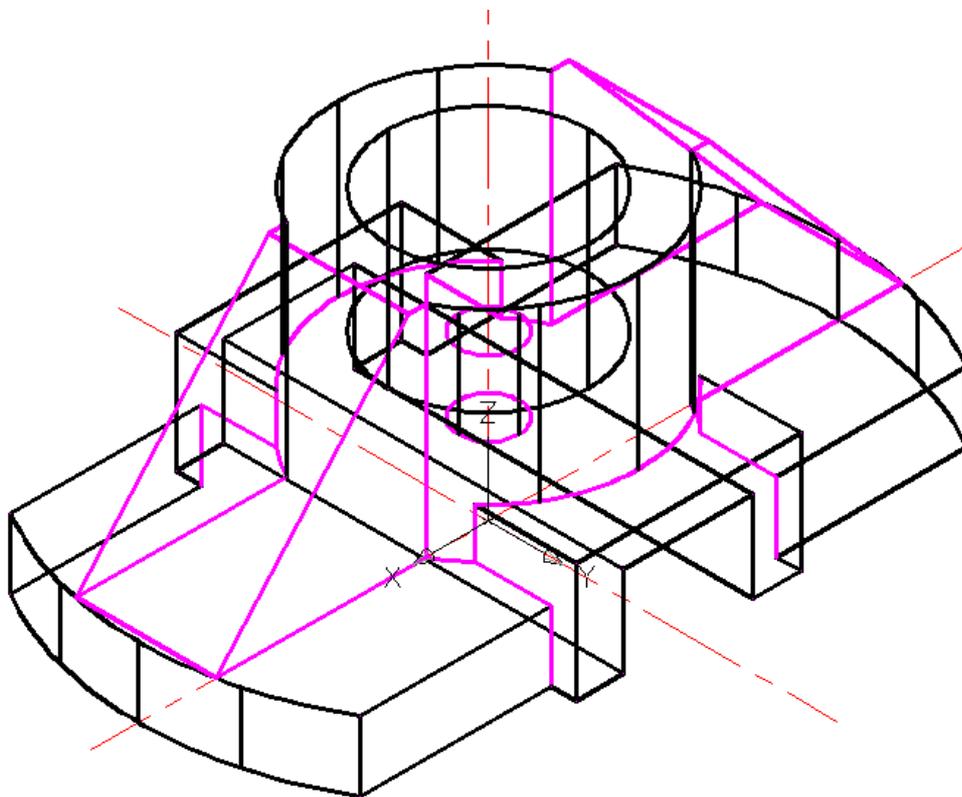


Рис.17

7. Сопряжения радиусом R7 рёбер внешней призмы получаем с помощью команды fillet (выемка, сопряжение):



Для получения изображения внутреннего полуцилиндра радиусом R13 воспользуемся эффектом внутреннего сопряжения:



Аналогично скругляем второе ребро.

Получаем изображение:

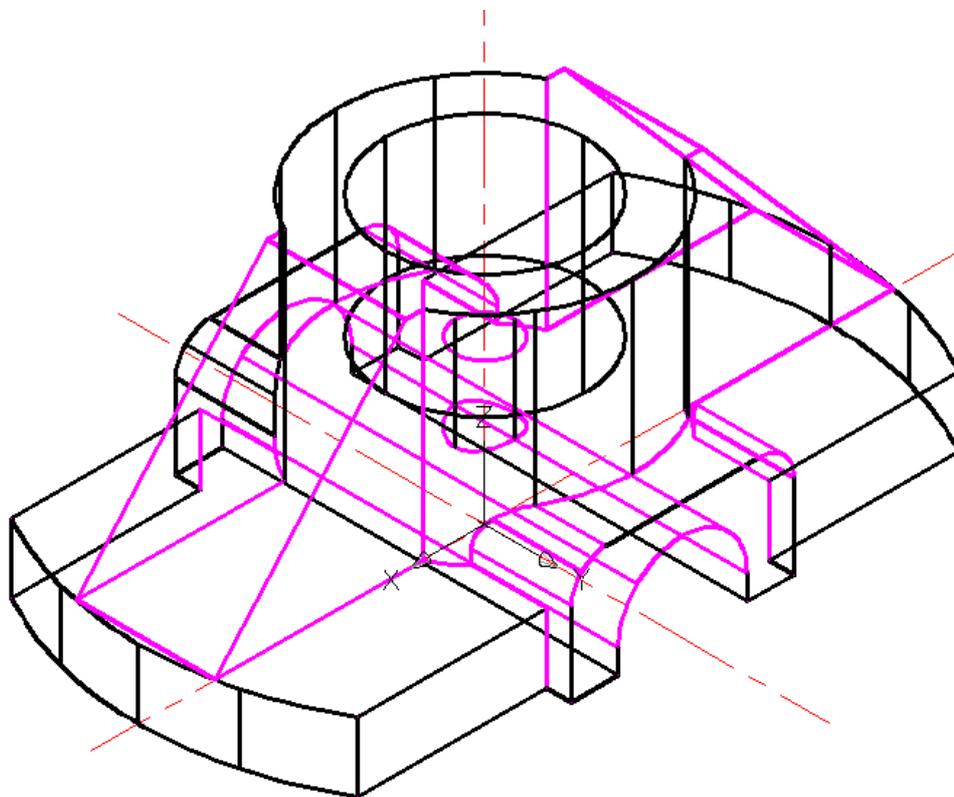


Рис.18

Для построения фаски внутреннего отверстия используем команду CHAMFER (ФАСКА):

активизируем кнопку  или вводим в командную строку **CHAMFER**, на запрос *<Select first line or>* (Укажите первую линию) выделяем курсором окружность внутреннего отверстия как показано на рис. 19:

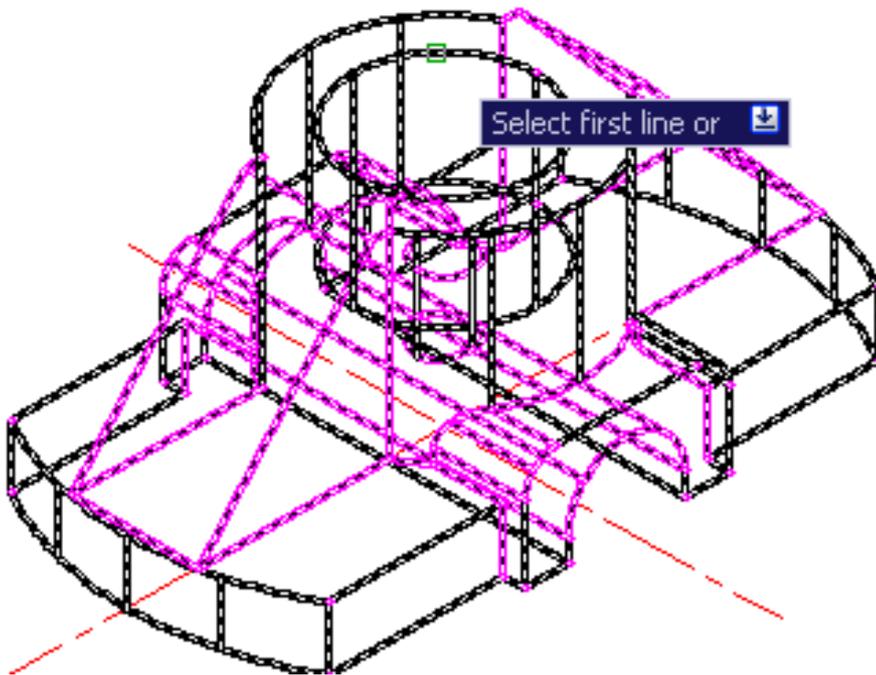


Рис.19

После выделения появляется запрос *<Enter surface selection option>* (Укажите выбранную поверхность),  (при этом необходимо удостовериться, что сноскиа стоит напротив *<OK (current)>*).

Появляется следующий запрос *<Specify first chamfer distance <default >>* (указать первую длину фаски <значение по умолчанию>), набираем с клавиатуры значение **5** .

<Specify second chamfer distance <default >> (указать вторую длину фаски<>) по умолчанию она равна первому введённому значению, поэтому сразу нажимаем .

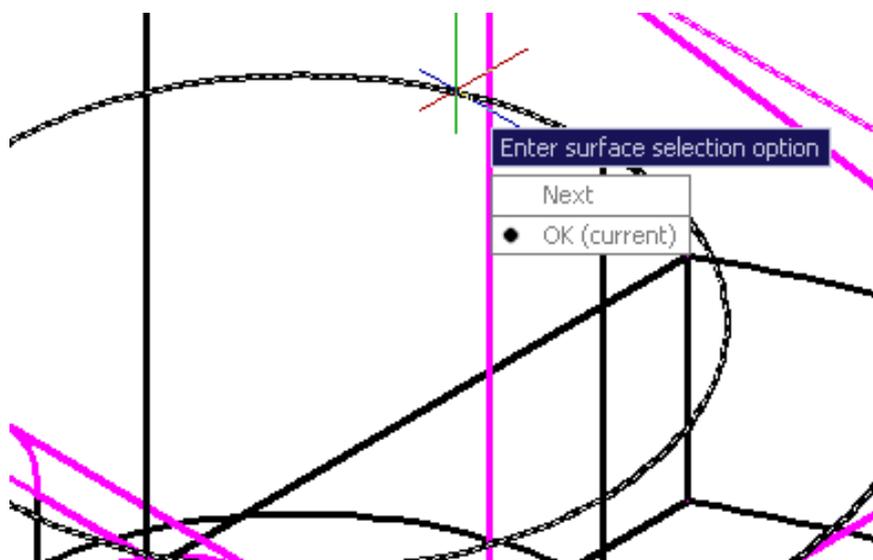


Рис. 20

Появляется запрос *<Select an edge or>* (*<Укажите грань>*), выделяем курсором окружность внутреннего отверстия (при этом выделилась только эта окружность, а не вся деталь), нажимаем ↵.

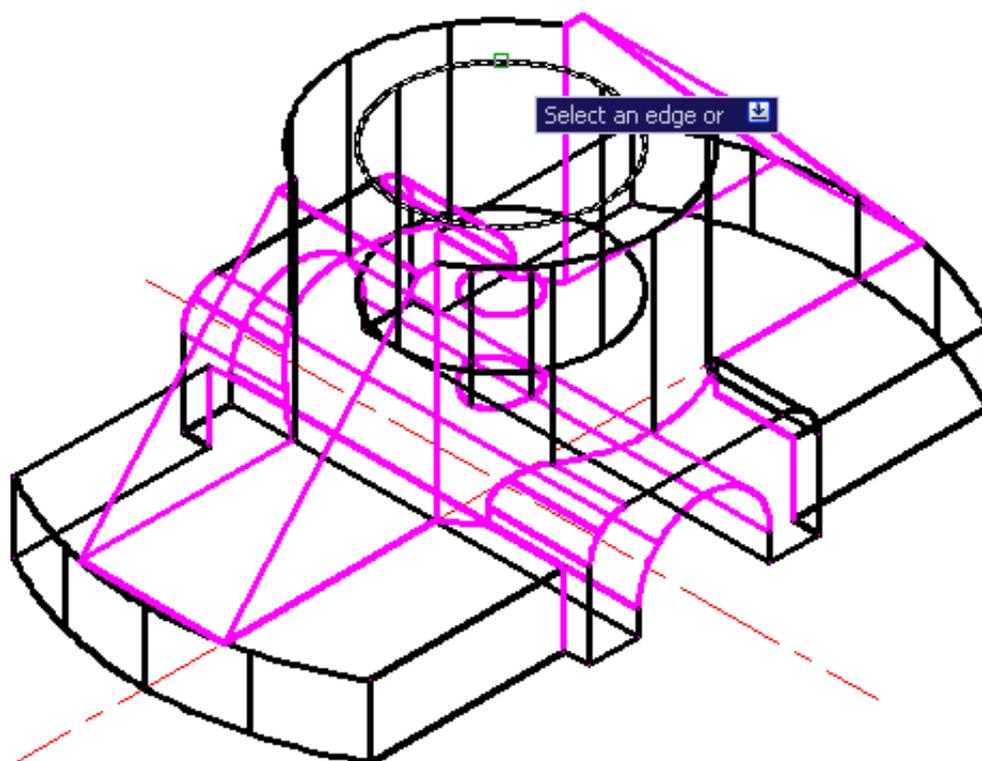


Рис. 21

Получаем изображение как на рис. 22:

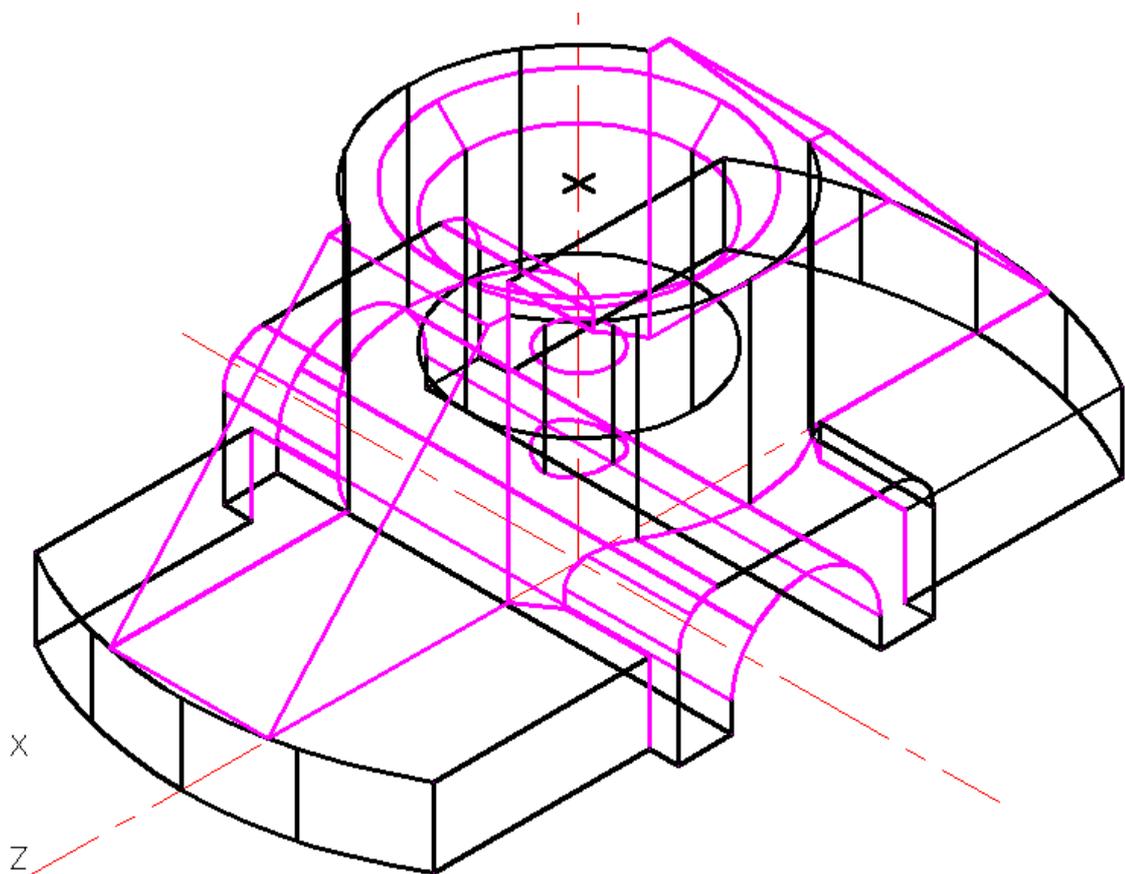


Рис. 22

8. С помощью команды  Top получаем изображение:

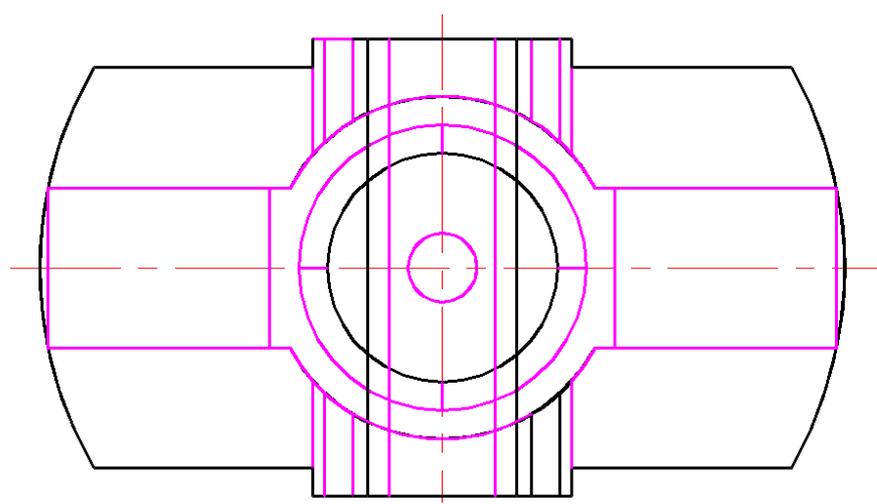


Рис. 23

С помощью команды **HIDE** ← убираем невидимые линии, тем самым получаем реалистичное изображение:

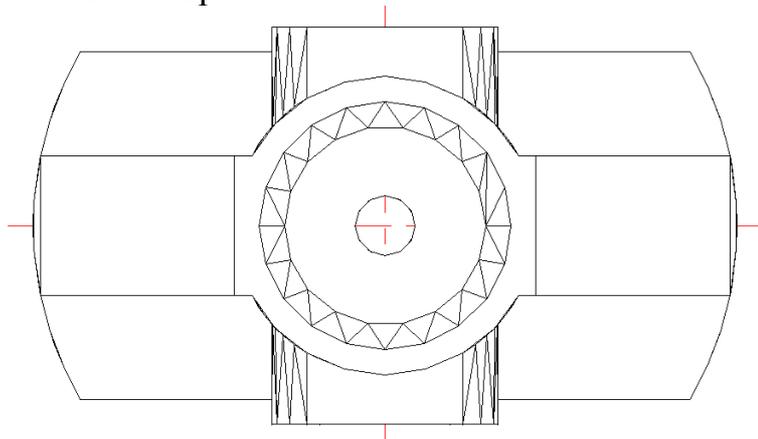


Рис. 24

Сравним полученное изображение верхнего вида детали с аналогичным изображением задания. Ошибки очевидны.

Для наглядности изображения внутренних поверхностей детали вырезаем ¼ детали с помощью команды **BOX**:

BOX ←, <Specify corner of box or [CEnter]<0,0,0>: ←
<LENGTH>: 90,-60,70 ↵.

При этом вводим габариты ящика заведомо большие размеров “вынутой” части детали (рис. 25).

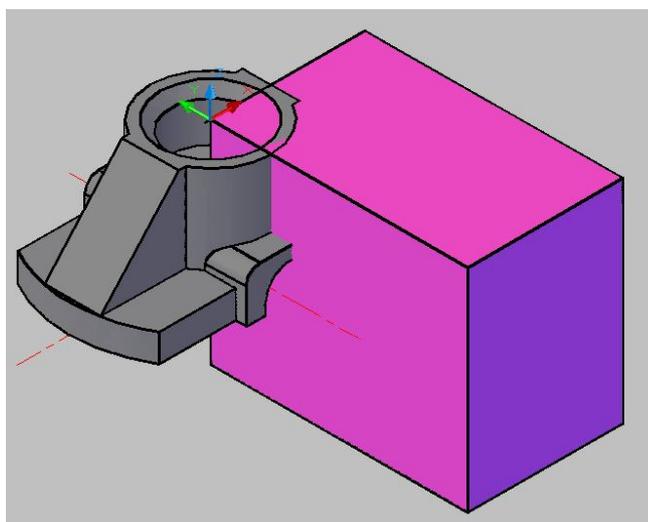


Рис. 25

Далее с помощью команды  либо, набрав в командной строке **SUBTRACT**, вычитаем ящик. Получаем изображение:

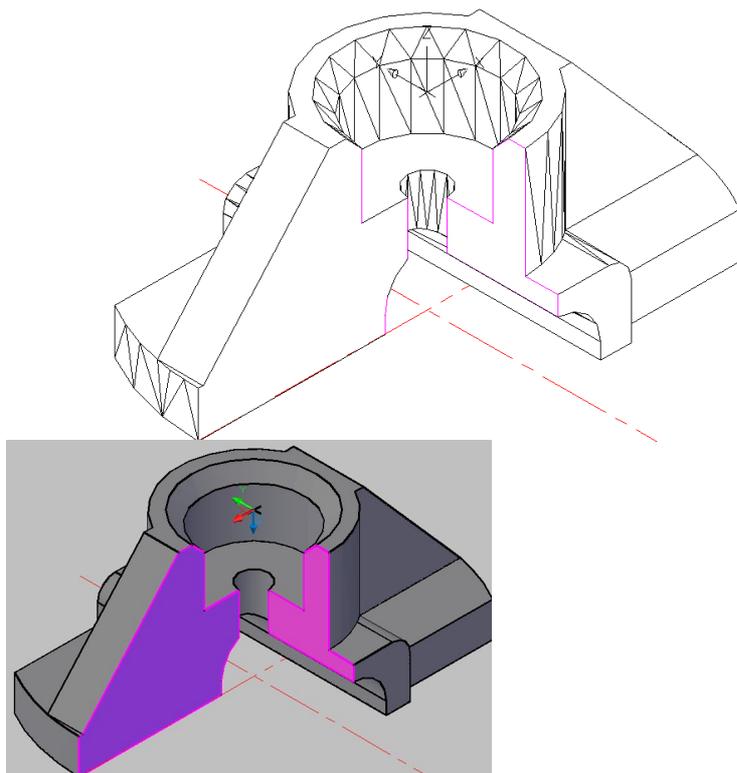


Рис. 26

Штрихуем разрез. Для выполнения штриховки меняем ПСК с помощью кнопок . Активизируем , в открывшемся окне выбираем параметры штриховки, указываем зону штриховки , **ОК**. Необходимо помнить, что штриховка, как и размеры, выполняется только в плоскости **XУ**.

Получаем изображение на Рис. 27:

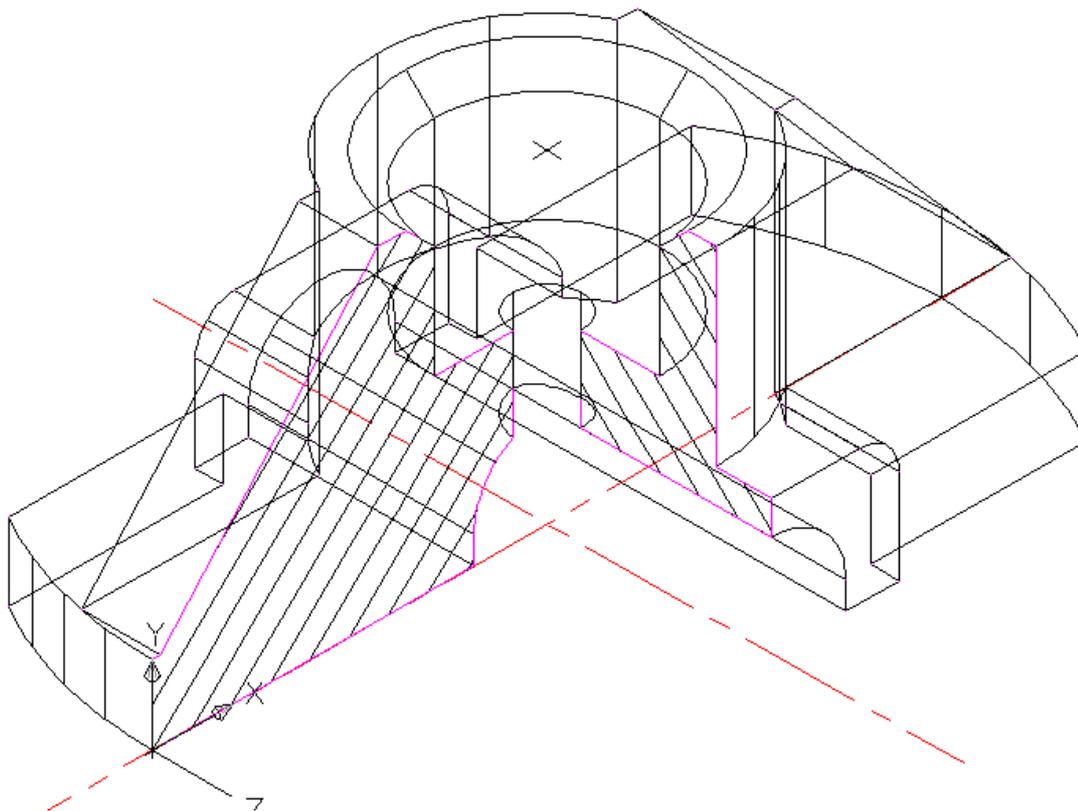


Рис. 27

Для простановки размеров меняем положение ПСК с помощью команды:

UCS ← **Or** ←

и кнопок:



а размеры проставляем с помощью кнопок:



Получаем изображение:

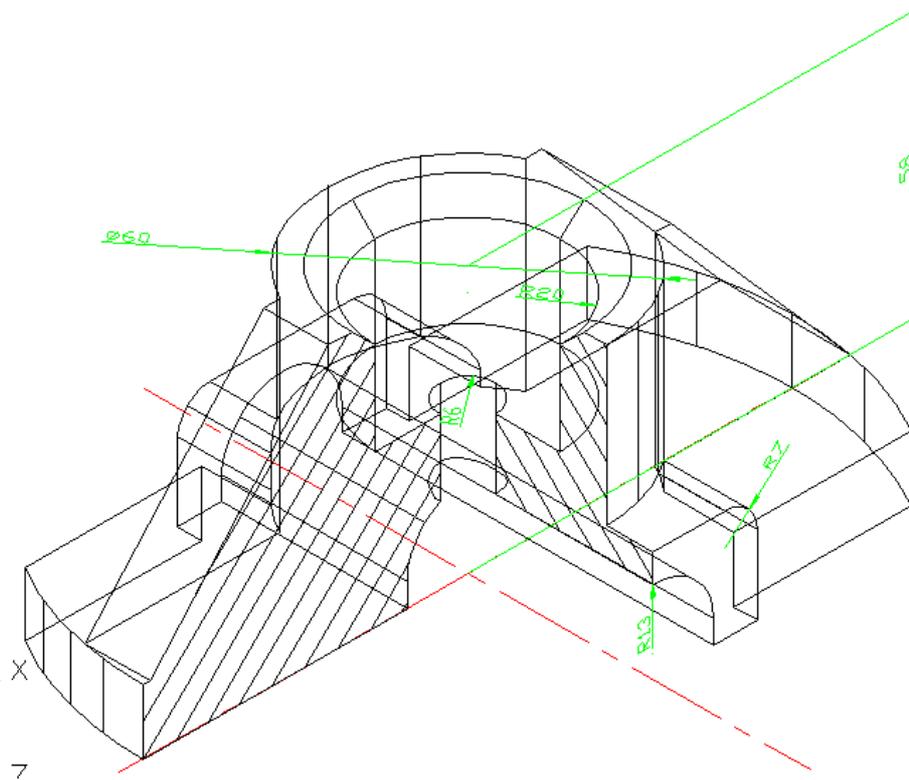


Рис. 28

Для выполнения окраски тела производим следующие действия: обозначаем объект, в панели инструментов **Render** (Тонирование), выбираем команду **RMAT** (МАТЕРИАЛ), которая назначает материалы построенным объектам. Команда вызывает диалоговое окно **Materials** (Материалы), выбираем цвет, фактуру материала, из строки падающих меню под словом **View** выбираем **Shadow**, в подменю выбираем **Grad**. Нажимаем кнопку **Attach** и выделяем объект на чертеже (рис. 29).

Либо для простой окраски тела в меню **View** выбираем **Visual Styles**, выбираем из подменю **Realistic**. Затем выделяем деталь и выбираем из

окна **ByLayer** необходимый цвет  (см. рис. 30).

Получаем изображения:

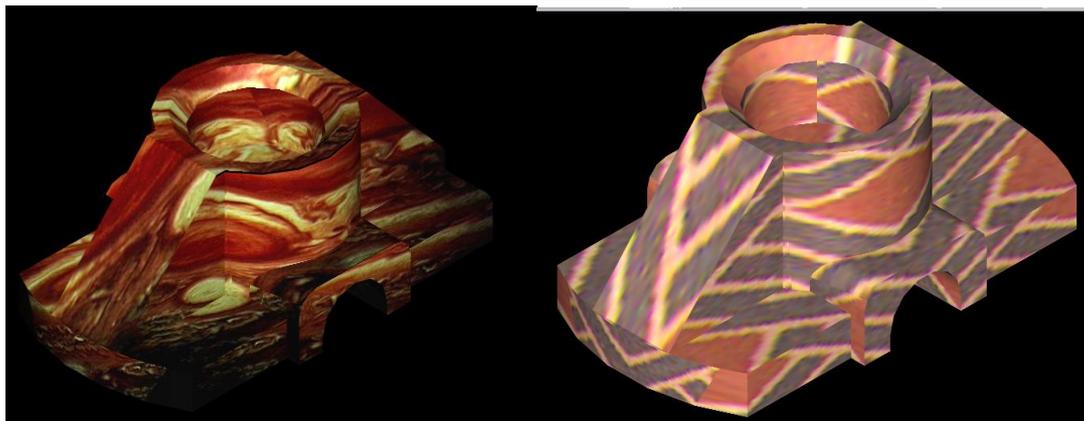


Рис. 29

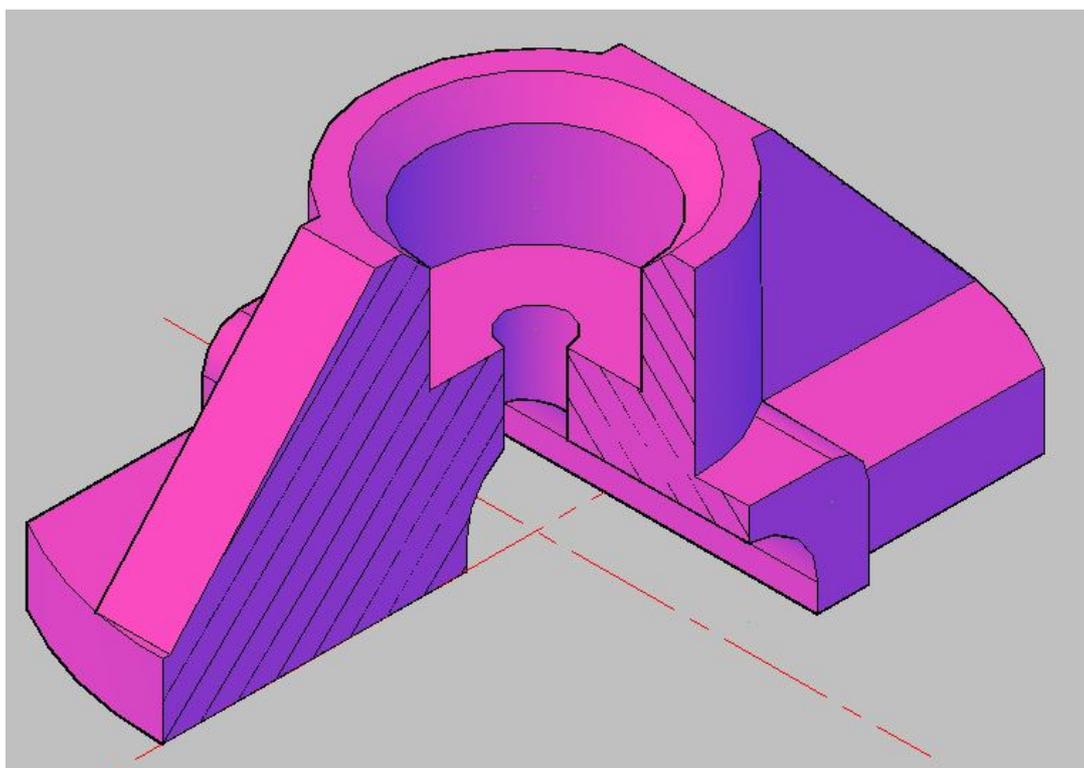


Рис.30

С помощью команд  ,  можно вращать объект вокруг своей оси или точки, выбирая нужный ракурс.

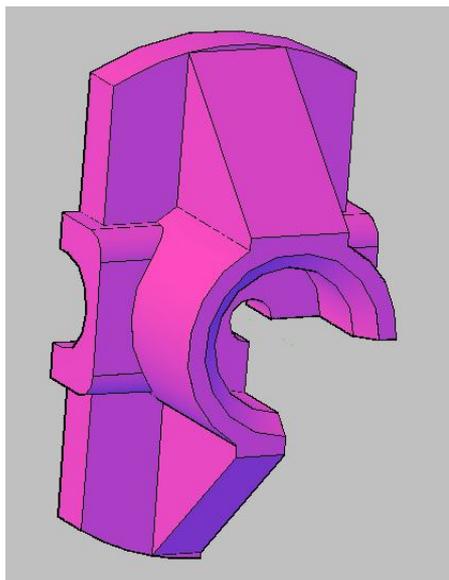


Рис. 31

Набираем в командной строке **VPORTS** , в окне диалога выбираем необходимые проекции детали, таким образом, делим экран на несколько видовых экранов.

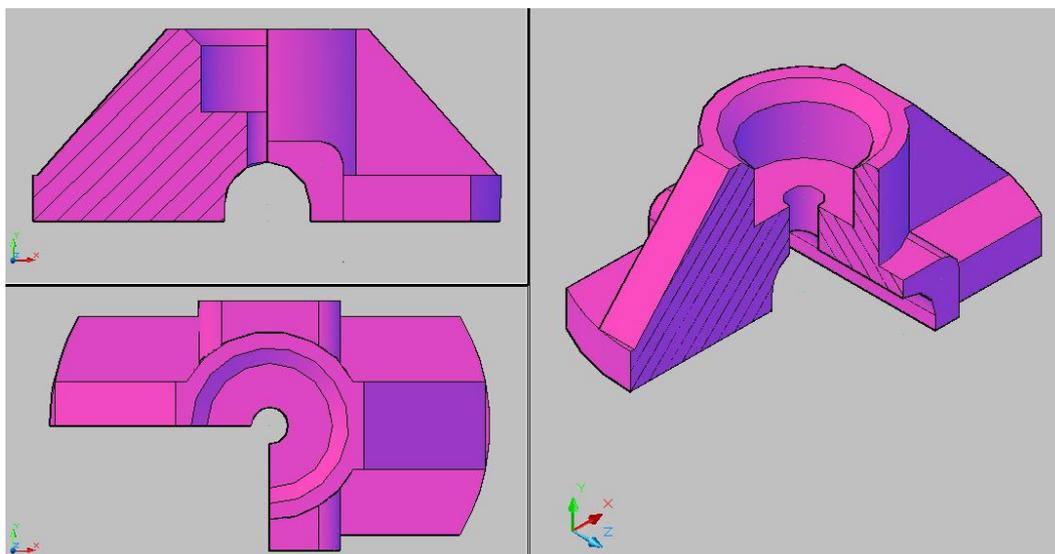
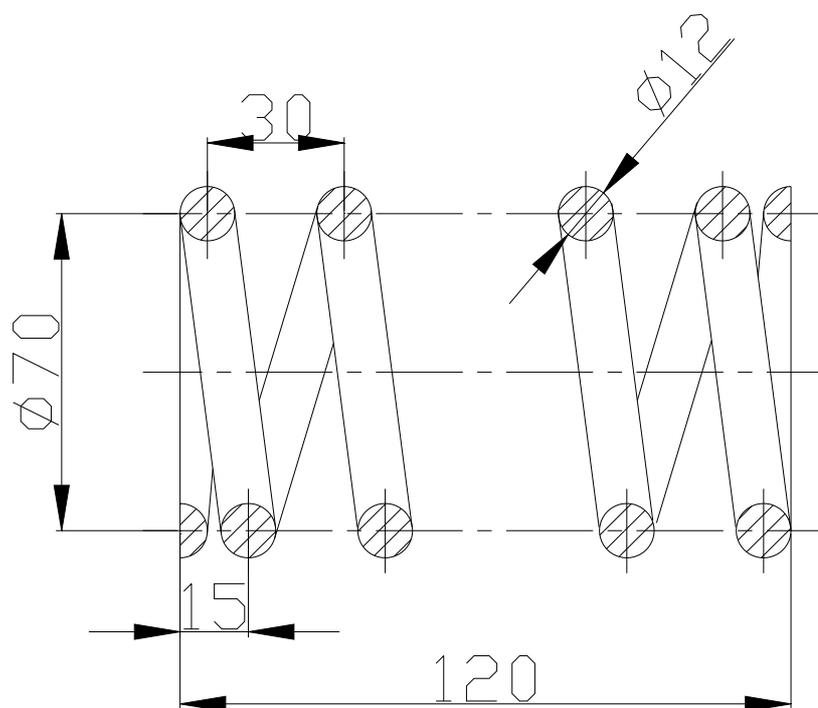


Рис. 32

ГЛАВА 4

Определенные трудности возникают при моделировании пружин, деталей имеющих резьбу и прочих конструкций со сложной геометрической поверхностью. В этой главе рассматриваются примеры моделирования таких деталей, а так же примеры моделирования сборочных узлов.

Получить пространственное изображение пружины



1. Подготовительные процедуры.

1) Чтобы изобразить деталь в объёме нужно установить оси координат под некоторым углом к смотрящему. Для этого выполняем следующие действия:

а) в строке падающих меню открываем **View**

б) наводим курсор на пункт **3D Views**

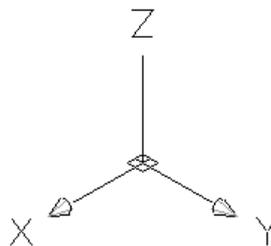
в) ЛКМ выбираем опцию **NE Isometric** (пиктограмма —  СВ изометрия)

Для перехода к пространственному изображению можно сразу



активизировать одну из пиктограмм.

Получаем такой вид осей координат:



2) Для удобства в работе создаём четыре слоя. Первый слой для вспомогательных линий и осевой спирали — **0**. Вторым слоем для среднего участка спирали — **центральная спираль**. Третьим слоем для краевых витков — **краевые витки**. Четвёртым слоем для изображения объёмного тела (используется цвет 51) — **деталь**.

3) Прежде чем начать построение, должны быть известны следующие параметры пружины:

- высота пружины **H=120мм**;
- диаметр пружины **D=70мм**;
- количество витков **n=5**;
- высота витка **h=30мм**;
- высота краевого витка **h_к=15мм**;
- диаметр витка **d=12мм**.

2. Построение цилиндрической спирали.

1) Спираль состоит трёх частей: центральная часть с высотой витка 30 и двух крайних частей, состоящих из одного витка высотой 15. Если бы спираль по всей высоте имела одну высоту витка, то её можно было бы построить просто. Однако данная спираль состоит из витков разной высоты, поэтому чертить их приходится отдельно, в три этапа. Важной особенностью

является состыковка отдельных частей. В связи с этим построение будет проходить следующим образом.

а) Построение средней части спирали.

б) Вводим команду **HELIX** (пиктограмма —  Спираль)

в) машина показывает в журнале командной строки установленные по умолчанию параметры: число витков, равное 3, и наклон витков — ПРЧС. В командной строке машина просит указать центральную точку основания цилиндрической спирали. Возьмём за эту точку начало координат **(0,0,0)**.

г) подтверждаем команду нажатием **Enter**

д) машина просит указать радиус основания спирали. Пишем: **35**.

е) подтверждаем команду нажатием **Enter**

ж) следующий запрос машины — радиус верхнего основания, так как по умолчанию машина выдаёт последний вводимый радиус и данная спираль цилиндрическая, то подтверждаем команду нажатием **Enter**.

з) далее машина предлагает несколько опций на выбор. Удобно выбрать количество витков. Пишем: **T**.

и) подтверждаем команду нажатием **Enter**

к) на очередной запрос — вводим необходимое количество витков. Так как по умолчанию стоит 3 и в данной работе это количество устраивает, подтверждаем команду нажатием **Enter**.

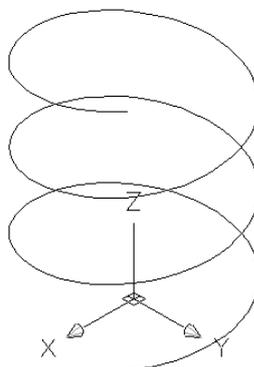
л) машина снова предлагает несколько опций на выбор. Можно выбрать высоту витка, поэтому в командной строке пишем: **H**.

м) подтверждаем команду нажатием **Enter**

н) по запросу машины в командной строке пишем: **30**.

о) подтверждаем команду нажатием **Enter**

На чертёжном поле имеем вид:



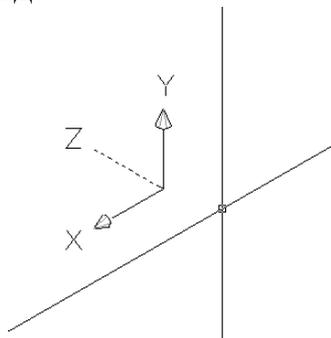
Текущий слой — **0**. Необходимо обозначить концы всех осевых спиралей. Для этого строим две горизонтальные линии параллельно оси **X** (первая проходит через верхний конец нижней спирали, вторая проходит через нижний конец верхней спирали) и одну вертикальную, которая пересекает обе на расстоянии величины радиуса осевой спирали.

В программе **AutoCAD** вертикальные и горизонтальные линии можно изображать только для плоскости **XOY**. В трёхмерном изображении чтобы получить линии параллельные оси **Z** необходимо повернуть систему координат. Для этого:

а) ЛКМ активизируем команду “Поворот текущей ПСК вокруг оси **X**” (пиктограмма — )

б) в командной строке машина просит указать на какой угол повернуть систему координат. По умолчанию угол поворота стоит 90° . В данном случае эта величина угла подходит, поэтому нажимаем **Enter**

На чертёжном поле имеем вид:



Горизонтальные:

В боковой строке “Команды редактора рисования”

активизируем команду **XLINE** (пиктограмма — )

В командной строке задаём опцию **Hor**

Подтверждаем выбранную опцию: **Enter**

Задаём координаты для первой оси **(0,0,15)**

Подтверждаем команду нажатием **Enter**

Задаём координаты для второй оси — **(0,0,105)**

Подтверждаем команду нажатием **Enter**

Закрываем действие команды — **Enter**

Вертикальная:

В боковой строке “Команды редактора рисования” активизируем

команду **XLINE** (пиктограмма — )

В командной строке задаём опцию **Ver**

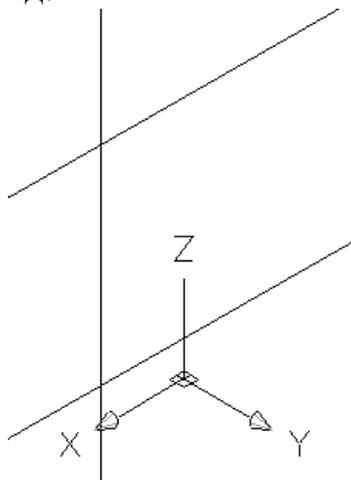
Подтверждаем выбранную опцию: **Enter**

Задаём координаты центральной точки **(35,0,0)**

Подтверждаем команду нажатием **Enter**

Закрываем действие команды — **Enter**

На чертёжном поле имеем вид:



Возвращаем систему координат в исходную позицию:

ЛКМ активизируем пиктограмму  X
В командной строке — **-90°**
Enter

3) Конечные точки спирали зависят от местоположения **перекрестья**. В связи с этим устанавливаем курсор на линии, имеющей координаты **(0,0,0)**. Во время построения нельзя двигать мышь!

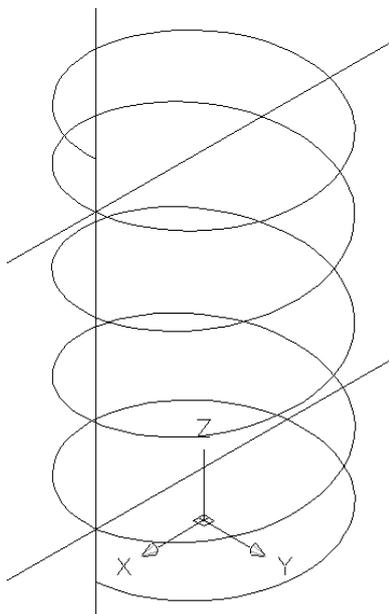
Далее приступаем к построению краевых витков.

Построение краевого витка практически полностью совпадает с представленным алгоритмом, но с двумя отличиями, это количество витков «1», и высота витка «15».

Поэтому вводим **HELIX enter, <0,0,0>enter**, далее «35»**enter** и еще раз «35»**enter**, затем **T enter, 1 enter, H enter, 15 enter**.

Строим вторую краевую спираль абсолютно аналогичным алгоритмом, как строили нижнюю краевую спираль.

На чертёжном поле должны получить изображение:



4) Построение контура пружины.

Включаем текущий слой — **краевые витки**. Поворачиваем систему координат вокруг оси **X**, чтобы ось **Y** была направлена вверх:

ЛКМ активизируем пиктограмму 

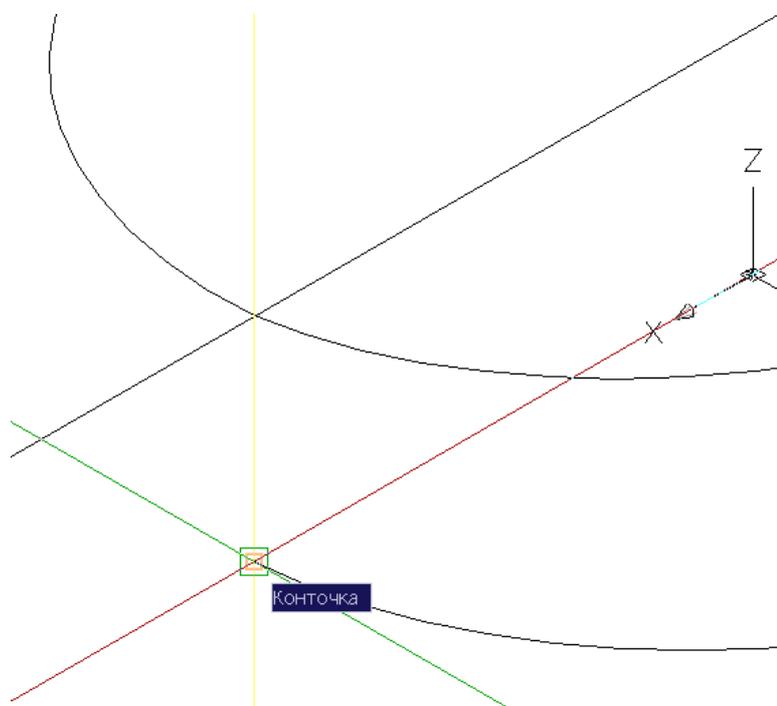
В командной строке — **90°**

Enter

Так как пружина в сечении имеет окружность, то построение выполняем по следующему алгоритму:

активизируем команду **CIRCLE** (пиктограмма — )

Центр окружности задаём ЛКМ с помощью привязки в нижнем конце нижнего витка:



В командной строке пишем величину радиуса **6**
Подтверждаем команду нажатием **Enter**

Аналогичным образом строим такие же окружности еще в двух точках, где спираль пересекается с вертикалью.

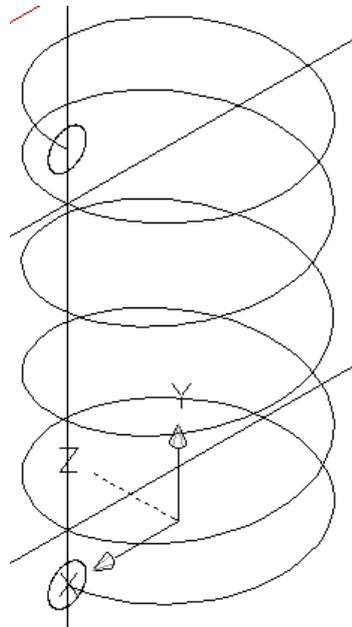
активизируем команду **CIRCLE** (пиктограмма — )

Центр окружности задаём ЛКМ с помощью привязки в верхнем конце верхнего витка

В командной строке пишем величину радиуса **6**

Подтверждаем команду нажатием **Enter**

Получим следующее изображение:



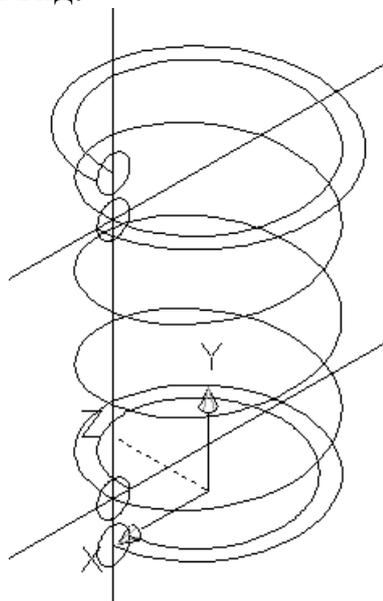
Теперь необходимо вытянуть контуры по спирали.

- а) вводим команду **SWEEP** (пиктограмма —  СДВИГ)
- б) машина просит указать объекты для сдвига
- в) ЛКМ кликаем на верхнюю окружность
- е) подтверждаем команду нажатием **Enter**
- г) машина просит указать траекторию сдвига
- д) ЛКМ кликаем на верхний виток.

Аналогично получаем профиль для нижнего краевого витка.

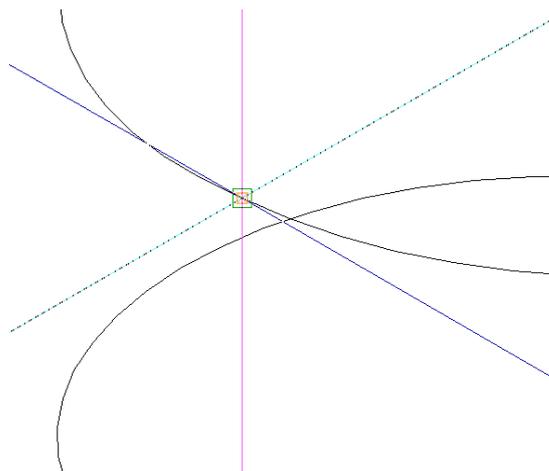
- а) вводим команду **SWEEP** (пиктограмма —  СДВИГ)
- б) машина просит указать объекты для сдвига
- в) ЛКМ кликаем на нижнюю окружность
- е) подтверждаем команду нажатием **Enter**
- г) машина просит указать траекторию сдвига
- д) ЛКМ кликаем на нижний виток.

На чертеже имеем вид:



5) Для удобства восприятия изменим включаем текущий слой — **центральная спираль** и выключаем слой **краевые витки**. Повторяем действия предыдущего пункта:

активизируем команду **CIRCLE** (пиктограмма — )
Центр окружности задаём ЛКМ с помощью привязки на пересечении вертикальной и верхней горизонтальной линий:

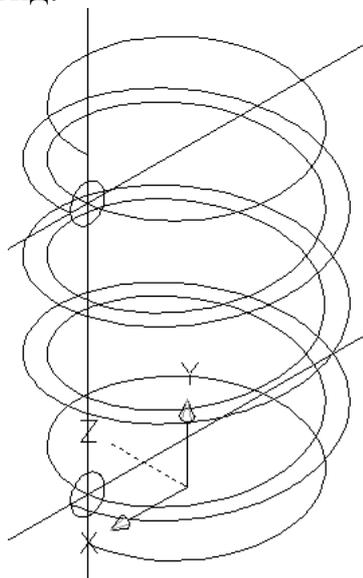


В командной строке пишем величину радиуса **6**
Подтверждаем команду нажатием **Enter**

Затем:

- а) вводим команду **SWEEP** (пиктограмма —  СДВИГ)
- б) машина просит указать объекты для сдвига
- в) ЛКМ кликаем на окружность
- е) подтверждаем команду нажатием **Enter**
- г) машина просит указать траекторию сдвига
- д) ЛКМ кликаем на средний виток.

На чертёжном поле имеем вид:



б) Включаем слой **краевые витки**. Возвращаем систему координат в исходное положение. Теперь объект нужно сделать единым:

а) вводим команду **UNION** (пиктограмма —

 Объединение

г) машина просит указать объекты для объединения

д) ЛКМ кликаем на верхний виток, среднюю спираль и нижний виток

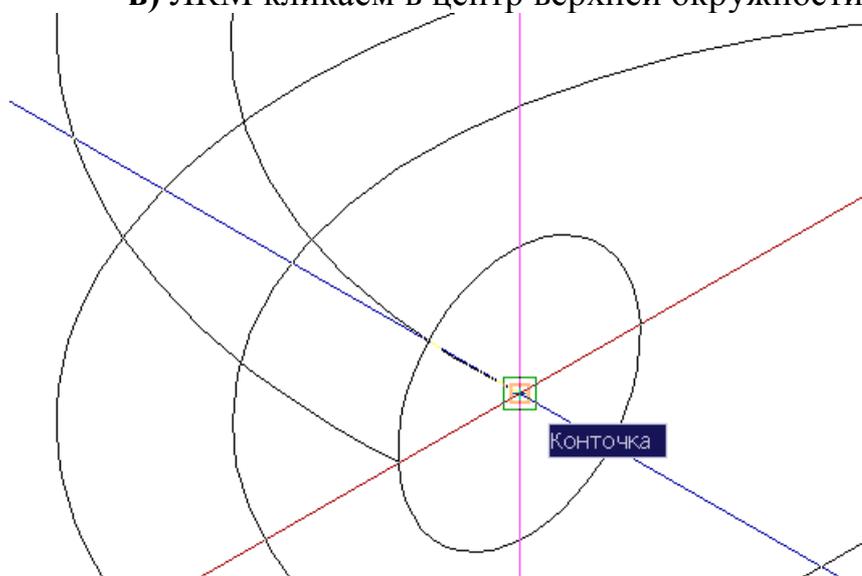
е) подтверждаем команду нажатием **Enter**

7) Для удобства эксплуатации и эстетичного внешнего вида концы пружины имеют скругленный вид, для этого:

а) вводим команду **SPHERE** (пиктограмма —  Шар)

б) машина просит указать центр сферы

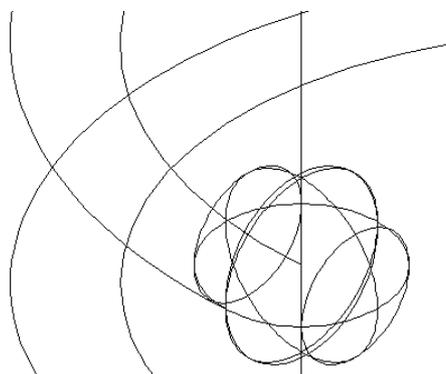
в) ЛКМ кликаем в центр верхней окружности:



г) по запросу машины указываем радиус сферы: **6**

д) подтверждаем команду нажатием **Enter**

На чертеже этот узел выглядит так:

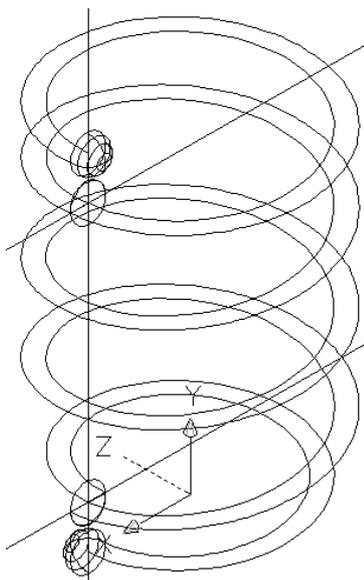


Аналогично строим сферу на другом конце пружины.

8) Теперь необходимо объединить в единое тело все построения, для этого:

- а) вводим команду **UNION** (пиктограмма —  Объединение)
- б) подтверждаем команду нажатием **Enter**
- в) машина просит указать объекты для объединения
- г) ЛКМ выбираем все объекты
- д) подтверждаем команду нажатием **Enter**

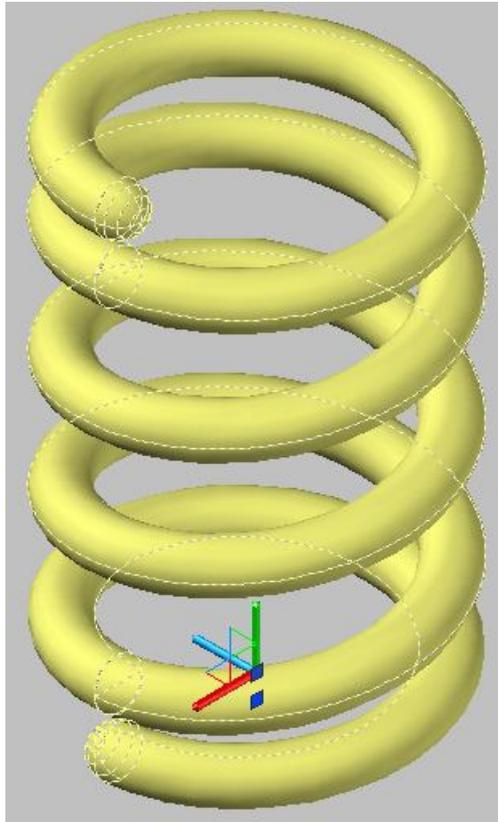
На чертёжном поле имеем вид:



9) Текущий слой — **деталь**. Выключаем слой **0**. Следующим образом создаём тело пружины:

- а) в строке падающих меню открываем **View**
- б) наводим курсор на пункт **Visual Styles**
- в) ЛКМ активизируем опцию **Realistic** (пиктограмма —  Реалистичный)

На чертёжном поле тело автоматически выдаётся чёрного цвета, чтобы цвет поменять на задуманный следует выделить объект, удерживая нажатой ЛКМ и ведя курсор из нижнего правого угла в верхний левый угол. После выделения тела снова делаем текущим слой **деталь**. После чего видим на экране следующее изображение:



10) Пружина должна надёжно располагаться внутри конструкции, для этого нужны ровные опорные поверхности. Воспользуемся таким алгоритмом: Сначала строим цилиндр (можно ящик, но удобнее цилиндр):

Вводим команду **CYLINDER** →  Цилиндр

Вводим координаты центра **(0,0,3)** — **Enter**

Вводим радиус основания цилиндра — **50**

Подтверждаем команду нажатием **Enter**

В командной строке пишем высоту цилиндра — **-20**

Подтверждаем команду нажатием **Enter**

Аналогично строим цилиндр с центром в верхней точке.

Вводим команду **CYLINDER** →  Цилиндр

Вводим координаты центра **(0,0,117)** — **Enter**

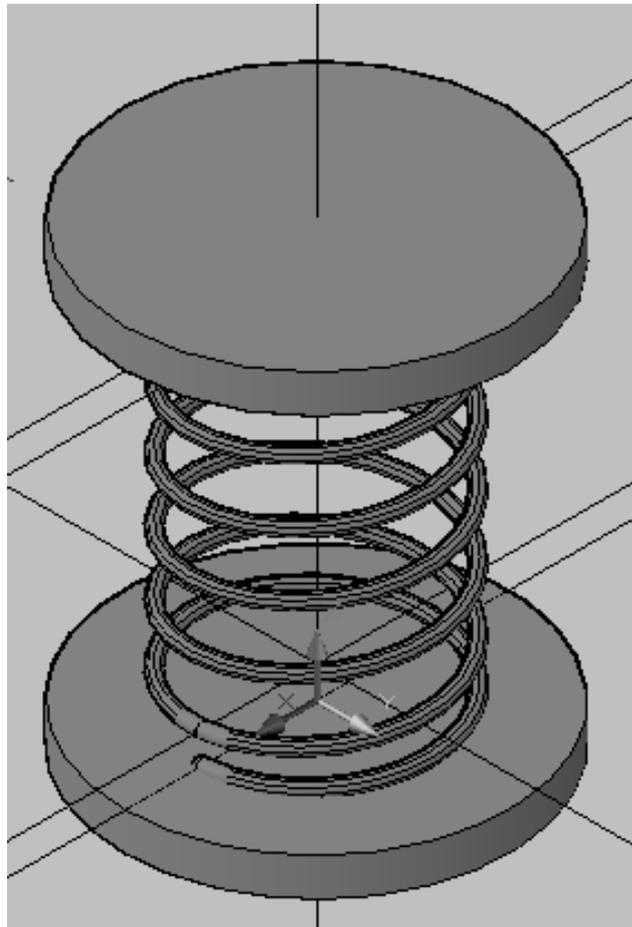
Вводим радиус основания цилиндра — **50**

Подтверждаем команду нажатием **Enter**

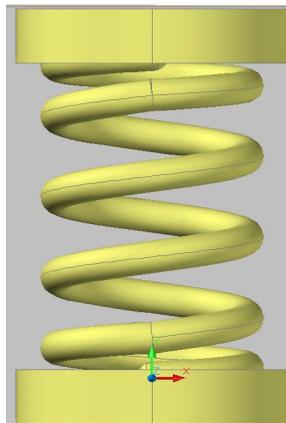
В командной строке пишем высоту цилиндра — **-20**

Подтверждаем команду нажатием **Enter**

Получим следующее изображение:



На виде справа видим:



Теперь вычитаем цилиндры из пружины:

- а) ЛКМ активизируем команду **SUBTRACT** —вычитание одного объекта из другого (пиктограмма —  Вычитание)
- б) ЛКМ кликаем на пружину, т.е. на тело, из которого вычитаем
- в) подтверждаем команду нажатием **Enter**

- г) ЛКМ кликаем на оба цилиндра, т.е. на тела, которые вычитаем
- д) подтверждаем команду нажатием **Enter**

3. Результат проделанной работы.

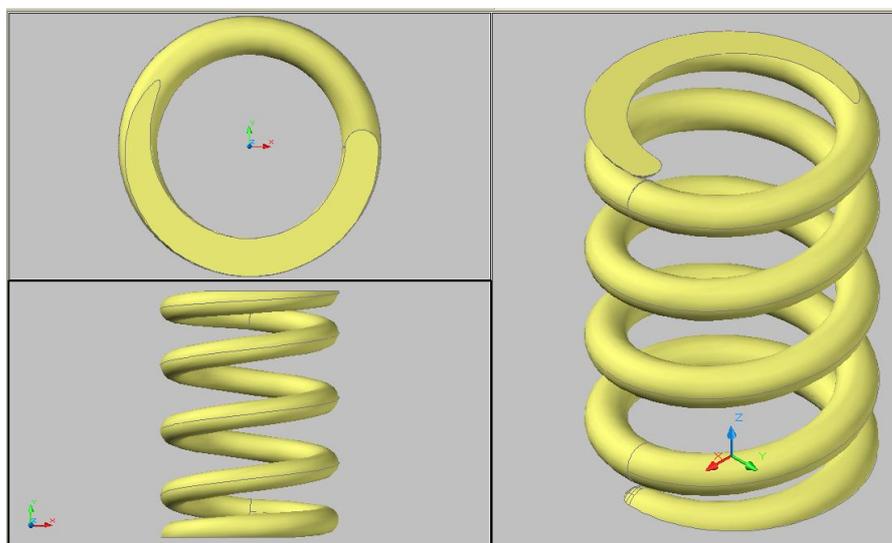
Теперь осталось посмотреть на готовую деталь на разных видах. Получение двух проекций и аксонометрии.

Активизировать команду **VPORTS**.

В открывшемся окне в графе <standard viewpoints> выбрать опцию <**Three: Right**>, а в графе <setup> выбрать опцию <**3D**>, нажать **OK**.

В верхнем левом экране устанавливаем **Top** (вид сверху), а в нижнем— **Left** (вид слева):

Должны получить следующее изображение:



С помощью команд  ,  можно вращать объект вокруг своей оси или точки, выбирая нужный ракурс или задать автоматическое перемещение пружины и наблюдать за ней с разных точек зрения.

Пример получения пространственного изображения резьбы.

- 1) Так как в основе получения резьбы используется винтовая линия, то получение пространственного изображения резьбы аналогично получению пружины. Отличие в том, что в качестве смещаемого контура будет не окружность, а профиль изображаемой резьбы. Например, для резьбы $M33 \times 2$ профилем будет равносторонний треугольник со стороной 2 мм, который необходимо сдвигать по винтовой линии, у которой $\varnothing 33$, а шаг 2 мм.
- 2) В силу ряда причин (произвольный разворот треугольника при выполнении операции выдавливания) профильный равносторонний треугольник целесообразно разделить на два самостоятельных прямоугольных треугольника. Построение этих треугольников следует выполнять через опцию **полилиния**, так как в противном случае программа не объединит объекты, созданные смещением.

Подготовительные процедуры.

- 1) Чтобы изобразить деталь в объёме нужно установить оси координат под некоторым углом к смотрящему. Для этого выполняем следующие действия:

а) в строке падающих меню открываем **View**

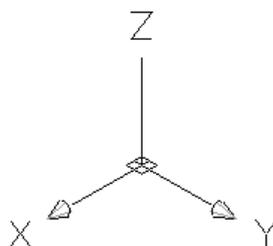
б) наводим курсор на пункт **3D Views**

- в) ЛКМ выбираем опцию **NE Isometric** (пиктограмма  СВ изометрия)
Для перехода к пространственному изображению можно сразу



активизировать одну из пиктограмм.

Получаем такой вид осей координат:

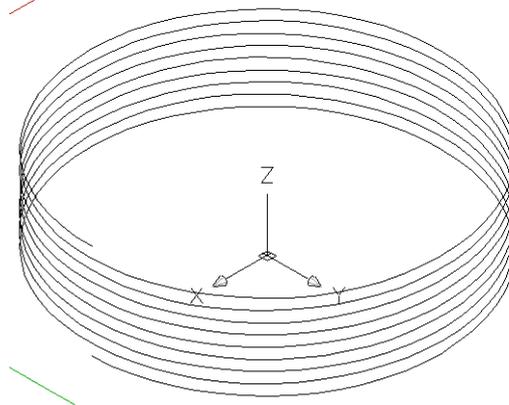


- 2) Для удобства в работе создаём четыре слоя. Первый слой для построения винтовой линии — **0**. Второй слой для верхней части резьбы — **верхний треугольник**. Третий слой для нижней части резьбы — **нижний треугольник**. Четвёртый слой для носителя резьбы — **цилиндр**. Изображения объёмного тела (используется цвет 51) — **деталь**.

Построение цилиндра с наружной резьбой.

- а) Построение спирали. Текущий слой — 0.
- б) Вводим команду **HELIX** (пиктограмма —  Спираль)
- в) в командной строке машина просит указать центральную точку основания цилиндрической спирали. Пишем: **(0,0,0)**, — и устанавливаем перекрестье точно на оси **X** (на положительном направлении), чтобы спираль начиналась с неё.
- г) подтверждаем команду нажатием **Enter**
- д) машина просит указать радиус основания спирали, пишем: **16.5**
- е) подтверждаем команду нажатием **Enter**
- ж) следующий запрос машины — радиус верхнего основания, так как по умолчанию машина выдаёт последний вводимый радиус и данная спираль цилиндрическая, то подтверждаем команду нажатием **Enter**.
- з) далее машина предлагает несколько опций на выбор. Удобно выбрать количество витков. Пишем: **T**.
- и) подтверждаем команду нажатием **Enter**
- к) очередной запрос — количество витков, пишем: **9**
- л) подтверждаем команду нажатием **Enter**
- м) машина снова предлагает несколько опций на выбор. Теперь надо указать высоту витка, поэтому в командной строке пишем: **H**.
- н) подтверждаем команду нажатием **Enter**
- о) по запросу машины в командной строке пишем: **2**.
- п) подтверждаем команду нажатием **Enter**

На чертёжном поле имеем вид:



Построение верхней части резьбы.

Переносим начало системы координат на начало спирали:

а) ЛКМ активизируем команду “Задание новой ПСК”

(пиктограмма —  Начало)

б) в командной строке машина просит указать новые координаты начала ПСК, пишем: **(16.5,0,0)**

в) подтверждаем команду нажатием **Enter**

В программе Автокад двумерные объекты существуют только для плоскости **XOY**. В связи с этим фактом разворачиваем ПСК таким образом, чтобы будущие треугольники лежали в плоскости, перпендикулярной спирали:

а) ЛКМ активизируем команду “Поворот текущей ПСК вокруг

оси Z” (пиктограмма —  Z)

б) в командной строке машина просит указать на какой угол повернуть систему координат, пишем: **180**

в) подтверждаем команду нажатием **Enter**

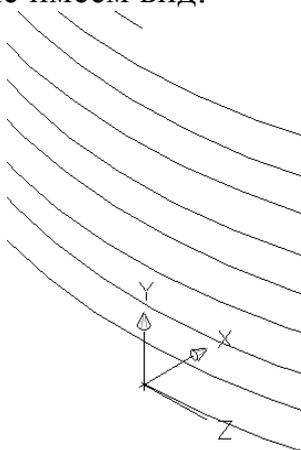
второй поворот:

а) ЛКМ активизируем команду “Поворот текущей ПСК вокруг

оси X” (пиктограмма —  X)

б) в командной строке машина просит указать на какой угол повернуть систему координат. По умолчанию угол поворота стоит 90° . В данном случае эта величина угла подходит, поэтому нажимаем **Enter**

На чертёжном поле имеем вид:



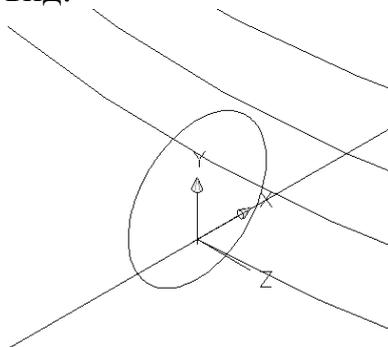
О каждом треугольнике известно, что они прямоугольные и длина одного катета равна 1, а длина гипотенузы — 2. Мы совершенно точно можем указать координаты двух вершин треугольника, а для построения третьей вершины целесообразно её обозначить графически на чертеже, используя известные данные. Нам понадобятся одна прямая линия и одна окружность.

Текущий слой — **верхний треугольник**.

активизируем команду **XLINE** (пиктограмма — )
В командной строке задаём опцию **Hor**
Подтверждаем выбранную опцию: **Enter**
Задаём координаты центральной точки **(0,0,0)**
Подтверждаем команду нажатием **Enter**
Закрываем действие — **Enter**

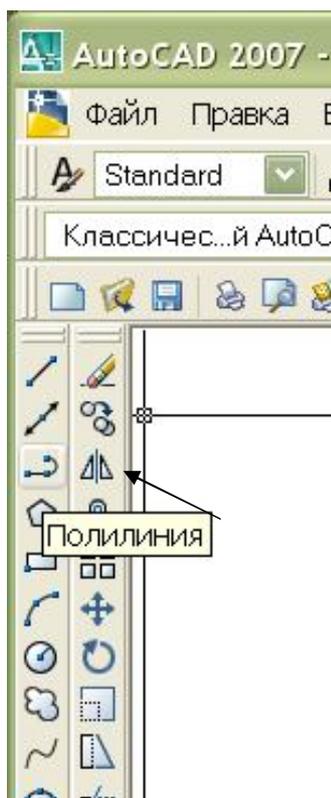
активизируем команду **CIRCLE** (пиктограмма — )
Центр окружности задаём в командной строке: **(0,1,0)**
В командной строке пишем величину радиуса **2**
Подтверждаем команду нажатием **Enter**

На чертёжном поле имеем вид:



Теперь построение самого треугольника:

активизируем команду **PLINE** (пиктограмма — ):



В командной строке задаём координаты первой точки:

(0,1,0)

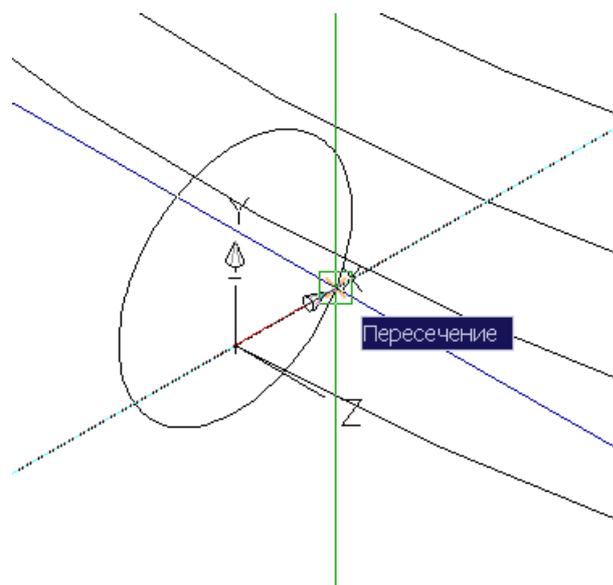
Подтверждаем выбранную опцию: **Enter**

В командной строке задаём координаты второй точки

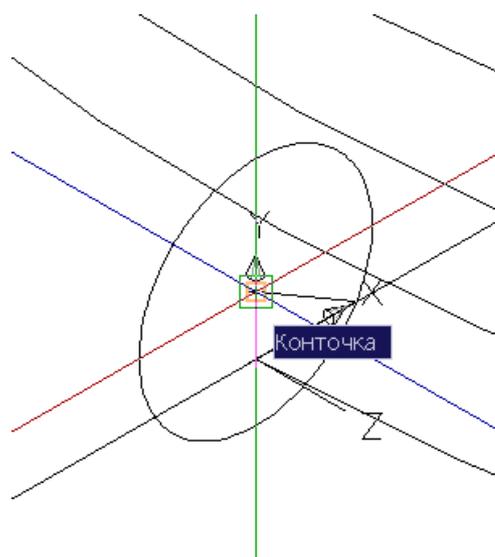
(0,0,0)

Подтверждаем команду нажатием **Enter**

ЛКМ с помощью привязки указываем пересечение окружности и прямой:



ЛКМ с помощью привязки указываем начало полилинии (один из вариантов):

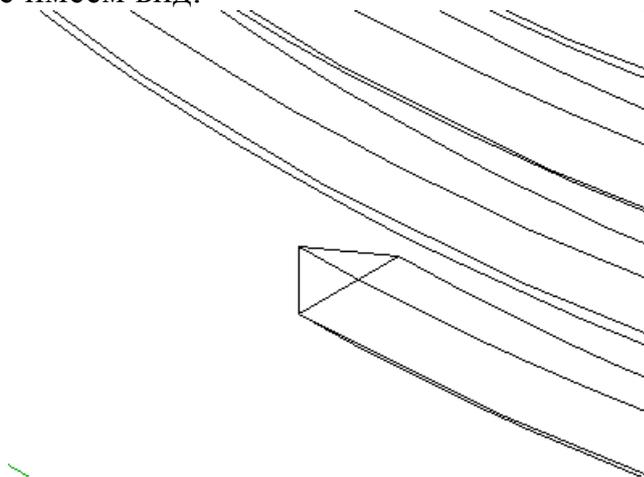


Закрываем действие — **Enter**

Далее с помощью команды **SWEEP** выдадим контур построенного треугольника вдоль винтовой линии:

- а) вводим команду **SWEEP** (пиктограмма —  СДВИГ)
- б) машина просит указать объекты для сдвига
- в) ЛКМ кликаем на треугольник
- г) подтверждаем команду нажатием **Enter**
- д) машина просит указать траекторию сдвига
- е) ЛКМ кликаем на спираль

На чертёжном поле имеем вид:



Построение нижней части резьбы.

Выключаем слой **верхний треугольник**. Включаем текущий слой — **нижний треугольник**.

Повторяем все операции:

Активизируем команду **XLINE** (пиктограмма — )
В командной строке задаём опцию **Hor**
Подтверждаем выбранную опцию: **Enter**
Задаём координаты центральной точки **(0,0,0)**
Подтверждаем команду нажатием **Enter**
Закрываем действие — **Enter**

Активизируем команду **CIRCLE** (пиктограмма — )
Центр окружности задаём в командной строке: **(0,-1,0)**
В командной строке пишем величину радиуса **2**
Подтверждаем команду нажатием **Enter**

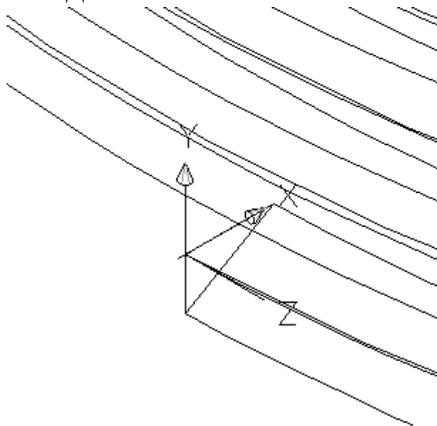
Активизируем команду **PLINE** (пиктограмма — )
Задаём координаты первой точки: **(0,-1,0)**
Подтверждаем выбранную опцию: **Enter**
Задаём координаты второй точки **(0,0,0)**
Подтверждаем команду нажатием **Enter**

ЛКМ с помощью привязки указываем пересечение окружности и прямой:

В командной строке пишем: замкнуть (второй вариант)
Подтверждаем команду нажатием **Enter**

- а) вводим команду **SWEEP** (пиктограмма —  СДВИГ)
- б) машина просит указать объекты для сдвига
- в) ЛКМ кликаем на треугольник
- г) подтверждаем команду нажатием **Enter**
- д) машина просит указать траекторию сдвига
- е) ЛКМ кликаем на спираль

На чертёжном поле имеем вид:



3) Теперь созданные объекты нужно сделать одним единым, т.е. объединим обе части резьбы.

Возвращаем систему координат в исходную позицию:

- а) ЛКМ активизируем команду “Поворот текущей ПСК вокруг оси Z” (пиктограмма —  Z)
- б) в командной строке машина просит указать на какой угол повернуть систему координат, пишем: **180**
- в) подтверждаем команду нажатием **Enter**

второй поворот:

- а) ЛКМ активизируем команду “Поворот текущей ПСК вокруг оси X” (пиктограмма —  X)
- б) в командной строке машина просит указать на какой угол повернуть систему координат. По умолчанию угол поворота стоит 90°, нажимаем **Enter**

параллельный перенос ПСК:

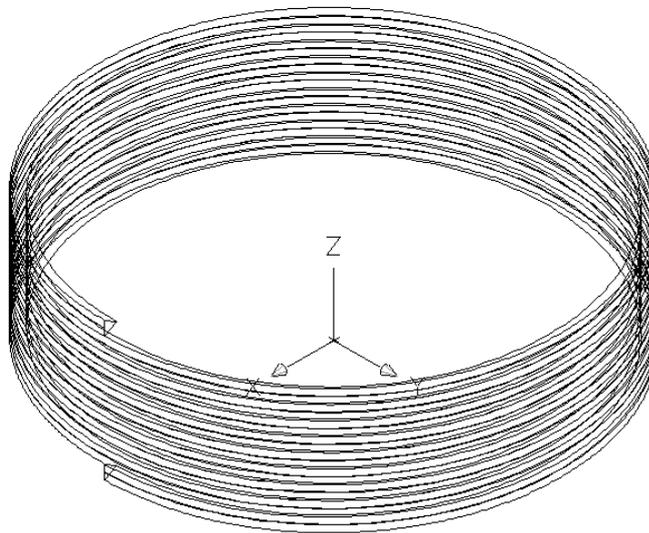
- а) ЛКМ активизируем команду “Задание новой ПСК ” (пиктограмма —  Начало)

- б) в командной строке машина просит указать новые координаты начала ПСК, пишем: **(-16.5,0,0)**
- в) подтверждаем команду нажатием **Enter**

Текущий слой — **0**. Включаем слой **верхний треугольник**.

- а) ЛКМ активизируем команду **UNION** (пиктограмма —  Объединение)
- б) машина просит указать объекты для объединения
- в) ЛКМ кликаем на оба треугольника
- г) подтверждаем команду нажатием **Enter**

На чертёжном поле имеем вид:



4) Построение детали с внешней резьбой.

Для этого строим цилиндр **Ø33** и вычитаем из него полученный винтовой объект.

Текущий слой — **цилиндр**.

Вводим команду **CYLINDER**  Цилиндр

В командной строке вводим **(0,0,0)** — **Enter**

В командной строке пишем радиус основания цилиндра — **16.5**.

Подтверждаем команду нажатием **Enter**

В командной строке пишем высоту цилиндра — **18**
(9 витков × 2 мм — высота одного витка)

Подтверждаем команду нажатием **Enter**

5) Следующая задача—вычитаем винтовой объект из цилиндра:

а) ЛКМ активизируем команду **SUBTRACT** —вычитание одного объекта из другого (пиктограмма —  Вычитание)

б) ЛКМ кликаем на цилиндр, из которого вычитаем

в) подтверждаем команду нажатием **Enter**

г) ЛКМ кликаем на винтовой объект, который вычитаем

д) подтверждаем команду нажатием **Enter**

6) Чтобы был виден итог — создадим тело объекта.

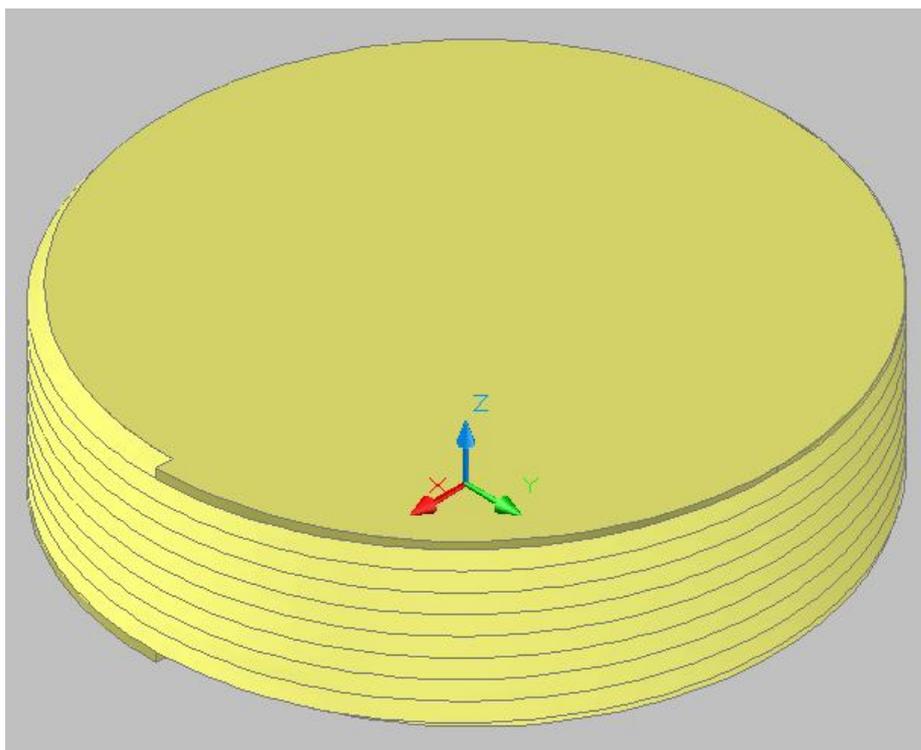
Текущий слой — **деталь**. Выключаем слой **0**.

а) в строке падающих меню открываем **View**

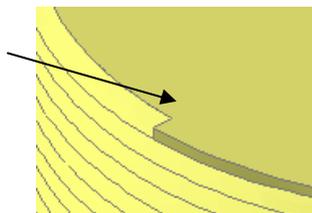
б) наводим курсор на пункт **Visual Styles**

в) ЛКМ активизируем опцию **Realistic** (пиктограмма —  Реалистичный)

На чертёжном поле тело автоматически выдаётся чёрного цвета, чтобы цвет поменять на задуманный следует выделить объект, удерживая нажатой ЛКМ и ведя курсор из нижнего правого угла в верхний левый угол. После выделения тела снова делаем текущим слой **деталь**. После чего видим на экране:



7) На детали в начале и конце резьбы получились резкие выступы:

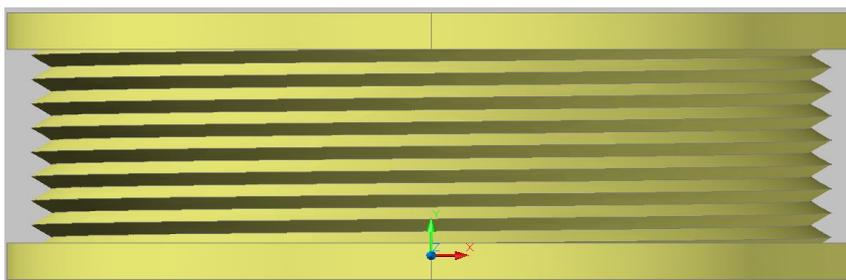


между тем как резьба должна иметь фаски. Отредактируем деталь хотя бы срезанием слоя сверху и снизу высотой полшага резьбы: 1.

Вводим команду **CYLINDER** —  Цилиндр
Вводим координаты центра **(0,0,1)** — **Enter**
Вводим радиус основания цилиндра — **18**
Подтверждаем команду нажатием **Enter**
В командной строке пишем высоту цилиндра — **-3**
Подтверждаем команду нажатием **Enter**

Вводим команду **CYLINDER** —  Цилиндр
Вводим координаты центра **(0,0,17)** — **Enter**
Вводим радиус основания цилиндра — **18**
Подтверждаем команду нажатием **Enter**
В командной строке пишем высоту цилиндра — **3**
Подтверждаем команду нажатием **Enter**

На виде справа видим:



А теперь вычитаем оба крайних цилиндра из первого:

- а) ЛКМ активизируем команду **SUBTRACT** —вычитание одного объекта из другого (пиктограмма —  Вычитание)
- б) ЛКМ кликаем на первый цилиндр, из которого вычитаем
- в) подтверждаем команду нажатием **Enter**
- г) ЛКМ кликаем на оба крайних цилиндра, которые вычитаем
- д) подтверждаем команду нажатием **Enter**

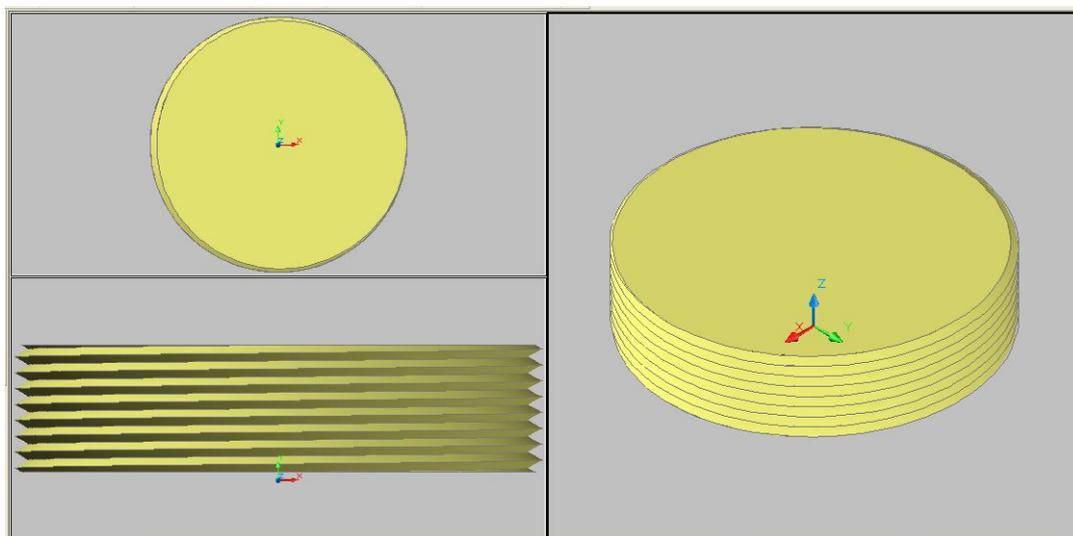
Посмотрим готовую деталь на разных видах.

Для этого необходимо получить хотя бы две проекции и аксонометрию.

Активизировать команду **VPORTS**.

В открывшемся окне в графе <standard viewpoints> выбрать опцию <**Three: Right**>, а в графе <setup> выбрать опцию <**3D**>, нажать **ОК**.

В верхнем левом экране устанавливаем **Top** (вид сверху), а в нижнем— **Left** (вид слева) и должны получить следующее изображение:



4. Построение цилиндра с внутренней резьбой.

На основе построенной детали с внешней резьбой построим деталь с внутренней резьбой. Для этого дополнительно чертим ещё один цилиндр **Ø60** и вычитаем первый цилиндр с внешней резьбой из второго.

Вводим команду **CYLINDER** →  Цилиндр

Вводим координаты центра **(0,0,1)** — **Enter**

Вводим радиус основания цилиндра — **30**

Подтверждаем команду нажатием **Enter**

В командной строке пишем высоту цилиндра — **16**

Подтверждаем команду нажатием **Enter**

а) ЛКМ активизируем команду **SUBTRACT** —вычитание одного объекта из другого (пиктограмма —  Вычитание)

б) ЛКМ кликаем на большой цилиндр, из которого вычитаем

в) подтверждаем команду нажатием **Enter**

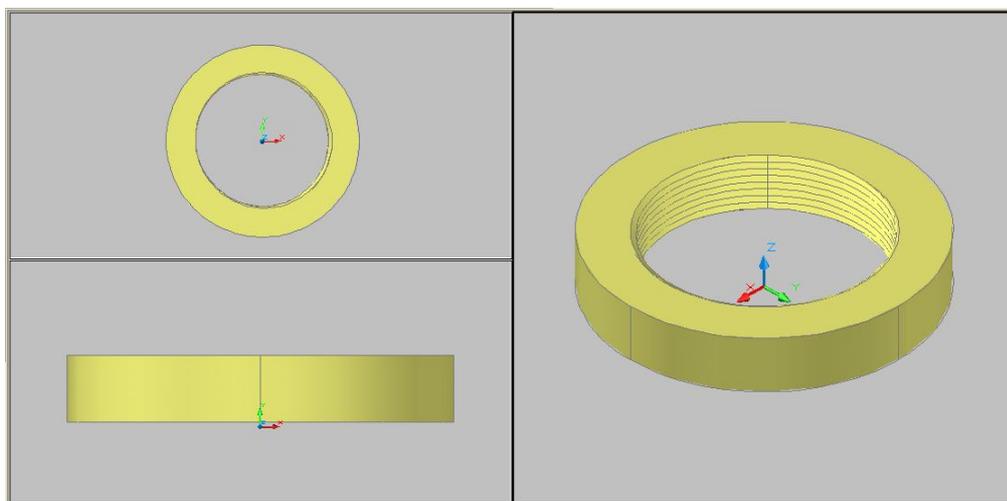
- г) ЛКМ кликаем на цилиндр с резьбой, который вычитаем
- д) подтверждаем команду нажатием **Enter**

Посмотрим готовую деталь на разных видах.

Активизировать команду **VPORTS**.

В открывшемся окне в графе <standard viewpoints> выбрать опцию <**Three: Right**>, а в графе <setup> выбрать опцию <**3D**>, нажать **OK**.

В верхнем левом экране устанавливаем **Top** (вид сверху), а в нижнем— **Left** (вид слева) и должны получить следующее изображение:



Примечание: Для получения проекционной связи между видами необходимо активизировать каждое видовое окно и с помощью команды **ZOOM** ввести одинаковые коэффициенты масштабирования.

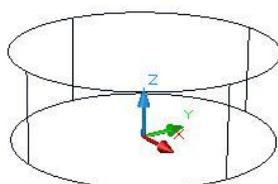
Рассмотрим получение пространственного изображения детали с резьбой другим способом

Алгоритм создания крышки.

1. Создаем цилиндр – верхняя часть крышки.

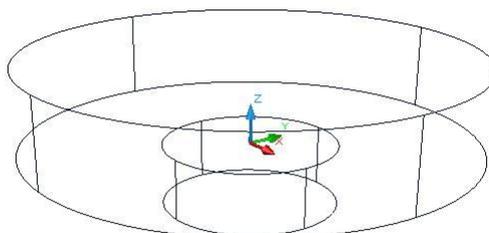


Нажимаем  по умолчанию координаты первой точки 0, 0, 0, вводим радиус 10, задаем длину 7.



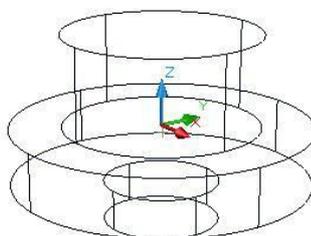
Создаем еще один цилиндр, ставим ПСК в центр верхнего основания первого

цилиндра для этого нажимаем  и строим еще один цилиндр , вводим радиус **26** и задаем высоту **10**.



Процедура перемещения ПСК как и в 2 пункте, в последующем мы опустим эту процедуру и будем считать, что она выполняется.

Строим третий цилиндр, нажимаем , вводим радиус **17** и длину **16**.

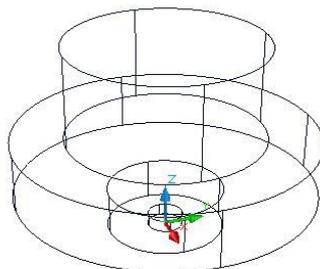


2. Делаем отверстие для выхода штуцера. Отверстие цилиндрической формы, строим цилиндр

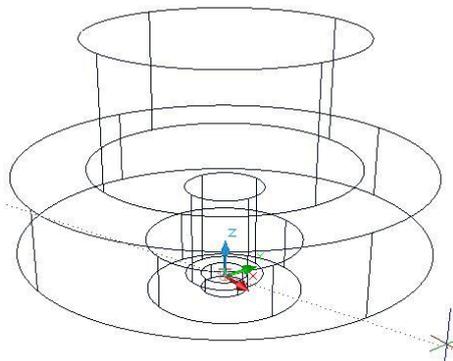
Нажимаем  , вводим радиус **3** и задаем длину. Нажимаем  , выделяем наш 1 цилиндр, нажимаем пробел и выбираем малый цилиндр, получили отверстие.

3. Соединяем наши цилиндры в одну общую деталь

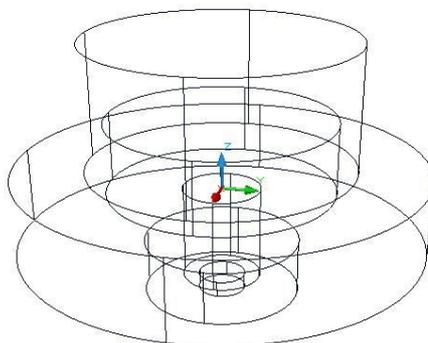
Нажимаем  , выделяем наши цилиндры и нажимаем пробел.



4. Делаем отверстие для пружины, аналогично 4 пункту вырезаем цилиндр с радиусом **10** и длиной **12**.



5. Делаем отверстие с радиусом **14.5** и длиной **9**, аналогично пункту 4.



6. Нарезание резьбы **M27** с шагом **2** глубиной **10**.

Нарезание внутренней резьбы состоит из двух основных пунктов:

А) нарезание внешней резьбы.

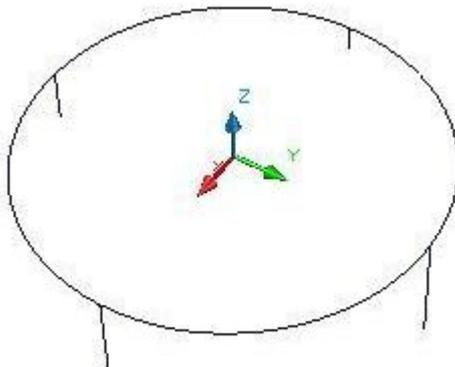
Б) вычитание внешней резьбы от цилиндра.

Пункты А и Б лучше делать в разных слоях.

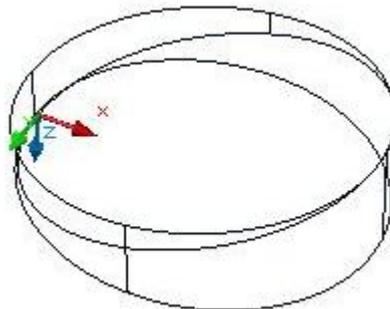
1) Рисуем окружность, нажимаем круг , задаем радиус **13.5**.

2) Рисуем отрезки, перпендикулярные плоскости окружности, проходящие

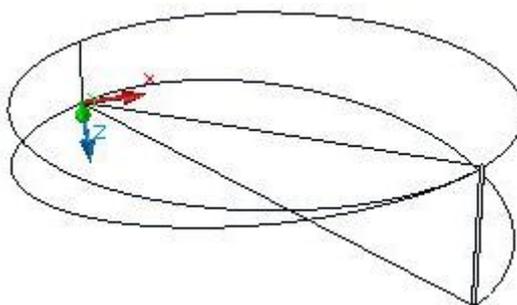
через эту окружность в квадранте друг от друга: нажимаем  и , и задаем длины **0.5**, **1**, **1,5** и **2**.



3) Рисуем 2 эллипса по 3 точкам: нажимаем  и выбираем концы этих отрезков



4) Удаляем не нужные линии чтоб получить спираль: нажимаем  и удаляем ненужное.



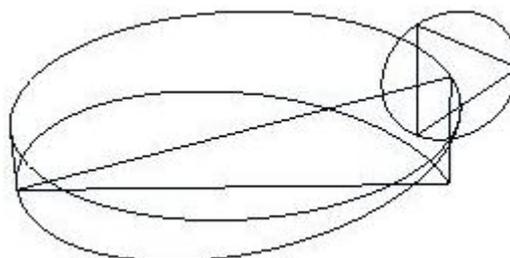
Так как у нас резьба метрическая, то для ее получения рисуем равносторонний треугольник $a=2$ с описанной окружностью: нажимаем



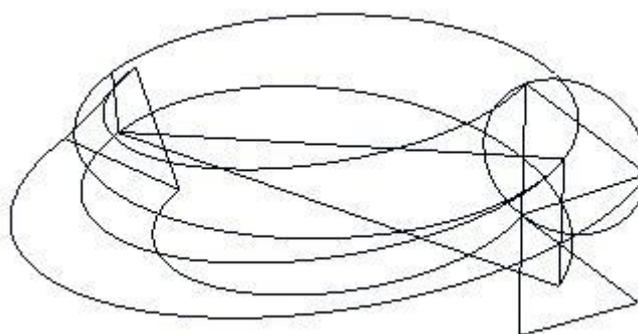
, задаем радиус **1.1547** и вписываем в него треугольник через



команду , задаем число сторон **3** и длину **2**.



- 5) Делаем резьбу выдавливанием: нажимаем , выбираем наш треугольник, нажимаем пробел, пишем: «траект»и задаем нашу спираль, т.е. выдавливание происходит по спирали и получается резьба, аналогично делается дальше.



6) Вставляем в нашу резьбу цилиндр и делаем его цельным телом:

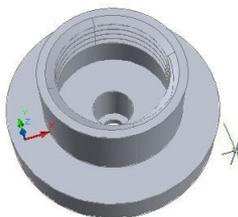
нажимаем , задаем радиус **13** и длину **10**, а также для удобства вырезаем цилиндр в этом теле для удобства в дальнейшем.



Пункт 2 состоит из построения цилиндра большего радиуса, чем резьба и вычитания из него нашей полученной фигуры: нажимаем , задаем радиус **18**, и длину **10**, нажимаем , выбираем цилиндр, пробел и нашу резьбу.



7. Вырезаем в нашей основной детали цилиндр, радиуса 17 и вставляем нашу внутреннюю резьбу(проделываем пункт 4 и копируем нажатиями клавишами shift+Ctrl+C и вставляем). Потом совмещаем две детали как в пункте 5.

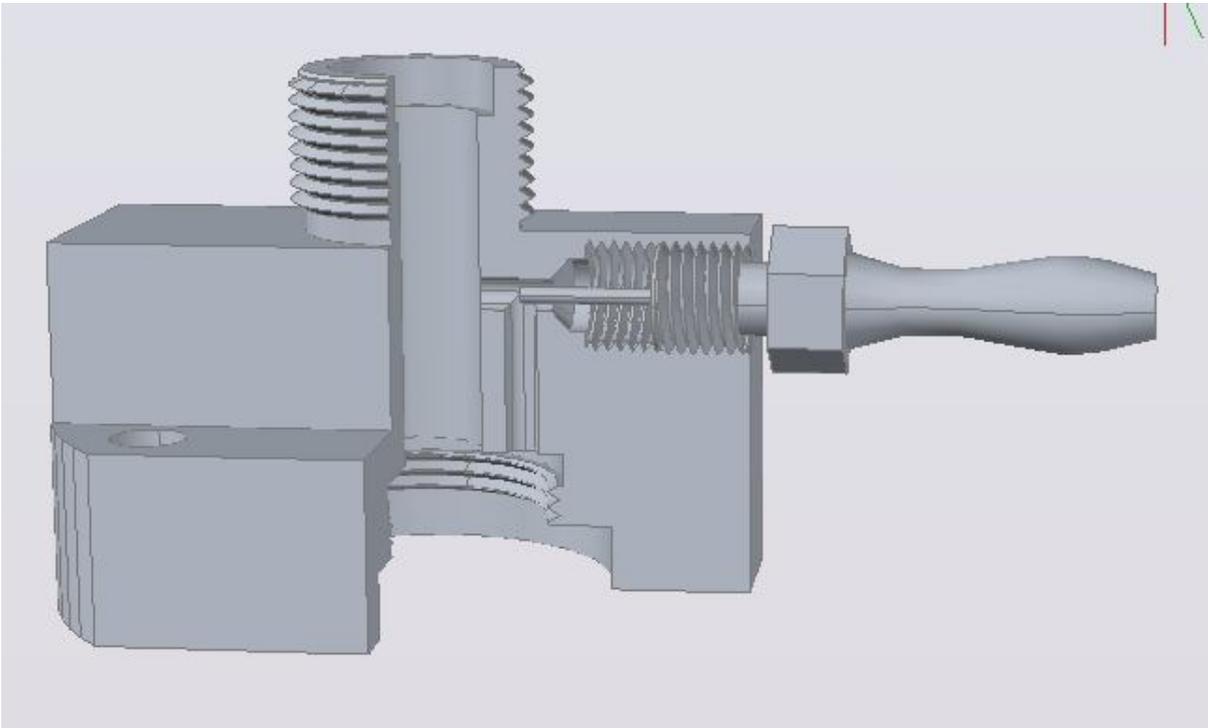


Пространственное изображение узла

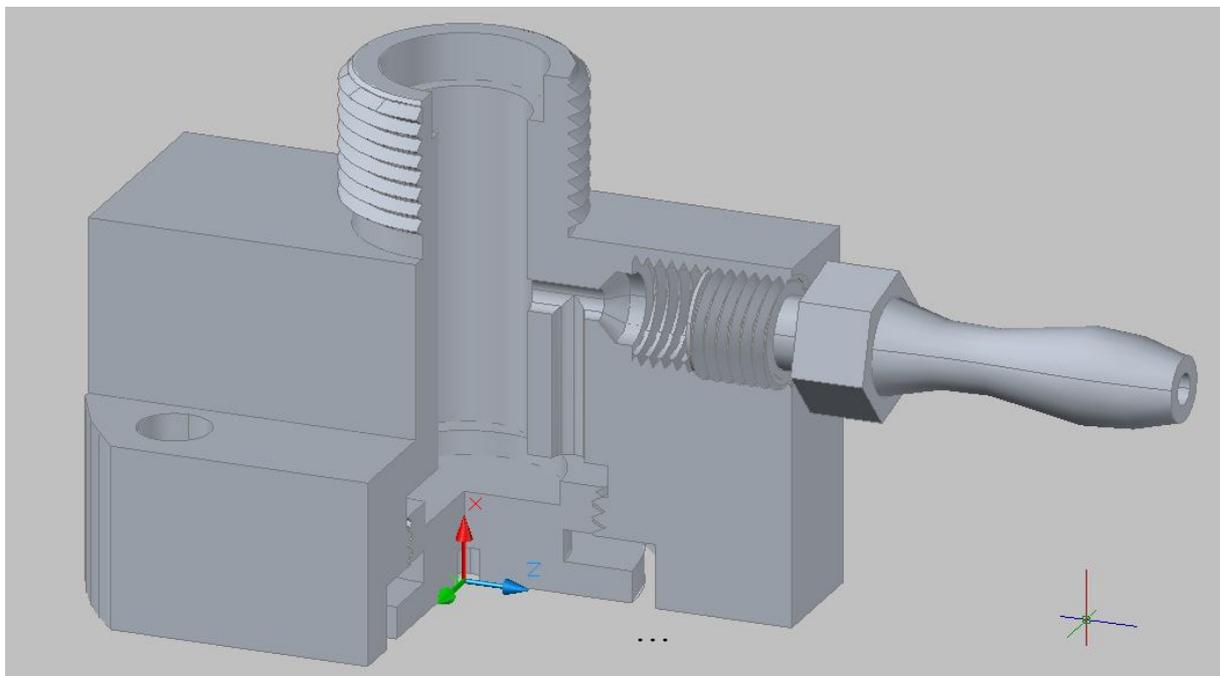
Аналогично можно получить пространственные изображения других деталей в том же масштабе, а затем с помощью команды **ALIGN** выполнить поэтапную сборку узла. Для этого необходимо:

- Выделить совмещаемый объект.
- Задать первую точку совмещаемого объекта.
- Задать точку, с которой должна совместиться первая точка совмещаемого объекта.
- Аналогично задать и совместить еще две точки.

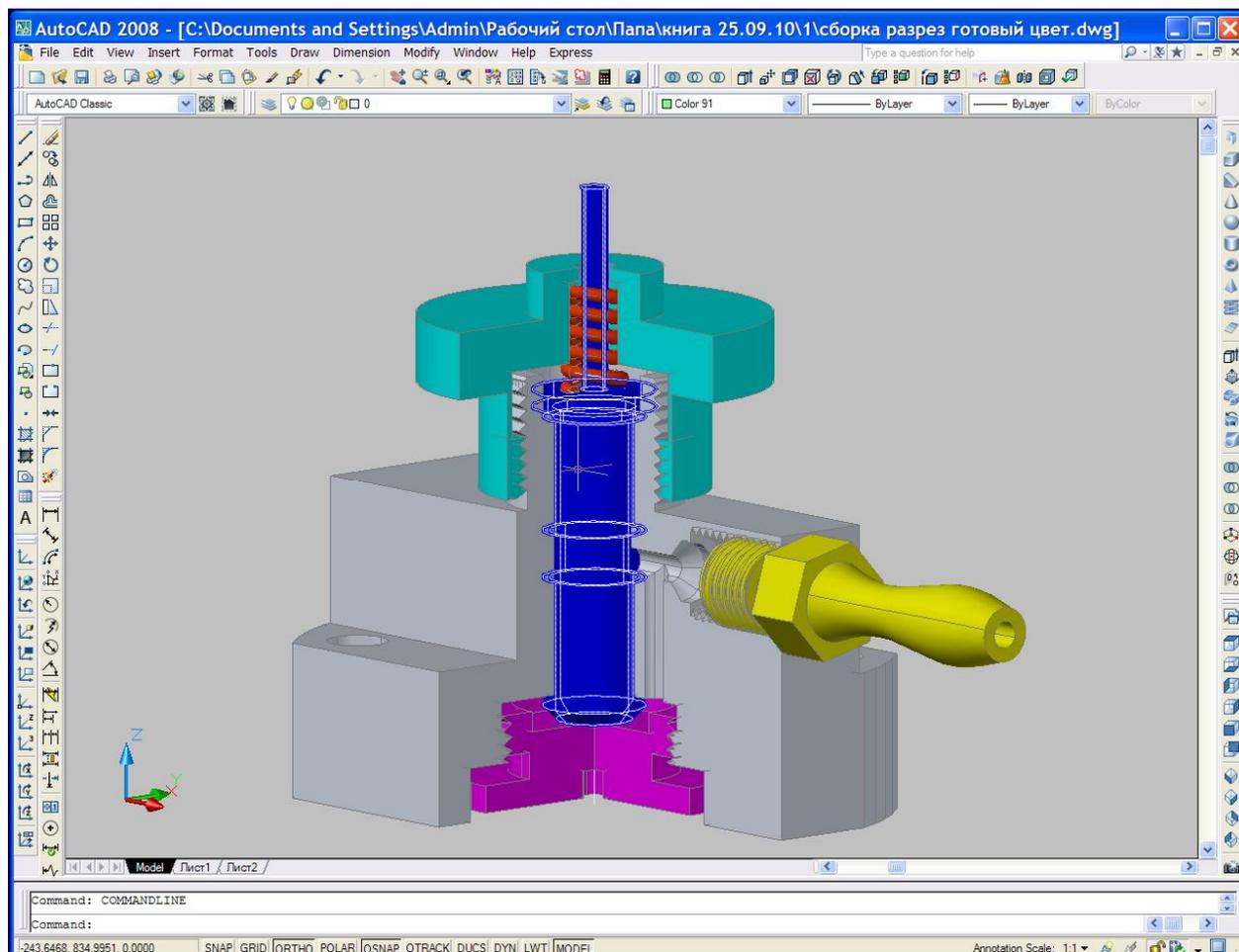
В корпус, например, «завернули» штуцер...



...затем пробку...и т. д.



В итоге получили пространственное изображение собранного узла:



ГЛАВА 5

В этой книге предлагается попытка решить задачи начертательной геометрии с помощью **AutoCAD**. В этом случае многие понятия классической начертательной геометрии оказываются просто не нужными. К числу невостребованных тем можно отнести:

- горизонталь и фронталь;
- следы прямой и плоскости;
- теория проецирования прямого угла;
- перпендикулярности прямой к плоскости;
- пересечение прямой с плоскостью;
- пересечение прямой с геометрическим телом;
- пересечение геометрического тела плоскостью;
- пересечение геометрических тел;
- метод перемены плоскостей проекций;
- метод вращения и совмещения;

сама по себе теория проецирования объекта на плоскости проекций не требует никаких затруднений, так как эти проекции в **AutoCAD** получаются автоматически. В классической начертательной геометрии все решения строятся на проекциях, т.е. на плоскости и там без этих понятий (как приспособлений) не обойтись. В **AutoCAD** задачи решаются сразу в пространстве и поэтому многое из классической начертательной геометрии становится лишним.

Для решения задач необходимы дополнительные построения, которые применяются и в классической начертательной геометрии. Однако не трудно заметить, что при решении задач в **AutoCAD** дополнительные построения применяются в меньшем объеме. Более того, чтобы решить некоторые задачи классической начертательной геометрии необходимо заучить эти дополнительные построения. Начиная изучать начертательную геометрию не сможет прийти самостоятельно на основе логических рассуждений к решению задачи, тогда как моделирование в **AutoCAD** как раз позволяет начинающим добиваться самостоятельных решений. Изучение начертательной геометрии, а тем более решение сложных задач ее всегда вызывает желание иметь пространственное изображение, а еще лучше – макет. И то и другое даже сейчас не для каждого возможно, а получить модель в **AutoCAD** гораздо доступнее.

Можно привести конкретные примеры задач, решение которых в классической начертательной геометрии значительно сложнее и утомительнее и к концу решения задачи многие слушатели не в состоянии охватить задачу в целом, тогда как решение этой же задачи в **AutoCAD** для многих не представляет труда и превращается в творческое удовольствие.

Моделирование процесса позволяет ощутить положение объекта в пространстве и исследовать его, что повышает доступность изучаемой темы и облегчает процесс познания.

Для того чтобы получить линию пересечения геометрических тел в классической начертательной геометрии применяют методы секущих плоскостей, вписанных сфер и т.д., тогда как в **AutoCAD** одна команда мгновенно дает результат, который можно рассматривать в разных цветах сразу с 4-х точек зрения и в динамике. Тут результаты сравнений настолько убедительны, что дальнейшие сравнения получаются не нужными. Это «Джин», выпущенный из бутылки.

Итак, одну и ту же задачу можно решать методами классической начертательной геометрии, аналитически или в **AutoCAD** и перед выбором одного из этих трех путей желательно провести следующий анализ.

Пространственное изображение для сложных задач в начертательной геометрии и при аналитическом решении – виртуально, а в **AutoCAD** получают реальную модель, которую можно рассматривать в любом ракурсе, любой фрагмент с любым увеличением (как настоящий объект под микроскопом).

Точность результатов решений задач в классической начертательной геометрии весьма приближенная. Для повышения точности задачу можно решать аналитически, но для этого необходимо быть и математиком и программистом, а в **AutoCAD** получают точность до 10^{-16} и с меньшими затратами.

Остается немаловажным вопрос, связанный со степенью сложности задач и возможностью их решения. Возможности **AutoCAD** позволяют решать такие задачи, которые в классической начертательной геометрии решить невозможно.

Эти три критерия и будут определять способ решения задач. Хотя сразу возникает очевидный вопрос: Если есть возможность применять современные технологии, зачем же пользоваться примитивными методами?!

LEXUS – это замечательно, но так устроено большинство из нас, что перед этим житейским наслаждением на более ранних ступеньках нашего развития сложившиеся обстоятельства убеждают нас в необходимости освоить трехколесный велосипед.

Не все наделены мудростью благоразумного разбойника, не всем дано видеть золотую середину. Время дает объективную оценку всему. Никто сейчас не вспоминает логарифмическую линейку, арифмометр, многие программы вычислительных машин...и ни у кого не возникает желания доказывать, что их непременно нужно изучать.

Есть не только калькуляторы, но и программы **MatLab** и **Mathcad**, но это не значит, что не нужно учить арифметику с алгеброй. Популярная программа **AutoCAD** позволяет решать задачи классической начертательной геометрии и по-другому взглянуть на проблемы и возможности **ИНЖЕРНОЙ ГРАФИКИ**, а какие разделы начертательной геометрии останутся только историей покажет время.

Задача 1

По координатам концов отрезка **AB** [**A(60;8;15)** и **B (15;30;30)**] получить изображение его проекций и пространственное изображение. Найти геометрические характеристики отрезка.

Изображение отрезка в пространстве получается с помощью команды **3D POLY** «Enter». На последующие запросы вводят координаты его концов **60,8,15** «Enter», **15,30,30** «Enter»- «Enter».

Задать команду можно с помощью падающего меню: Рис.1.1

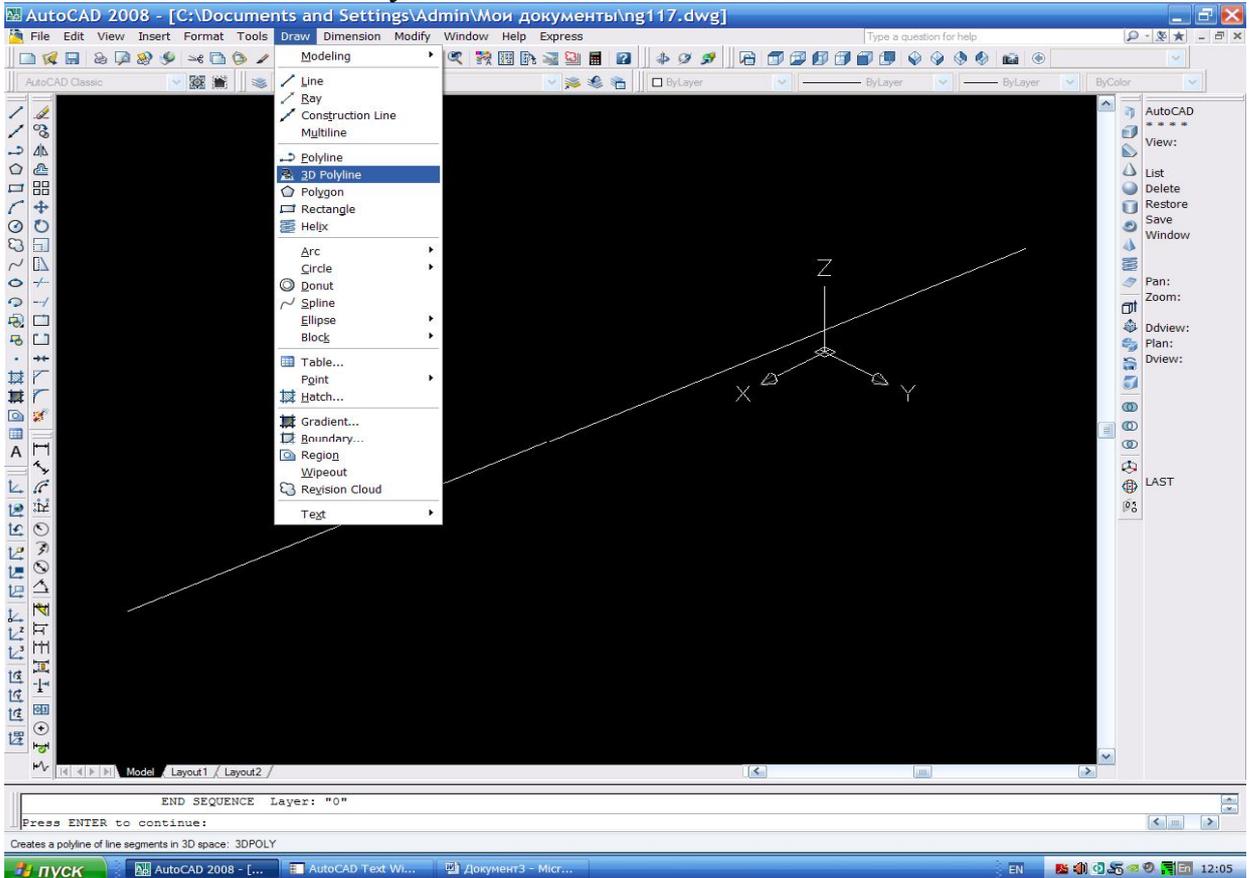


Рис.1.1

Теперь, чтобы получить пространственное изображение, активизируем кнопку  и получаем :

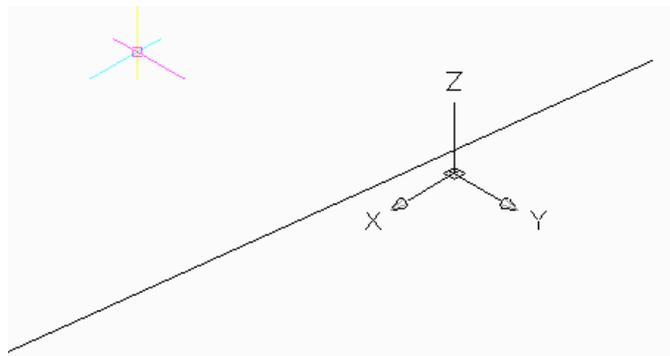


Рис. 1.2

Чтобы получить геометрические характеристики отрезка с помощью падающего меню **Tools – Inquiru**. В подменю выбираем необходимое: **Status**.

Например, для **List** в появившемся окне диалога, пользуясь верхней кнопкой прокрутки получаем необходимые характеристики отрезка.

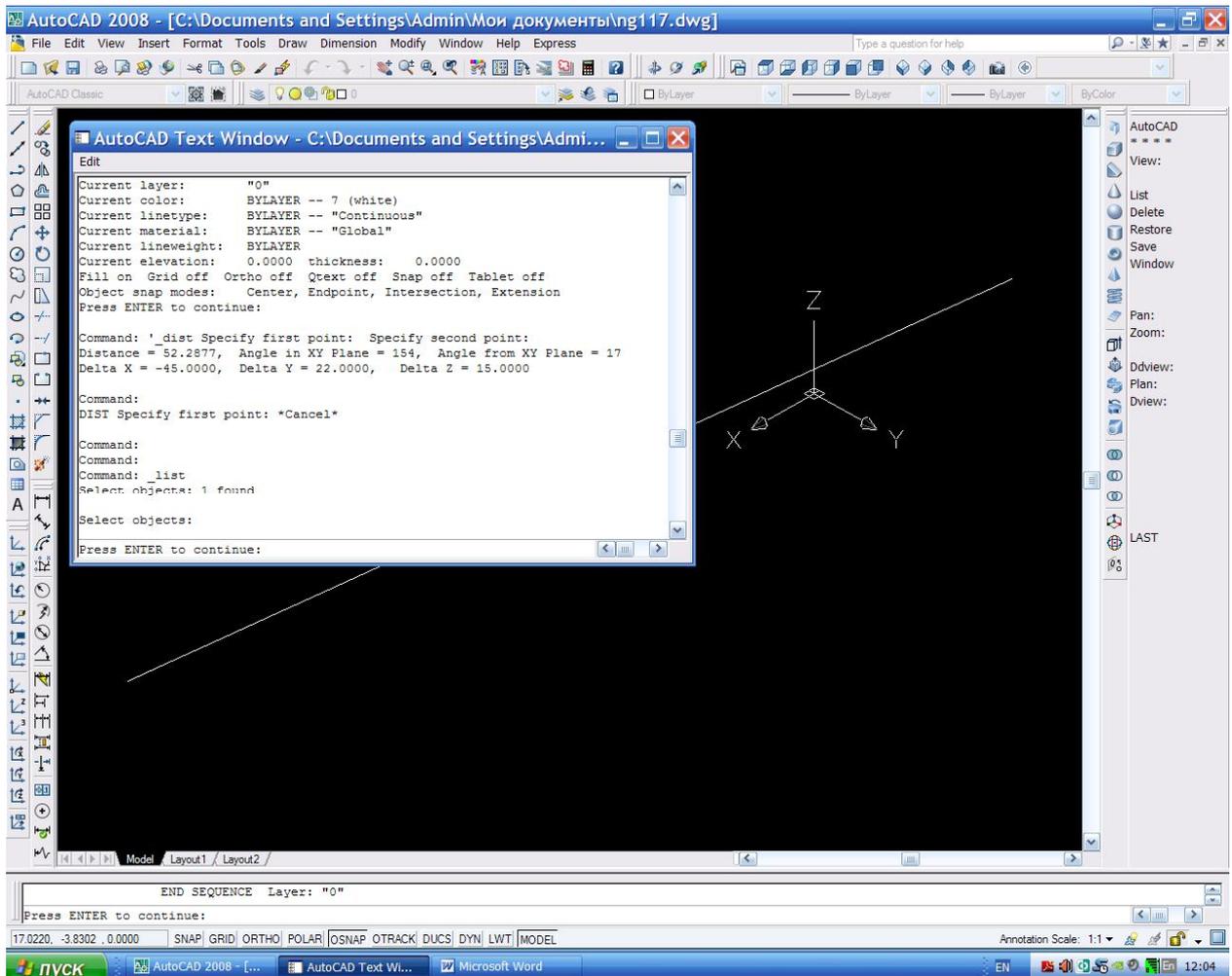


Рис.1.3

Эти характеристики следует понимать так:

- **Distance** – это длина отрезка **AB** (см. Рис.1.4)

Delta - для каждой координаты - это длина ребер прямоугольного габаритного параллелепипеда, для которого отрезок **AB** является пространственной диагональю.

Угол 17° - это угол между пространственно расположенным отрезком **AB** и его проекцией на плоскость **XU**, т.е. это угол наклона отрезка **AB** к горизонтальной плоскости проекций.

На рис. 1.4 приведен угол 26° (взят смежный угол) – угол наклона отрезка **AB** к фронтальной плоскости проекции.

Для большей наглядности на рисунке Рис.1.4 красным цветом приведены проекции отрезка **AB** на 3 грани параллелепипеда.

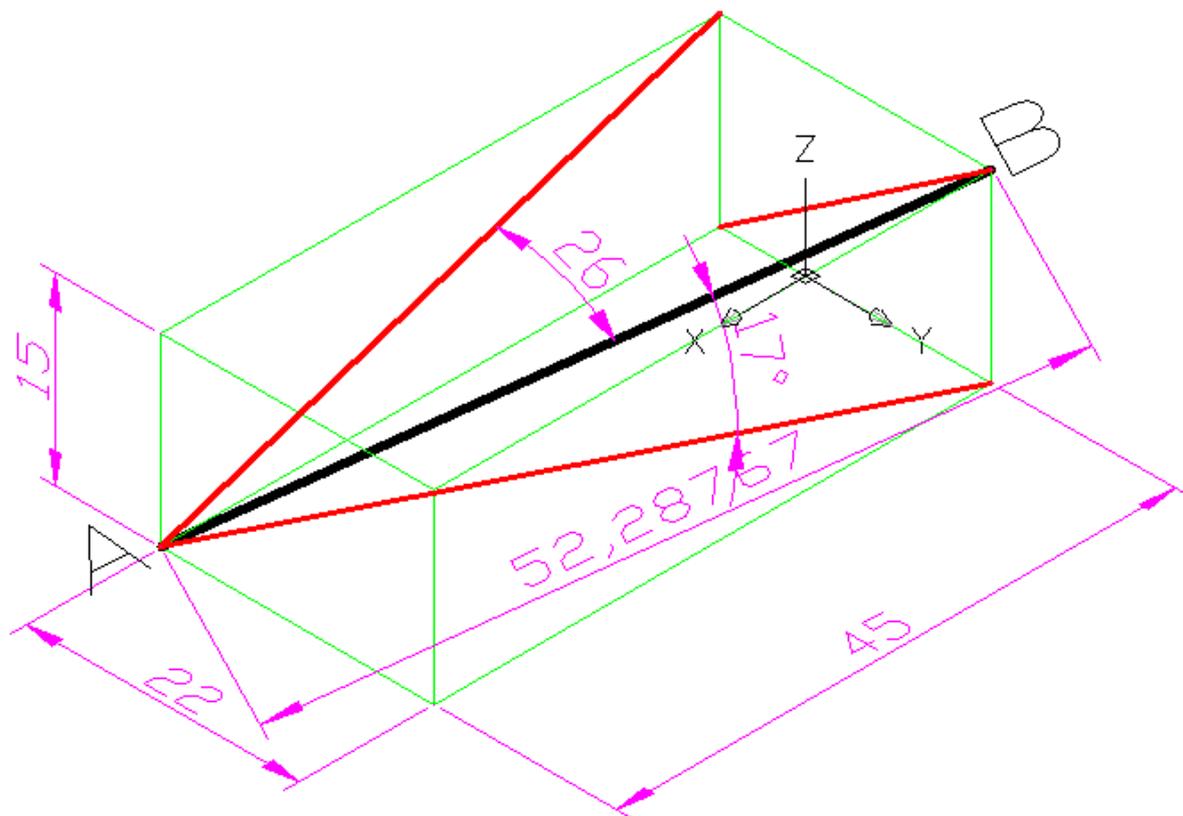


Рис.1.4

Чтобы получить комплексный чертеж отрезка, используем команду **VPORTS** «Enter». В появившемся окне диалога (см. Рис.1.5) выбираем строку **FOUR:Equal – 3D**. И задаем в каждом видовом экране : **Back; Top; Right; NE Isometric**.

Затем в появившемся изображении опять задаем поочередно для каждого экрана один масштаб: **ZOOM-** «Enter»- **7** «Enter».

Получаем (см. Рис.1.6) три проекции отрезка **AB** и его пространственное изображение.

После Рис.1.6 приведена таблица индивидуальных заданий для самостоятельной подготовки.

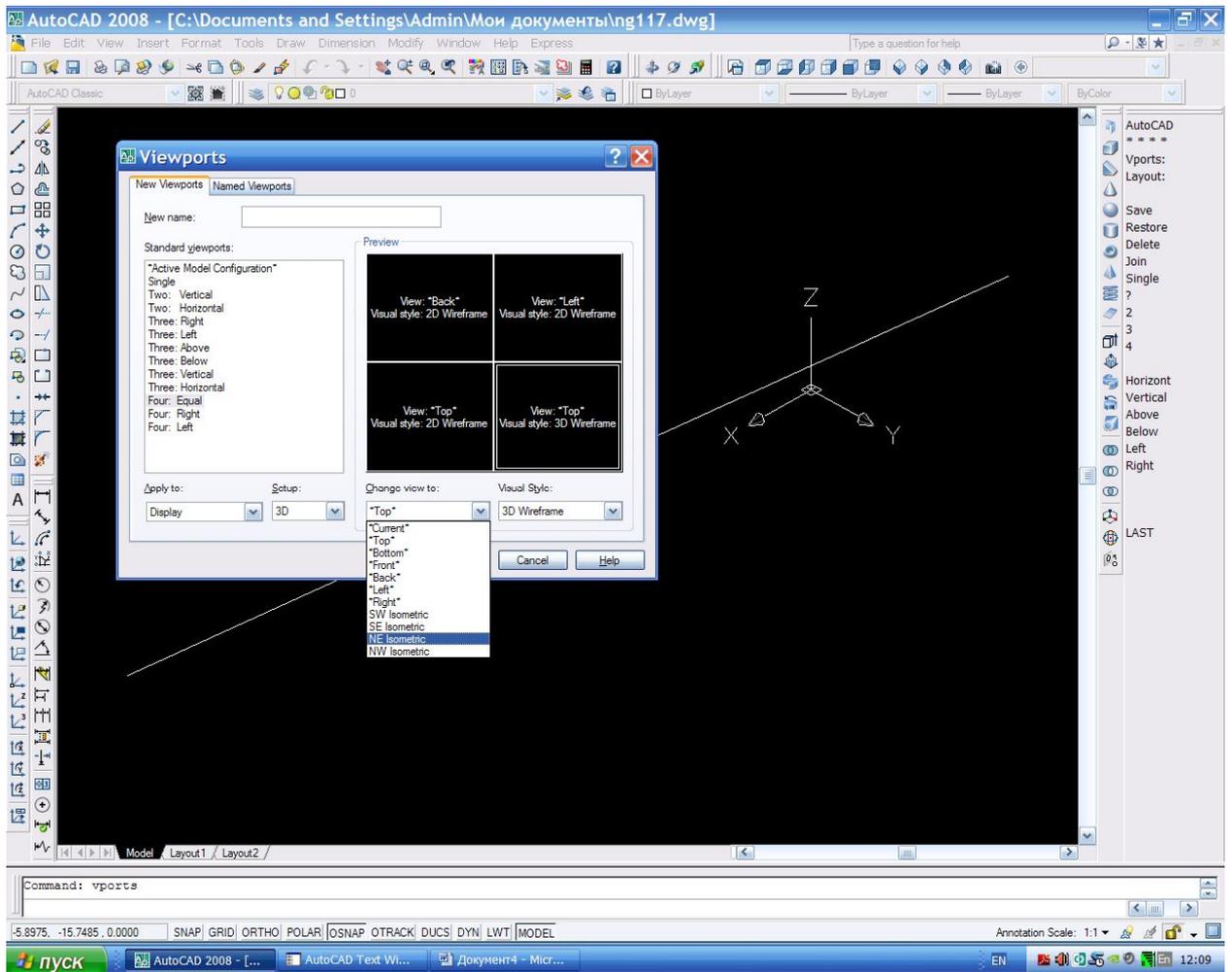


Рис.1.5

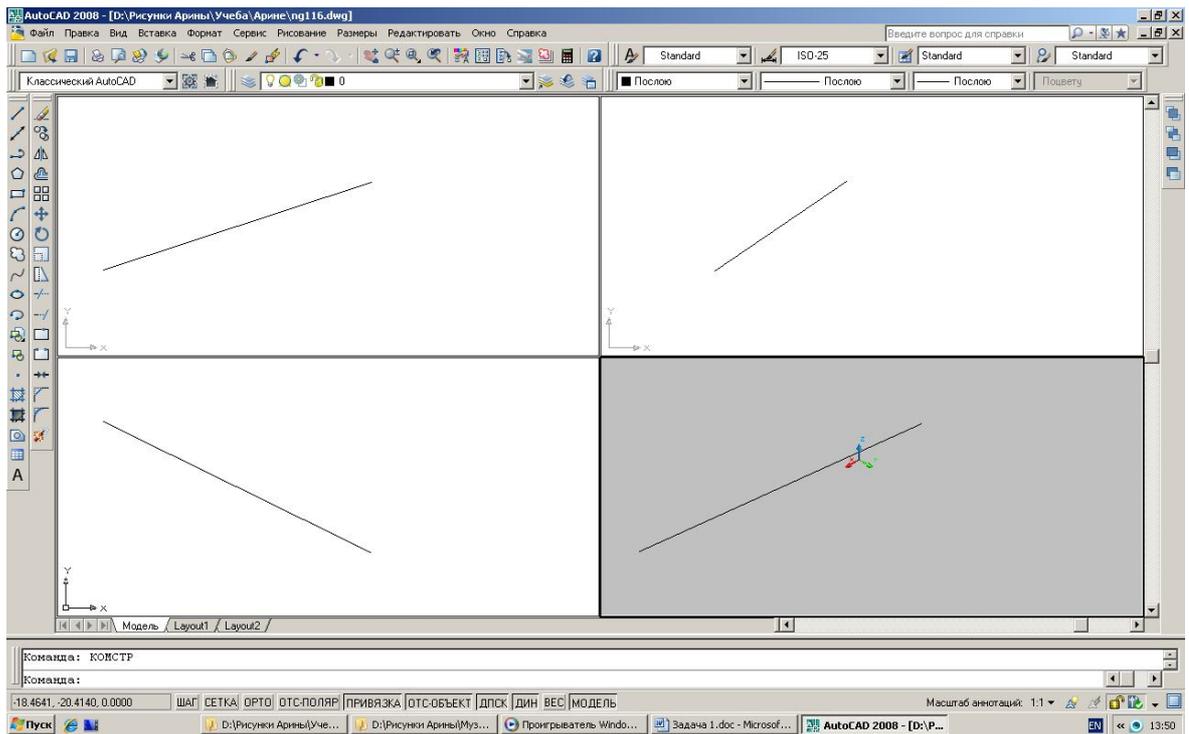


Рис.1.6

Таблица индивидуальных заданий к задаче 1

№ варианта	координаты, мм					
	А			В		
	x	y	z	x	y	z
1	60	8	15	15	30	30
2	50	30	35	15	10	5
3	55	15	40	15	35	10
4	45	10	35	10	40	12
5	62	10	35	10	40	12
6	52	38	30	14	12	8
7	60	12	8	16	32	28
8	50	35	35	15	10	5
9	45	35	20	10	5	45
10	55	10	35	15	45	10
11	50	5	10	5	40	40
12	60	9	16	16	28	28
13	48	38	33	15	10	8
14	58	8	4	20	25	35
15	45	45	45	8	8	10
16	50	28	28	14	8	5
17	48	25	25	10	5	5
18	62	10	10	18	32	30
19	46	33	18	10	5	46
20	47	5	5	10	38	40
21	55	8	11	15	32	32
22	50	28	33	16	12	8
23	52	15	44	18	42	11
24	48	8	11	8	40	50
25	56	11	11	11	35	45
26	60	11	5	18	32	32
27	52	8	36	15	29	7
28	40	11	40	15	40	11
29	45	45	11	11	11	45
30	60	5	5	15	40	40

Задача 2

Получить натуральную форму, периметр и площадь треугольника ABC, у которого $A(55;40;8)$; $B(30;10;40)$; $C(10;30;20)$. Провести прямую, принадлежащую плоскости этого треугольника.

В строке падающего меню выбираем **Draw**. Из упавшего меню выбираем **3D POLY** и на появившиеся запросы вводим координаты вершин треугольника: **55,40,8** «Enter»; **30,10,40** «Enter»; **10,30,20** «Enter». С помощью клавиши **C** «Enter» выполняем замыкание полученного изображения. Далее с помощью команды  получаем изображение треугольника

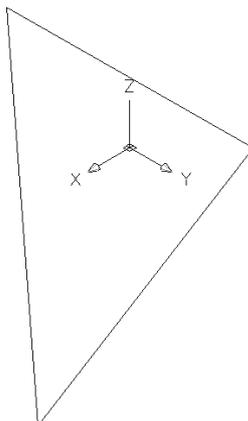


Рис. 2.1

С помощью команды **LIST** «Enter» получаем значения площади (792,3383) и периметра (132,7627).

Прямая принадлежит плоскости, если она проходит через две точки, лежащие в этой плоскости. Для этого с помощью любой окружности, проведенной в плоскости треугольника, получим точки пресечения окружности со сторонами треугольника, это и будут точки, лежащие в плоскости треугольника, соединив эти точки отрезком прямой, получим решение задачи.

Для этого необходимо систему координат перенести в плоскость треугольника:



, а далее с помощью привязок фиксируем вершины треугольника:

- 1 – задаем положение начала координат;
- 2 – задаем положение оси X;
- 3 – задаем положение плоскости XY.

В полученной системе координат с помощью команды  изображаем окружность, и получаем точки пресечения окружности со сторонами треугольника, с помощью привязок и команды  строим отрезки прямой, соединив эти точки отрезком прямой или соединяем эти точки с вершинами треугольника, т.е. получили три варианта решения (см. красные отрезки на Рис.2.2).

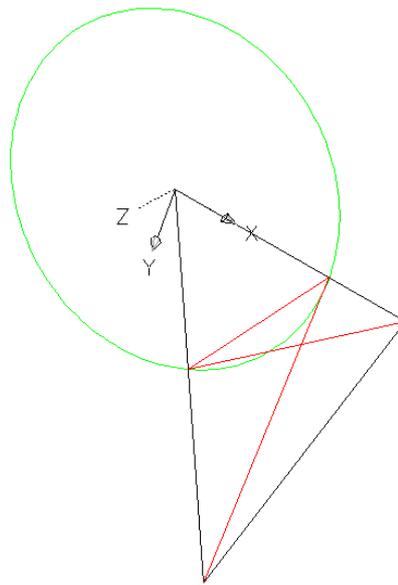


Рис. 2.2

Установив системную переменную **WORLDVIEW** – «Enter» - **0** - «Enter», задаем точку взгляда **VPOINT** - «Enter» - **0,0,1** - «Enter» (т.е. вид сверху на плоскость **XU**). Получаем изображение натуральной формы треугольника.

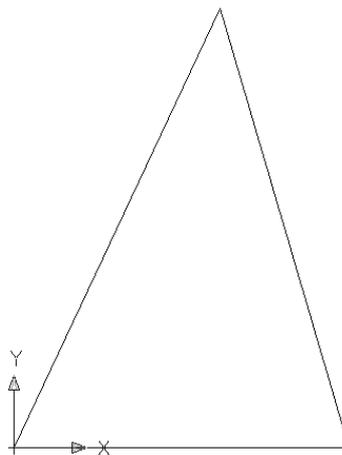


Рис. 2.3

Таблица индивидуальных заданий к задаче 2

№ варианта	координаты, мм								
	А			В			С		
	х	у	z	х	у	z	х	у	z
1	55	40	8	30	10	40	10	30	20
2	56	20	35	10	5	50	30	50	15
3	45	35	20	60	10	60	5	25	5
4	55	38	20	10	45	55	20	10	5
5	55	40	8	30	10	40	10	30	20
6	56	20	35	10	5	50	30	50	15
7	45	35	20	60	10	60	5	25	5
8	55	38	20	10	45	55	20	10	5
9	55	40	8	30	10	40	10	30	20
10	56	20	35	10	5	50	30	50	15
11	45	35	20	60	10	60	5	25	5
12	55	38	20	10	45	55	20	10	5
13	55	40	8	30	10	40	10	30	20
14	56	20	35	10	5	50	30	50	15
15	45	35	20	60	10	60	5	25	5
16	55	38	20	10	45	55	20	10	5
17	55	40	8	30	10	40	10	30	20
18	56	20	35	10	5	50	30	50	15
19	45	35	20	60	10	60	5	25	5
20	55	38	20	10	45	55	20	10	5
21	55	40	8	30	10	40	10	30	20
22	56	20	35	10	5	50	30	50	15
23	45	35	20	60	10	60	5	25	5
24	55	38	20	10	45	55	20	10	5
25	55	40	8	30	10	40	10	30	20
26	56	20	35	10	5	50	30	50	15
27	45	35	20	60	10	60	5	25	5
28	55	40	8	30	10	40	10	30	20
29	56	20	35	10	5	50	30	50	15
30	55	38	20	10	45	55	20	10	5

Задача 3

Найти расстояние от точки **C** до прямой **AB**. Координаты точек: **A**(50;15;40), **B**(20;30;0), **C**(0;0;30).

Алгоритм решения задачи

1. Построение прямой **AB**.

Активизировать команду **3DPOLY**.

В ответ на запрос ввести координаты точки **A**:

Specify start point of polyline: **50, 15, 40** ↵.

В ответ на следующий запрос ввести координаты точки **B**:

Specify endpoint of line or [Undo]: **20, 30, 0** ↵ ↵.

2. Изображение точки **C**.

Для удобства восприятия необходимо изменить цвет линий на зелёный и точку **C** представить точкой пересечения двух зеленых линий.

Ввести в командной строке **3DPOLY**.

В ответ на запрос *Specify start point of polyline:* указать левой кнопкой мыши положение точки **A**: ↵.

В ответ на следующий запрос ввести координаты точки **C**:

Specify endpoint of line or [Undo]: **0, 0, 30** ↵.

В ответ на следующий запрос *Specify endpoint of line or [Undo]:* указать левой кнопкой мыши положение точки **B**: ↵ (Рис. 3.1).

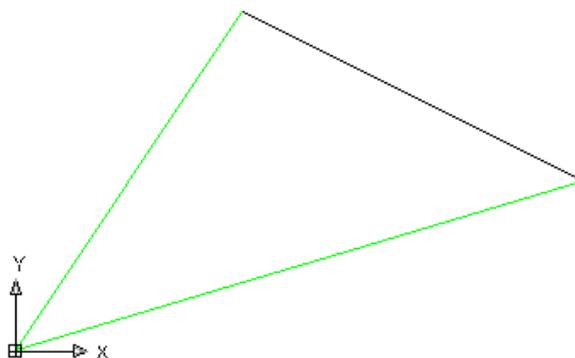


Рис. 3.1

3. Построение перпендикуляра **CD** (расстояние от точки **C** до прямой **AB** – это перпендикуляр, опущенный из точки **C** на прямую **AB**).

Для удобства восприятия необходимо изменить цвет линий на красный.

Повторно активизировать команду **3DPOLY**, нажав ↵.

В ответ на запрос *Specify start point of polyline:* указать левой кнопкой мыши положение точки **C**: ↵.

В ответ на следующий запрос *Specify endpoint of line or [Undo]:* в боковом экранном меню активизировать кнопку  (разовая объектная привязка) и её опцию **Perpend**, задать левой кнопкой мыши точку **C**.

В ответ на следующий запрос *Specify endpoint of line or [Undo]:* *_per to:* указать положение точки **D** на прямой **AB** ↓. Изображение (Рис. 3.2):

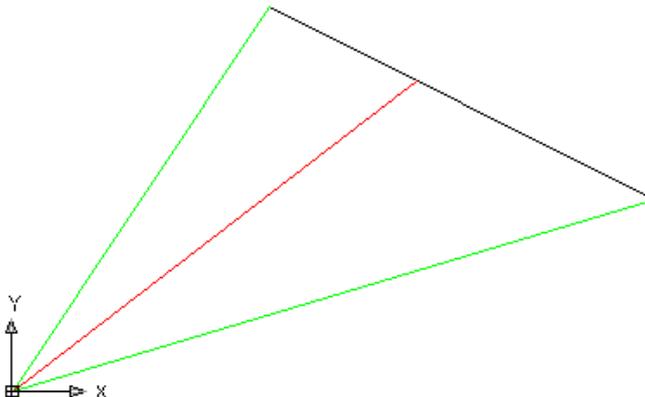


Рис. 3.2

4. Определение длины перпендикуляра **CD**.

Активизировать команду **LIST**.

В ответ на запрос *Select objects:* указать прямую **CD** ↓.

Получаем $l = 42,3723$. Изображение (Рис. 3.3):

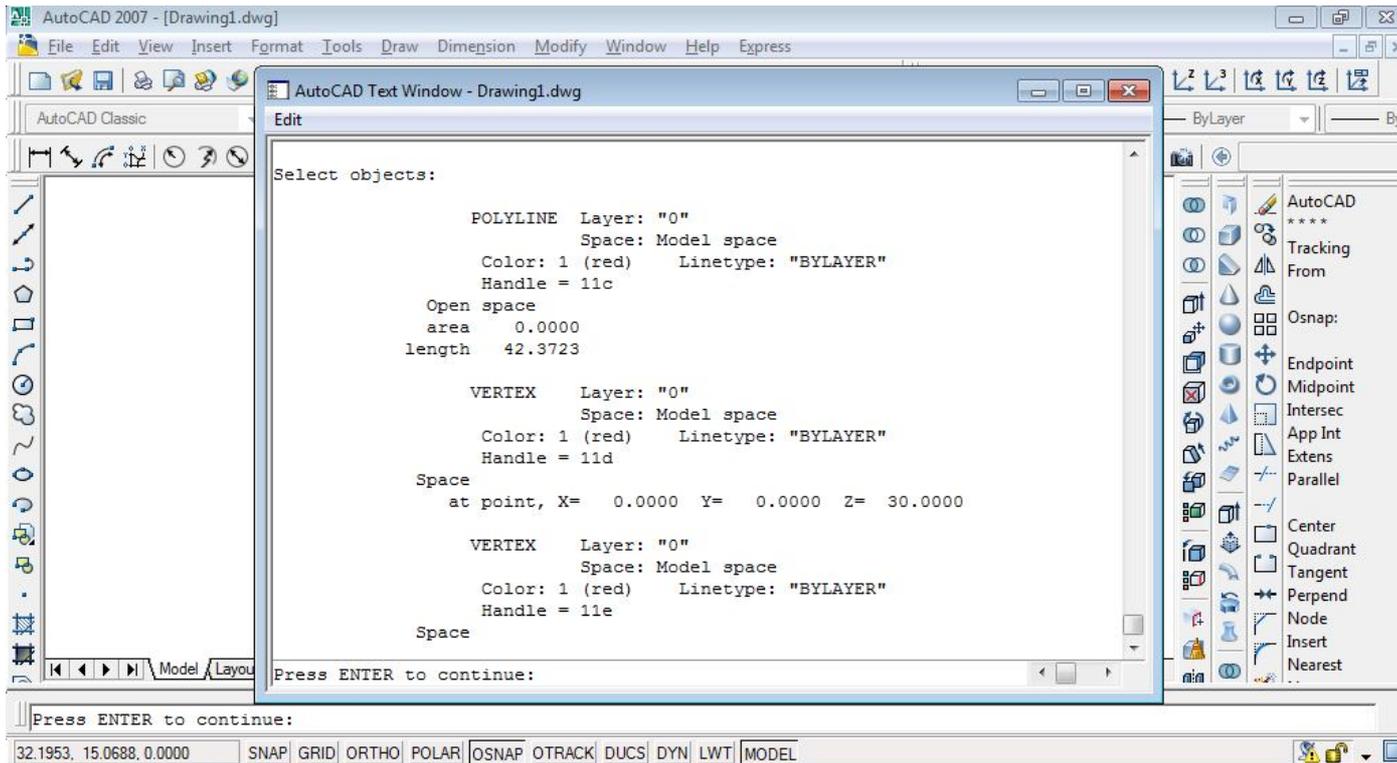


Рис. 3.3

Таблица индивидуальных заданий к задаче 3

№ варианта	координаты, мм								
	А			В			С		
	x	y	z	x	y	z	x	y	z
1	42	26	59	36	8	8	10	30	25
2	50	25	10	30	5	45	12	40	15
3	47	10	9	30	48	44	10	18	5
4	41	26	49	36	11	10	9	30	20
5	46	9	9	32	50	46	10	18	5
6	50	24	10	32	5	45	10	40	16
7	42	27	48	36	10	11	12	29	25
8	47	10	8	30	48	45	10	20	4
9	50	24	9	28	5	44	12	40	14
10	43	25	49	35	9	9	9	30	25
11	46	10	11	32	48	46	10	20	5
12	52	25	8	30	5	45	13	40	14
13	42	26	50	36	10	10	10	32	24
14	47	10	9	32	48	45	10	20	4
15	50	24	10	30	5	48	12	42	15
16	40	26	50	34	10	10	9	30	25
17	45	10	11	30	50	45	10	20	5
18	48	26	12	32	6	44	11	40	16
19	42	25	50	36	10	11	9	30	26
20	50	24	10	30	8	43	10	40	15
21	42	26	48	35	9	9	9	30	24
22	40	25	48	36	8	9	10	29	25
23	52	26	9	32	6	45	12	40	16
24	49	14	10	32	50	44	9	20	6
25	50	24	8	30	6	45	12	40	14
26	42	27	47	35	10	9	8	30	25
27	45	9	9	30	50	45	10	18	5
28	42	27	50	36	10	10	10	30	25
29	47	10	11	32	50	45	10	20	5
30	50	25	11	33	5	45	12	40	15

Задача 4

Найти кратчайшее расстояние между прямыми **AB** и **CD**. Координаты точек: A(94; 20; 30), B(29; 68; 15), C(74; 16; 9), D(10; 27; 33).

1. Построение прямых **AB** и **CD**.

Активизировать команду **3DPOLY**.

В ответ на запрос ввести координаты точки **A**:

Specify first point: **94,20,30** ↵.

В ответ на следующий запрос ввести координаты точки **B**:

Specify next point or [Undo]: **29,68,15** ↵ ↵.

Повторно активизировать команду **3DPOLY**, нажав ↵.

В ответ на запрос ввести координаты точки **C**:

Specify first point: **74,16,9** ↵.

В ответ на следующий запрос ввести координаты точки **D**:

Specify next point or [Undo]: **10,27,33** ↵ ↵.

2. Перенос **UCS** на одну из прямых (на прямую **CD**).

Активизировать кнопку  или ввести команду **UCS** ↵ **3P** ↵.

Выделить поочередно точку **C**, **D** и любую точку пространства.

3. Поворот **UCS** вокруг оси **Y** (чтобы вдоль прямой **CD** располагалась не ось **X**, а ось **Z**).

Предварительно необходимо установить системную переменную. Для этого надо ввести команду **WORLDVIEW** ↵ **0** ↵.

Активировать команду .

В ответ на запрос:

Specify rotation angle about Y axis <90>: ↵.

Изображение:

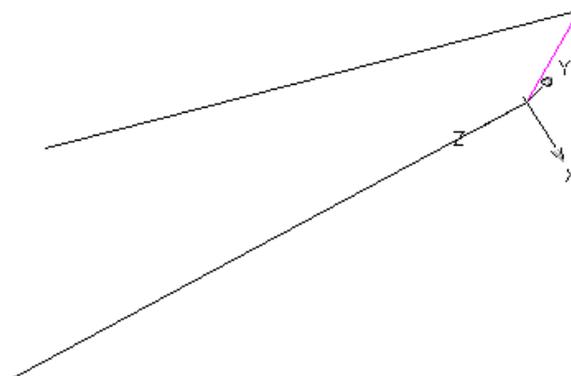


Рис. 4.1

Активизировать команду **VPOINT**.

В ответ на запрос ввести:

Specify a view point or [Rotate] <display compass and tripod>: 0,0,1 ↵.

Изображение:

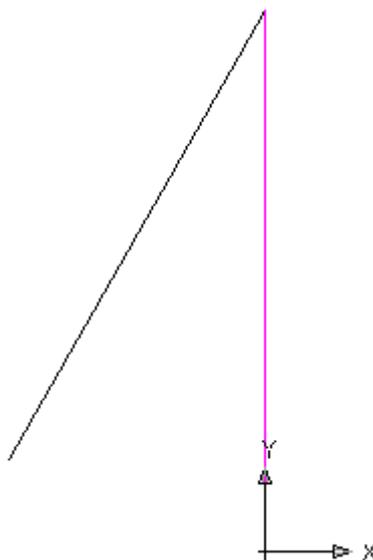


Рис. 4.2

Так как кратчайшим расстоянием между прямыми **AB** и **CD** является перпендикуляр к обеим прямым, то возможна следующая идея решения задачи: найти на прямой **AB** точку, из которой можно провести перпендикуляр к прямой **CD**. Для этого необходимо построить цилиндр, осью которого является прямая **CD**, а радиус такой, чтобы полученная цилиндрическая поверхность являлась касательной к прямой **AB**.

4. Построение окружности с центром в начале координат.

Активизировать команду **CIRCLE** .

В ответ на запрос:

Specify center point for circle or [3P/2P/Ttr (tan tan radius)]: указать точку начала координат.

В ответ на следующий запрос:

Specify radius of circle or [diameter]: в боковом экранном меню

активизировать команду ******** (разовая объектная привязка) и её

опцию **Tangent** (привязка по точке касания), и по привязке к прямой **AB** фиксировать окружность.

Изображение:

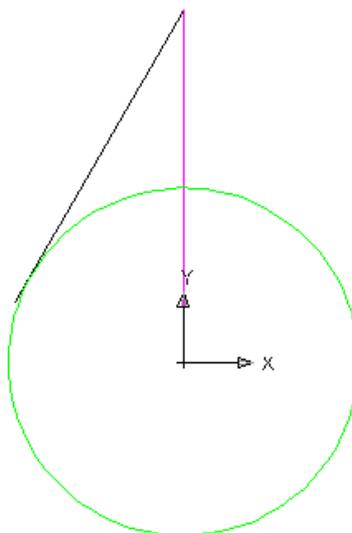


Рис. 4.3

5. Построение цилиндрической поверхности.

Предварительно нужно провести прямую в **XY**, чтобы в дальнейшем получить привязку для точного радиуса цилиндрической поверхности.

Активизировать команду **XLINE** .

В ответ на запрос:

Specify a point or [Hor/Ver/Ang/Bisect/Offset]: в боковом экранном меню активизировать опцию **Horizont** - построение горизонтальной прямой.

В ответ на следующий запрос:

Specify through point: указать точку начала координат.

Активизировать команду **CYLINDER** .

В ответ на запрос:

Specify center point of base or [3P/2P/Ttr/Elliptical]: указать точку начала координат.

В ответ на следующий запрос

Specify base radius or [diameter]: указать точку пересечения горизонтальной оси с окружностью.

В ответ на следующий запрос:

Specify height or [2point/Axis endpoint]: задать произвольную высоту цилиндра: **110**↓.

Далее нужно вернуться в первоначальное изображение:

Активировать команду **VPOINT**.

В ответ на запрос ввести:

Specify a view point or [Rotate] <display compass and tripod>: 1,1,1 ↵.

Изображение:

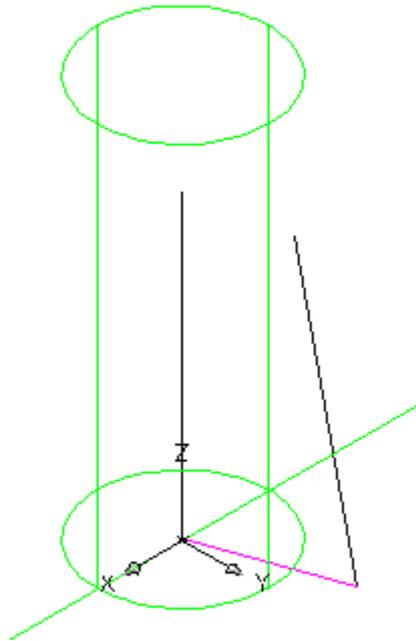


Рис. 4.4

Так как AutoCAD не выполняет операций взаимодействия прямой и тела, то нужно превратить прямую **CD** в боковое ребро, например, прямоугольной призмы.

6. Построение призмы.

Предварительно нужно перенести **UCS** на прямую **AB**.

Активизировать кнопку  или ввести команду **UCS** ↵ **3P** ↵.

Выделить поочередно точку **A**, **B** и любую точку пространства.

Активировать команду .

В ответ на запрос:

Specify rotation angle about Y axis <90>: ↵.

В плоскости **XY** синим цветом изобразить прямоугольник.

Активизировать команду **RECTANG** .

В ответ на запрос:

Specify first corner point or [Chamfer/Elevation/Fillet/Thickness/Width]:

указать точку начала координат.

В ответ на следующий запрос:

Specify other corner point or [Area/Dimensions/Rotation]: указать произвольную точку пространства.

Изображение:

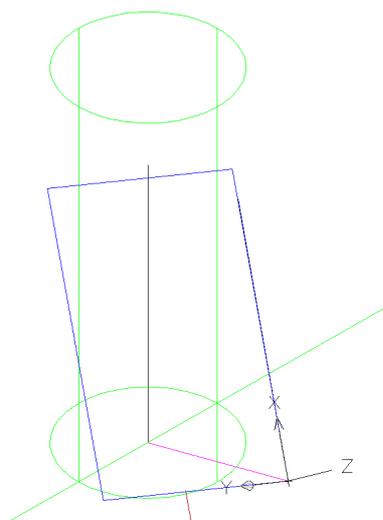


Рис. 4.5

Активизировать команду **EXTRUDE** .

В ответ на запрос:

Select objects to extrude: выделить прямоугольник.

В ответ на следующий запрос:

Specify height of extrusion or [Direction/Path/Taper angle] <110.000>:

высоту задать визуально.

Изображение:

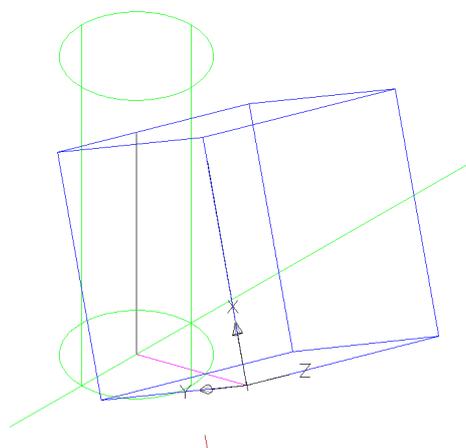


Рис. 4.6

7. Объединение цилиндра и призмы.

Активизировать команду **UNION** .

В ответ на запрос:

Select objects: выделить поочередно цилиндрическую поверхность и призму ↵.

Чтобы получить изображение чётким:

- предварительно задать красный цвет;

-увеличить зону линий пересечения, активировав кнопку .

Изображение:

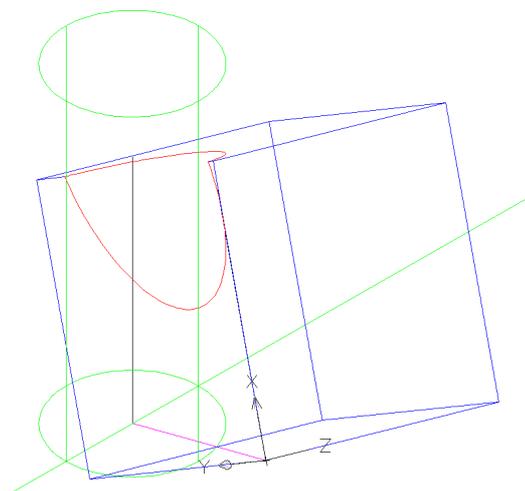


Рис. 4.7

8. Определение точки касания и построение перпендикуляра.

Предварительно выбрать синий цвет для удобства восприятия.

Активизировать команду **LINE** .

В ответ на запрос:

Specify first point: фиксировать точку касания.

В ответ на следующий запрос:

Specify next point or [Undo]: в боковом экранном меню активизировать команду  (разовая объектная привязка) и её опцию **Perpend**, фиксировать вторую точку на прямой **CD** ↵.

Изображение представлено на рис.4.8.

9. Возврат к первоначальной системе координат.

Активировать команду **UCS** .

В ответ на запрос ввести:

Specify origin of UCS: **W** ↵.

Изображение:

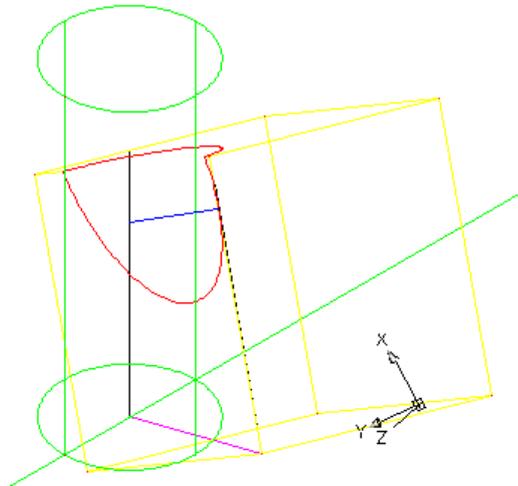


Рис. 4.8

10. Определение длины перпендикуляра.

Активизировать команду **LIST**.

В ответ на запрос *Select objects*: указать перпендикуляр ↵.

Нажав ещё раз ↵ можно увидеть координаты концов перпендикуляра.

Получаем $l = 23.263$; координаты концов перпендикуляра:
(68.3001;16.9797;11.1375); (76.5956;32.8525;25.9836).

Изображение:

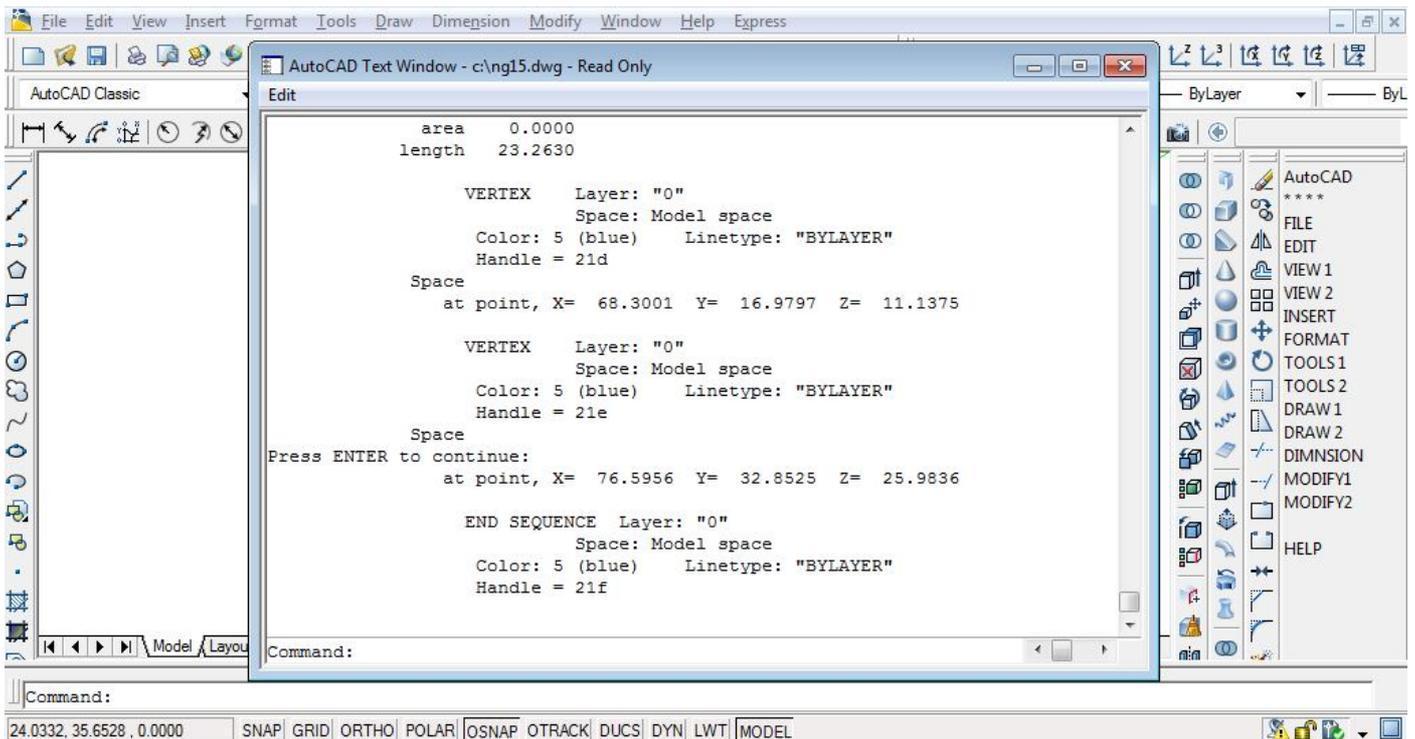


Рис. 4.9

11.Получение изображения на эюре.

Активизировать команду **VPORTS**.

В открывшемся окне в графе <standard viewpoints> выбрать опцию <**Three: Right**>, а в графе <setup> выбрать опцию <**3D**>, нажать **ОК**.

Изображение прямых на эюре и в пространстве:

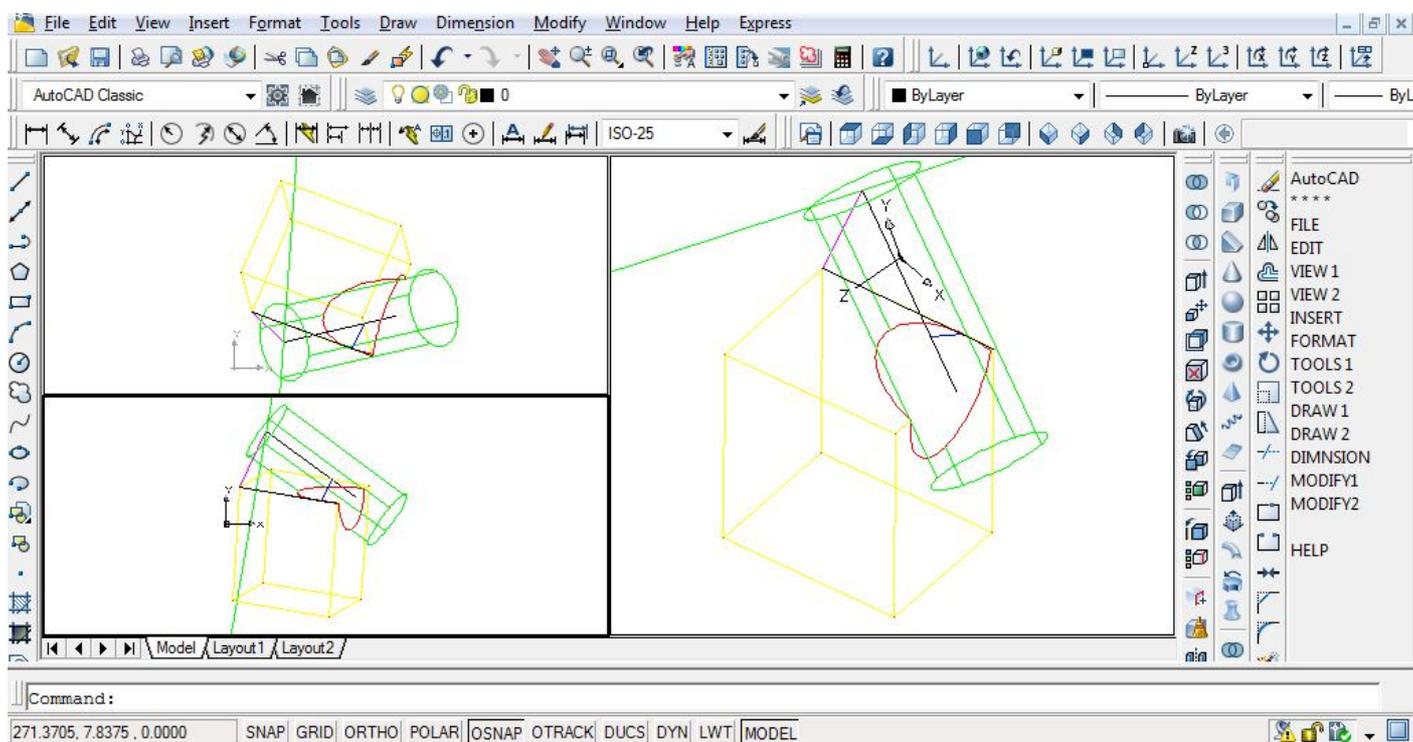


Рис. 4.10

Таблица индивидуальных заданий к задаче 4

№ варианта	координаты, мм											
	А			В			С			D		
	x	y	z	x	y	z	x	y	z	x	y	z
1	55	5	20	15	20	5	45	20	10	10	7	20
2	45	20	25	10	4	5	50	7	8	7	8	25
3	50	17	12	12	22	23	55	6	4	15	11	14
4	55	4	22	15	21	6	45	20	9	10	8	20
5	56	5	20	15	20	5	46	20	10	10	8	20
6	46	20	26	10	5	5	50	8	8	8	7	25
7	50	17	13	12	22	23	55	6	4	15	11	14
8	54	6	20	16	20	5	46	20	10	10	8	20
9	58	6	20	16	20	5	44	19	10	10	10	20
10	45	20	25	10	4	5	50	7	8	8	8	25
11	52	17	13	12	14	23	55	60	4	15	11	14
12	54	6	20	16	20	6	45	20	10	10	8	20
13	60	10	20	18	20	5	45	19	10	12	12	20
14	46	19	25	10	5	5	10	7	8	8	7	24
15	50	17	13	12	22	23	55	6	4	15	11	14
16	52	17	13	12	22	23	56	6	4	16	11	14
17	55	5	20	20	20	6	48	20	10	15	10	20
18	52	20	25	10	6	6	10	7	7	8	7	24
19	52	17	13	12	22	23	55	6	4	15	11	14
20	46	20	24	10	5	5	52	7	8	3	8	25
21	56	6	20	22	20	7	45	20	10	16	7	18
22	45	20	26	10	7	7	10	7	7	8	8	24
23	50	17	13	12	22	23	55	6	4	15	11	14
24	45	20	25	10	4	5	52	7	8	7	7	25
25	55	7	18	20	18	8	44	18	10	17	7	18
26	46	18	25	10	7	6	45	8	6	7	7	25
27	50	17	13	12	22	23	55	6	4	15	11	14
28	45	20	25	10	4	5	50	7	8	7	8	25
29	56	8	19	20	18	8	45	18	8	16	8	20
30	45	19	25	10	7	7	45	8	8	7	7	25

Задача 5

Построить линию пересечения плоскостей двух треугольников и определить угол между ними. $A(46;6;0)$, $B(22;35;10)$, $C(5;26;28)$ и $M(39;13;25)$, $N(17;33;0)$, $K(0;16;13)$.

Изображаем треугольник ABC:

3D POLY - «Enter» - **46,6,0** - «Enter» - **22,35,10** - «Enter» - **5,26,28** - «Enter» - **C** - «Enter».

Для легкости восприятия треугольник MNK изображаем другим цветом, например зеленым: **3D POLY** - «Enter» - **39,13,25** - «Enter» - **17,33,0** - «Enter» - **0,16,13** - «Enter» - **C** - «Enter».

Теперь, чтобы получить пространственное изображение, активизируем команду  и получаем рисунок Рис.5.1:

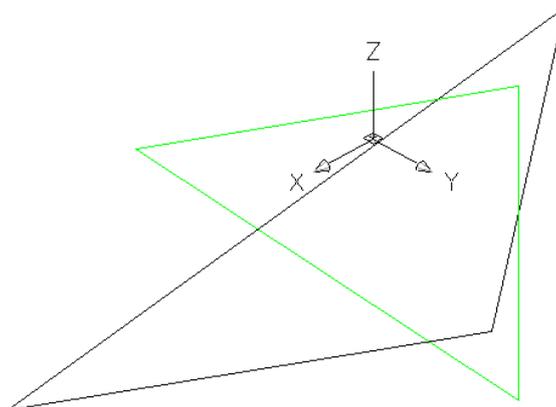


Рис. 5.1

Чтобы получить линию пересечения полученных треугольников с помощью **AutoCAD**, необходимо превратить их в объемные тела и найти линию пресечения этих тел. Например, считаем наши треугольники основаниями треугольных призм.

Для этого поочередно для обоих треугольников выполняем следующий алгоритм:

- переносим систему координат в плоскость треугольника:



, а далее с помощью привязок фиксируем вершины треугольника:

- 1 – задаем положение начала координат;
- 2 – задаем положение оси **X**;
- 3 – задаем положение плоскости **XY**.

Для легкости восприятия заштрихуем плоскость треугольника:

- изображаем штриховку с помощью команды , выбираем ANSI 31, указываем зону штриховки и получаем Рис.5.2:

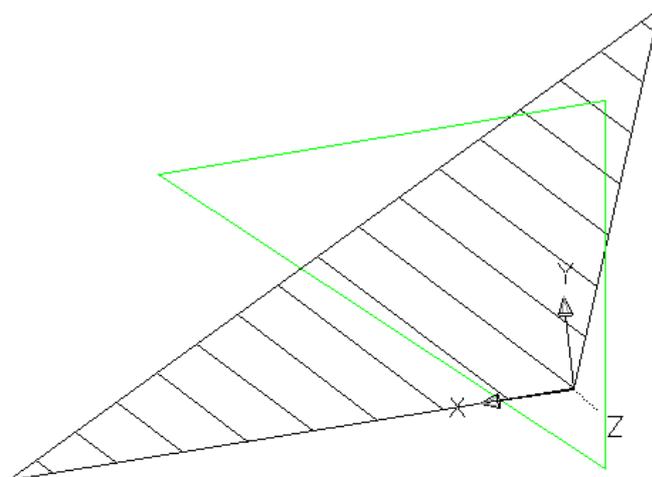


Рис. 5.2

Далее с помощью команды **EXTRUDE** – «Enter» выделяем контур треугольника «Enter» и визуально определяем высоту призмы.

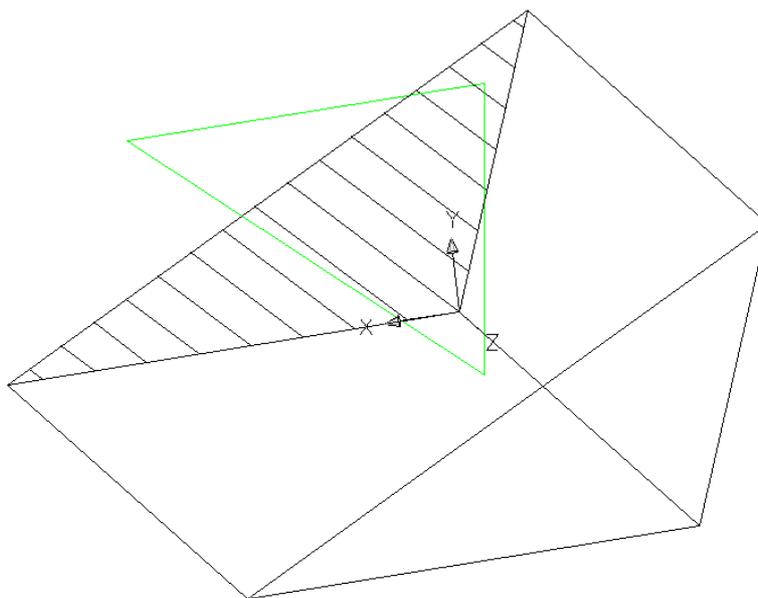


Рис.5.3

И в этой же плоскости с помощью команды  проводим по привязкам контур исходного треугольника.

Аналогично выполняем для второго треугольника.
Получим Рис.5.4:

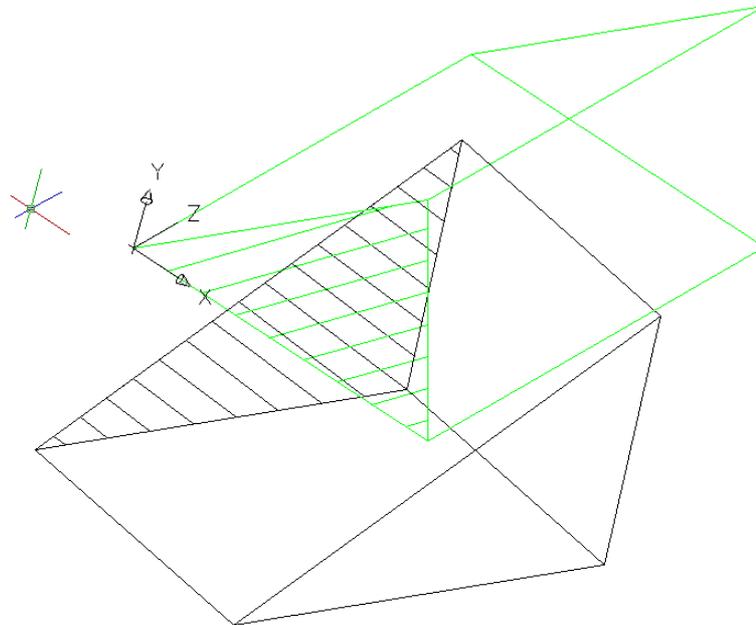


Рис. 5.4

Теперь переходим в красный цвет и с помощью команды . Выделяем обе призмы «Enter». На рис.5.5 получаем линию пересечения призм:

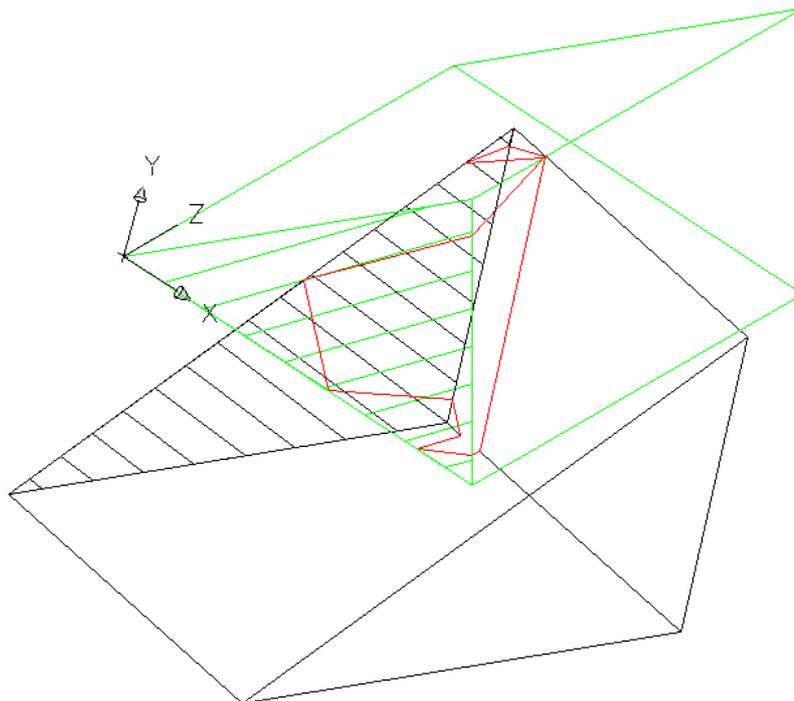


Рис.5.5

Переходим в синий цвет и на полученной красной линии с помощью команды  соединяем точки пересечения сторон исходных треугольников (а не точки пересечения с боковыми гранями призм).

Убедиться в правильности выбора можно с помощью команды  (**3D ORBIT** – «Enter»).

Повращать полученную модель, выбрать удобный ракурс, далее с помощью команды **HIDE** - «Enter» убрать невидимые линии, или просто удалить сложенное из двух призм тело и опять, вращая (**3D ORBIT** – «Enter») исходные треугольники убедиться в том, что выбранная линия, действительно принадлежит обеим плоскостям (см. рис.5.6):

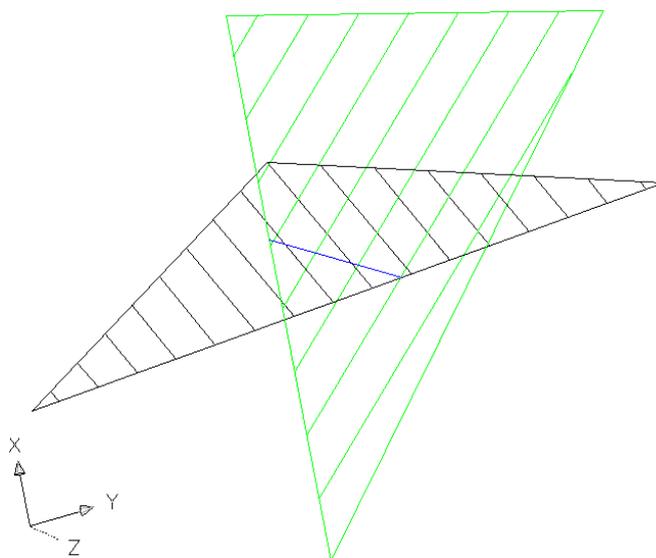


Рис. 5.6

Возвращаем систему координат: **UCS** - «Enter» - **W** - «Enter».

С помощью команды **LIST** - «Enter» получаем подробнейшую информацию о линии пересечения треугольников: координаты концов; ΔX ; ΔY ; ΔZ ; длина отрезка, угол наклона к плоскости **XY** (см. рис.5.7):

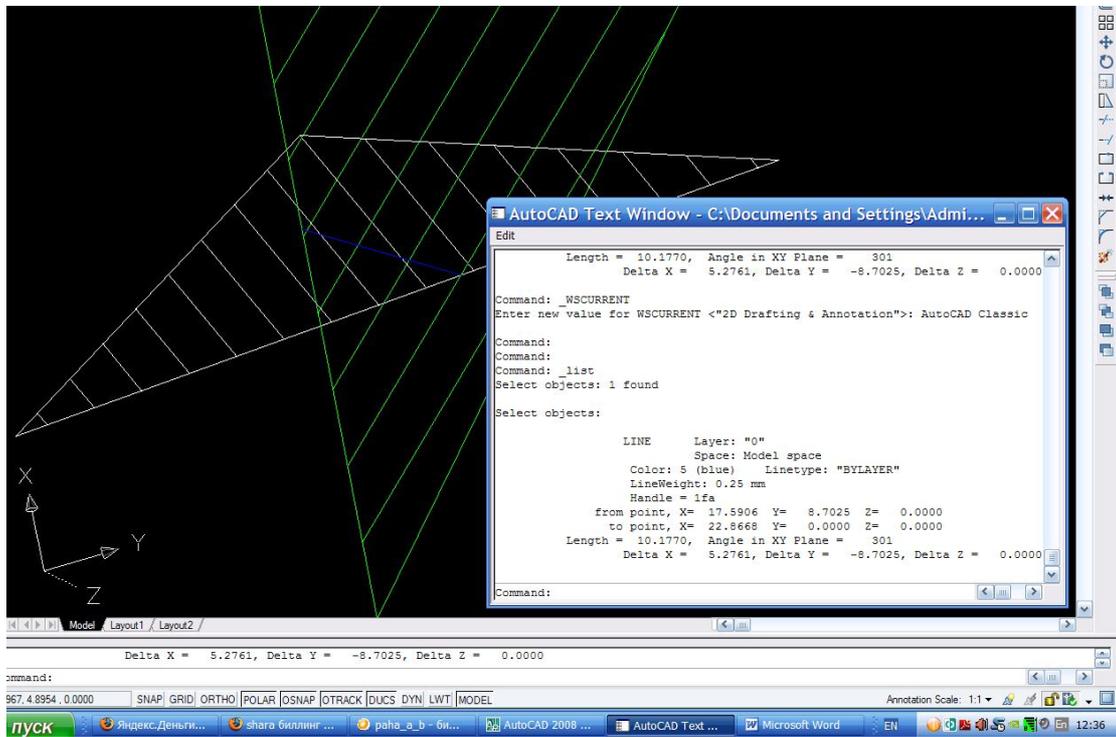


Рис.5.7

Чтобы определить угол между плоскостями необходимо систему координат расположить осью X вдоль линии пересечения.

Выбираем команду , далее с помощью привязок фиксируем вершины треугольника:

- 1 – задаем положение начала координат;
- 2 – задаем положение оси X;
- 3 – задаем положение плоскости XY.

Получим Рис.5.8:

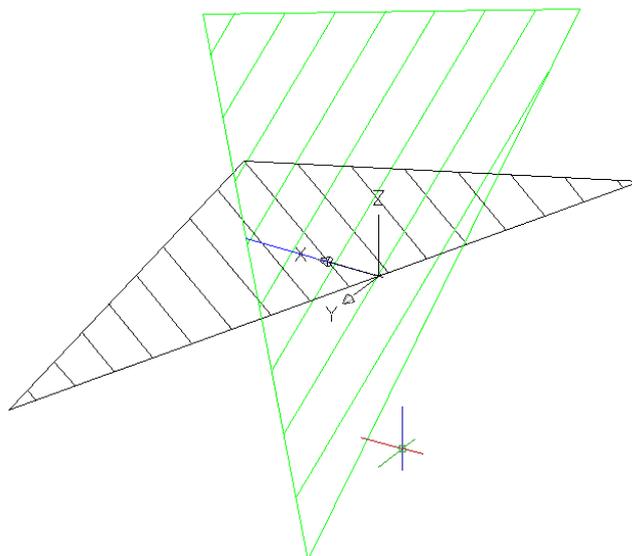


Рис.5.8

Далее поворачиваем систему координат вокруг оси **Y** и установив системную переменную **WORLDVIEW** – «Enter» - **0** - «Enter», задаем точку взгляда **VPOINT** - «Enter» - **0,0,1** - «Enter» (т.е. вид сверху на плоскость **XU**). Получаем изображение плоскостей треугольников в проецирующем положении. С помощью команды  получаем значение угла между плоскостями заданных треугольников.

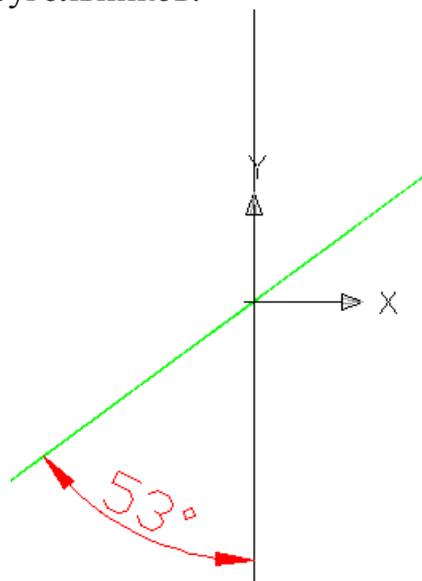


Рис. 5.9

Таблица индивидуальных заданий к задаче 5

№ варианта	координаты, мм																	
	А			В			С			М			N			К		
	x	y	z	x	y	z	x	y	z	x	y	z	x	y	z	x	y	z
1	46	6	0	22	35	10	5	26	28	39	13	25	17	33	0	0	16	13
2	22	28	35	0	12	6	40	0	17	6	3	30	27	27	3	45	16	27
3	23	35	28	45	6	12	5	17	0	39	30	3	17	8	27	0	27	16
4	22	28	6	0	12	35	40	0	26	6	3	13	28	26	35	45	16	15
5	39	3	13	17	26	35	0	16	15	23	23	6	45	12	35	5	0	26
6	25	28	27	0	12	35	40	0	27	7	3	13	28	26	35	45	15	15
7	46	6	0	23	35	16	6	27	28	41	13	25	16	35	3	0	17	13
8	45	6	0	23	35	16	5	26	28	39	13	25	17	55	0	0	15	12
9	29	0	6	0	16	35	40	28	26	6	25	13	28	0	33	45	12	15
10	22	35	28	0	6	12	40	17	0	6	3	30	28	26	8	45	28	15
11	25	28	33	0	10	5	40	0	16	5	4	29	28	26	8	43	16	27
12	23	28	35	0	12	6	40	0	17	7	3	31	23	26	8	45	16	28
13	23	28	35	45	12	6	5	0	16	38	3	31	16	26	6	0	16	28
14	22	27	35	43	12	6	5	0	17	40	5	30	15	27	7	0	14	28
15	23	23	35	45	12	6	5	0	17	39	5	30	12	26	8	0	15	28
16	23	28	35	45	12	6	5	0	17	39	3	30	17	26	8	0	15	28
17	22	27	35	45	18	6	5	0	17	40	3	30	15	27	7	0	17	28
18	23	28	35	45	12	6	5	0	16	38	3	31	16	26	8	0	16	28
19	23	28	35	0	12	6	40	0	17	7	3	31	28	26	8	45	16	28
20	25	28	35	0	10	15	40	0	16	5	4	29	28	26	8	43	16	87
21	22	35	28	0	16	12	40	17	0	6	13	30	28	26	8	45	28	15
22	23	35	28	45	6	12	5	17	0	39	3	30	17	8	27	0	27	16
23	22	28	35	0	12	16	40	0	17	6	3	30	27	27	8	45	16	27
24	45	6	0	22	35	16	5	26	28	39	13	25	17	33	0	0	16	13
25	23	28	27	0	12	35	40	0	27	7	3	13	28	26	35	45	15	15
26	39	3	13	17	26	35	0	16	15	23	28	6	45	2	35	5	0	26
27	22	28	6	0	12	35	40	0	26	6	3	13	28	26	35	45	16	15
28	22	0	6	0	16	35	40	23	26	6	25	13	28	0	33	45	12	15
29	45	6	0	25	35	16	5	26	33	30	13	25	17	35	0	0	15	12
30	46	6	0	23	35	16	6	27	28	41	13	25	16	35	3	0	17	13

Задача 6

Получить координаты точки пересечения прямой **MN** с плоскостью треугольника **ABC**. **A(42;27;50)**, **B(36;10;10)**, **C(10;30;25)** и **M(50;25;15)**, **N(12;13;35)**.

Изображаем треугольник **ABC**:

3D POLY - «Enter» - **42,27,50** – «Enter» - **36,10,10** – «Enter» **10,30,25** - «Enter» - **C** - «Enter».

Для легкости восприятия прямую **MN** изображаем другим цветом, например, красным:

3D POLY - «Enter» - **50,25,15** – «Enter» - **12,13,35** – «Enter» - «Enter».

Теперь чтобы получить пространственное изображение, активизируем кнопку  и получаем

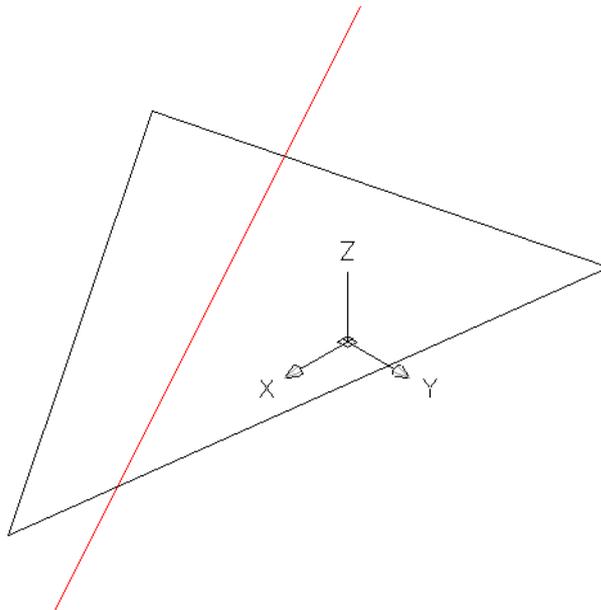


Рис.6.1

Чтобы получить точку пересечения прямой с плоскостью треугольника, используя AutoCAD, необходимо воспользоваться пересечением твердых тел. Для этого превращаем треугольник **ABC** в призму. Выполняем следующий алгоритм:

- переносим систему координат в плоскость треугольника:

, а далее с помощью привязок фиксируем вершины треугольника:

1 – задаем положение начала координат;

2 – задаем положение оси **X**;

3 – задаем положение плоскости **XY**.

Теперь с помощью команды **EXTRUDE** – «Enter» выделяем контур треугольника и визуально определяем высоту.

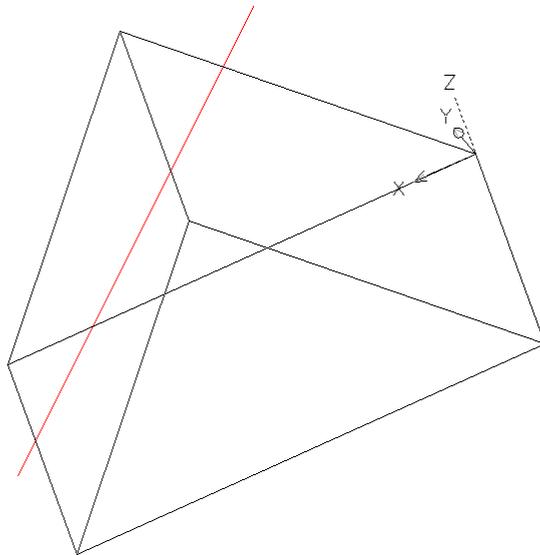


Рис.6.2

А прямую **MN** делаем ребром четырехугольной призмы. Для этого систему координат переносим на **MN** и в плоскости **XY** зеленым цветом изображаем произвольный прямоугольник.

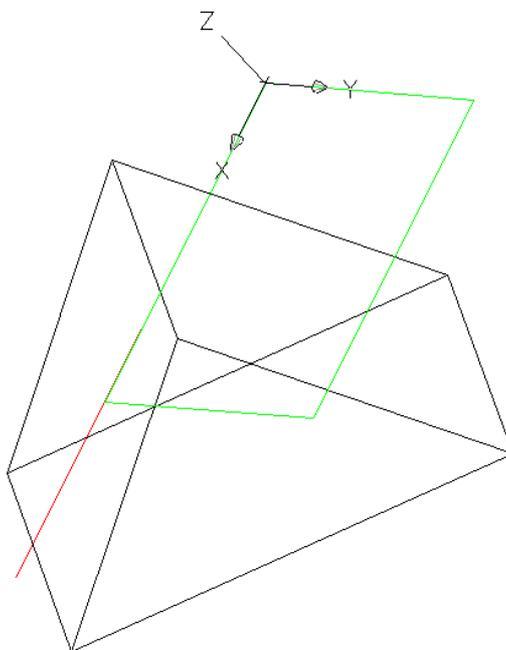


Рис.6.3

Для этого применяем команду  и по запросам фиксируем начало координат и диагональную точку.

Теперь с помощью команды **EXTRUDE** – «Enter» выделяем контур прямоугольника и визуально определяем высоту.

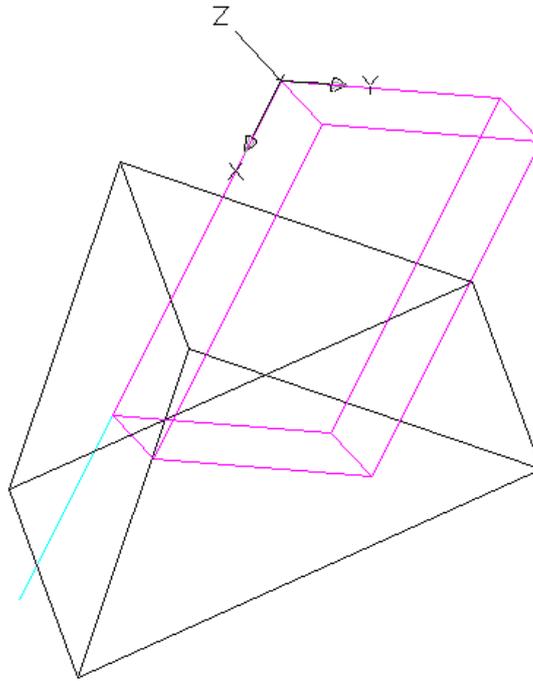


Рис.6.4

Объединяем полученные тела:  «Enter». Получаем линию пересечения, на которой четко видна точка пересечения прямой MN.

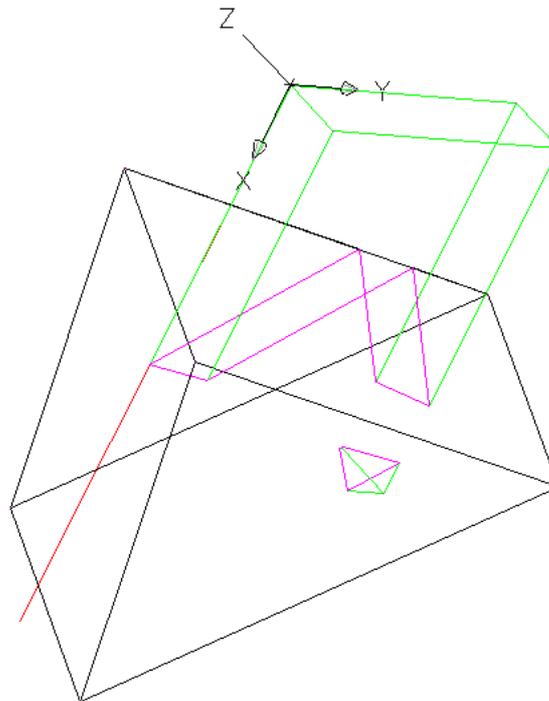


Рис.6.5

Выделим эту точку:  - «Enter» - **PD MODE** – 5 - «Enter».

Удаляем сложное из двух призм тело.

Возвращаем систему координат: **UCS** - «Enter» - **W** - «Enter».

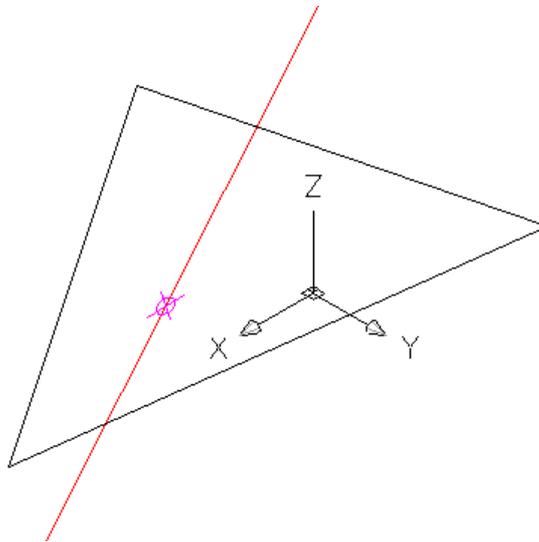


Рис.6.6

Теперь с помощью команды **LIST** - « Enter» выделяем точку - « Enter» и в появившемся окне диалога получаем координаты точки пересечения прямой **MN** с треугольником **ABC**:

X=31,8225 ; **Y**=19,2597 ; **Z**=24,5671

С помощью команды **3D ORBIT** - « Enter» крутим, вертим и для полноты убеждения, что решение правильно, можно в плоскости треугольника из вершин через полученную точку провести прямые:  выделяем одну из вершин, *******, **Node**, выделяем точку пересечения, « Enter».

Далее с помощью команды  выделяем сторону треугольника « Enter». Выделяем отрезок и проводим его.

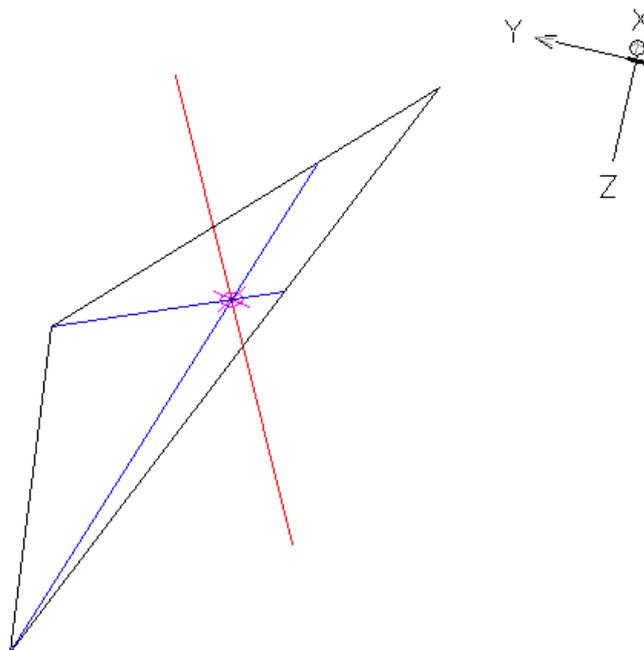


Рис.6.7

Таблица индивидуальных заданий к задаче 6

№ варианта	координаты, мм														
	А			В			С			М			N		
	x	y	z	x	y	z	x	y	z	x	y	z	x	y	z
1	42	27	50	36	10	10	10	30	25	50	25	15	12	13	35
2	47	10	10	32	50	45	10	20	5	57	17	45	10	40	10
3	50	25	10	30	5	45	12	40	15	48	40	27	10	8	6
4	41	26	49	36	11	10	9	30	26	50	25	16	11	13	35
5	46	9	9	32	50	46	10	18	5	56	16	44	10	40	9
6	48	24	8	30	6	44	12	38	14	46	40	26	10	8	8
7	40	25	50	35	10	11	10	30	25	48	24	16	10	12	34
8	47	10	9	30	48	44	10	20	5	55	15	45	11	42	10
9	50	24	10	32	5	45	10	40	16	48	40	26	10	9	9
10	42	27	48	36	10	11	12	29	25	50	26	15	11	14	35
11	47	10	8	30	48	45	10	20	4	57	16	44	10	39	9
12	50	24	9	28	5	44	12	40	14	50	40	25	9	9	9
13	43	25	49	35	9	9	9	30	25	48	25	16	12	12	35
14	46	10	11	32	48	46	10	20	5	56	16	45	9	39	9
15	52	25	8	30	5	45	13	40	14	47	40	26	10	10	10
16	42	26	50	35	10	10	10	32	24	50	25	13	13	13	34
17	47	10	9	32	48	45	10	20	4	57	15	45	10	40	9
18	50	24	10	30	5	48	12	42	15	48	39	26	8	8	8
19	40	26	50	34	10	10	9	30	25	47	26	17	11	12	35
20	45	10	10	30	50	45	10	20	5	55	15	45	10	40	10
21	48	26	12	32	6	44	11	40	16	46	38	27	10	9	8
22	42	25	50	35	10	11	9	30	26	50	24	16	13	12	36
23	50	24	50	30	8	43	10	40	15	54	15	44	9	40	10
24	42	26	48	35	9	9	9	30	24	50	24	14	13	13	35
25	40	25	48	36	8	9	10	29	25	52	26	15	12	12	35
26	52	26	9	32	6	45	12	40	16	48	40	25	10	10	6
27	49	14	10	32	50	44	9	20	6	56	16	44	10	40	10
28	50	24	8	30	6	45	12	40	14	47	40	26	10	9	8
29	42	27	47	35	10	9	8	30	25	48	24	14	11	11	34
30	45	9	9	30	50	45	10	18	5	55	15	45	10	40	10

Задача 7

Через точку **C** провести прямую, пересекающую прямые **AB** и **MN**.

Получить координаты точек пересечения и расстояние между ними.
Координаты точек: **A**(80;40;40), **B**(45;8;10), **C**(72;17;20) **M**(48;30;22),
N(12;20;35).

Алгоритм решения задачи

1. Построение прямой **AB**.

Активизировать команду **3DPOLY** ↓.

В ответ на запрос ввести координаты точки **A**:

Specify start point of polyline: **80, 40, 40** ↓.

В ответ на следующий запрос ввести координаты точки **B**:

Specify endpoint of line or [Undo]: **45, 8, 10** ↓ ↓.

2. Изображение точки **C**.

Для удобства восприятия необходимо изменить цвет линий на зелёный и точку **C** представить точкой пересечения двух зеленых линий.

Ввести в командной строке **3DPOLY** ↓.

В ответ на запрос *Specify start point of polyline*: указать левой кнопкой мыши положение точки **A**: ↓.

В ответ на следующий запрос ввести координаты точки **C**:

Specify endpoint of line or [Undo]: **72, 17, 20** ↓.

В ответ на следующий запрос *Specify endpoint of line or [Undo]*: указать левой кнопкой мыши положение точки **B**: ↓ (Рис. 3.1).

3. Построение прямой **MN**. Для легкости восприятия прямую **MN** изображаем другим цветом, например, синим:

Активизировать команду **3DPOLY** ↓.

В ответ на запрос ввести координаты точки **M**:

Specify start point of polyline: **48, 30, 22** ↓.

В ответ на следующий запрос ввести координаты точки **N**:

Specify endpoint of line or [Undo]: **12, 20, 35** ↓ ↓.

4. Для перехода к пространственному изображению можно сразу



активизировать одну из пиктограмм.



5. С помощью команд , можно вращать объект вокруг своей оси или точки, выбираем более удачный ракурс.

6. Получение изображения на весь экран.

Активизировать команду **ZOOM** .

Левой кнопкой мыши выделить необходимую область.
В итоге получаем изображение (рис. 7.1):

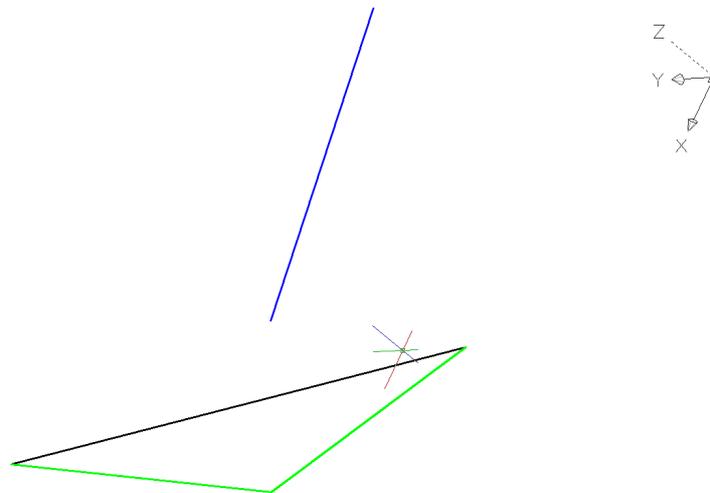


Рис. 7.1

7. Теперь можно сформулировать идею решения нашей задачи: нам необходимо из точки **C** провести прямую, пересекающую прямые **AB** и **MN**. Так как прямая должна проходить через точку **C** и любую точку прямой **AB**, то она будет расположена в плоскости треугольника, значит чтобы эта прямая пересекла и прямую **MN** остается одно - найти точку, общую для прямой **MN** и треугольника **ABC**. Другими словами необходимо найти точку пересечения прямой **MN** с плоскостью, заданной треугольником **ABC**.

8. Чтобы получить точку пересечения прямой с плоскостью треугольника, используя AutoCAD, необходимо воспользоваться пересечением твердых тел. Для этого выполняем следующий алгоритм:

- переносим систему координат в плоскость треугольника:



, а далее с помощью привязок фиксируем вершины треугольника:

- а) – задаем положение начала координат (фиксируем точку **B**);
- б) – задаем положение оси **X** (фиксируем точку **C**);
- в) – задаем положение плоскости **XY** (фиксируем точку **A**).

9. Построим в плоскости, заданной треугольником, окружность.

Активизировать команду **CIRCLE** 

в ответ на запрос ввести координаты центра окружности:

Specify center point for circle or [3P/2P/Tr (tan tan radius)]:

в боковом экранном меню активизировать команду **3Point**

А далее в ответ на следующие запросы с помощью привязок поочередно фиксируем вершины треугольника (рис. 7.2).

10. Чтобы получить твердое тело, превратим нашу плоскость в основание цилиндра.

Для этого необходимо активизировать команду **EXTRUDE**  ↵.

В ответ на запрос:

Select objects to extrude: выделить окружность ↵.

В ответ на следующий запрос задать высоту:

Specify height of extrusion or [Direction/Path/Taper angle] <110.000>:

задать высоту визуально ↵.

Получаем изображение (рис. 7.2):

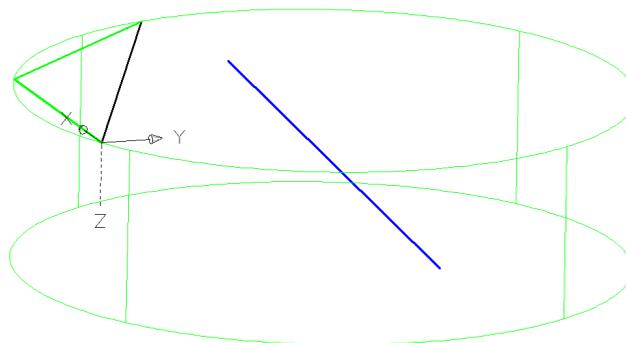


Рис. 7.2

11. Чтобы получить второе твердое тело, прямую **MN** делаем ребром четырехугольной призмы. Для этого систему координат переносим на **MN** и в плоскости **XY** сиреневым цветом изображаем произвольный прямоугольник.

Для этого применяем команду  и по запросам фиксируем начало координат и диагональную точку.

Теперь с помощью команды **EXTRUDE** – «Enter» выделяем контур прямоугольника и визуально определяем высоту.

Получаем изображение (рис. 7.3):

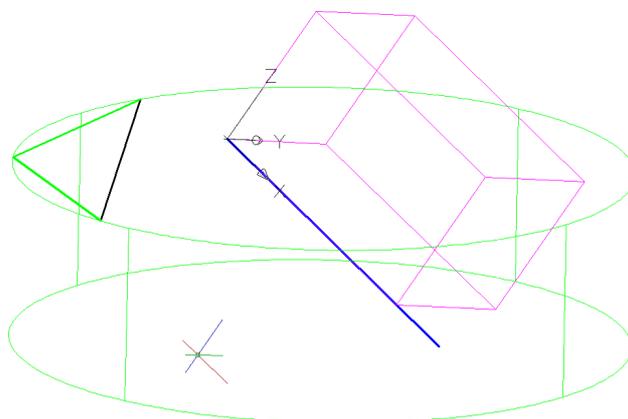


Рис. 7.3

12. Объединяем полученные тела:  «Enter».

В ответ на запрос:

Select objects: поочередно выделяем цилиндр и призму ↓.

Получаем линию пересечения, на которой четко видна точка пересечения прямой **MN** с плоскостью, заданной треугольником **ABC** (рис. 7.4):

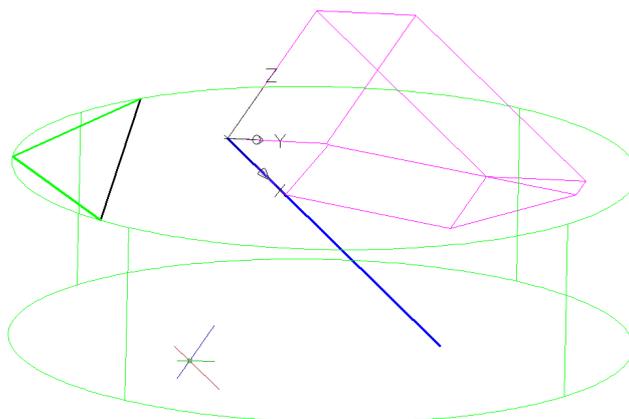


Рис. 7.4

13. Соединим полученную точку пересечения с точкой **C**.

Для удобства восприятия необходимо изменить цвет линий на красный.

Для этого необходимо активизировать команду **LINE** .

В ответ на запрос:

Specify first point:

Фиксируем точку **C**

В ответ на следующий запрос:

Specify next point or [Undo]:

Фиксируем полученную точку пересечения

Закрываем действие команды — **Enter**

Получим следующее изображение (рис. 7.5):

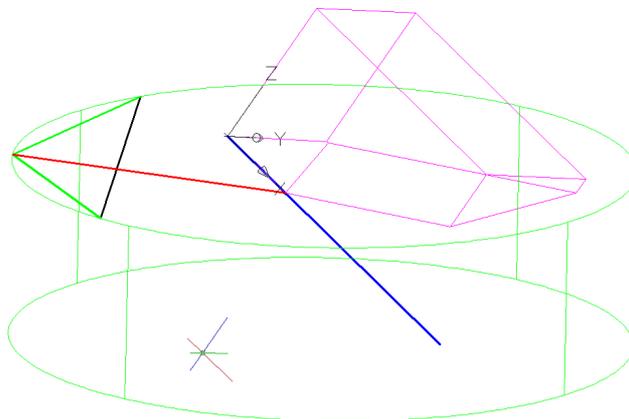


Рис. 7.5

14. Возврат к первоначальной системе координат.

Активировать команду **UCS** ↵.

В ответ на запрос ввести:

Specify origin of UCS: **W** ↵.

15. С помощью команды **DELETE** удалить полученное твердое тело.

16. На полученной красной прямой графически выделим отрезок между прямыми **AB** и **MN**.

В итоге получаем изображение (рис. 7.6):

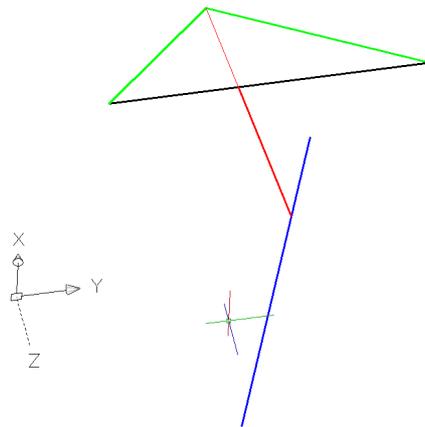


Рис. 7.6

17. Определение расстояния между точками пересечения.

Активизировать команду **LIST** ↵.

В ответ на запрос:

Select objects: указать отрезок между прямыми **AB** и **MN** ↵.

В появившемся окне диалога получаем координаты точек пересечения и расстояние между ними:

- *3D Length* = 22,1324.

- $X_1=59,1271$; $Y_1=20,9162$; $Z_1=22,1089$

- $X_2=38,2082$; $Y_2=27,2800$; $Z_2=25,5359$.

Задача 8

На расстоянии 77 провести плоскость параллельную плоскости треугольника **ABC**. **A(55;44;8)**, **B(33;11;44)**, **C(11;33;22)**.

В строке падающего меню выбираем **Draw**. Из упавшего меню выбираем **3D POLY** и на появившиеся запросы вводим координаты вершин треугольника: **55,44,8** «Enter»; **33,11,44** «Enter»; **11,33,22**«Enter». С помощью **C** – «Enter» выполняем замыкание полученного изображения. Установив системную переменную **WORLDVIEW** – «Enter» - **0** - «Enter», задаем точку взгляда **VPOINT** - «Enter» - **1,1,1** - «Enter»

Получаем пространственное изображение треугольника **ABC**(Рис.8.1)

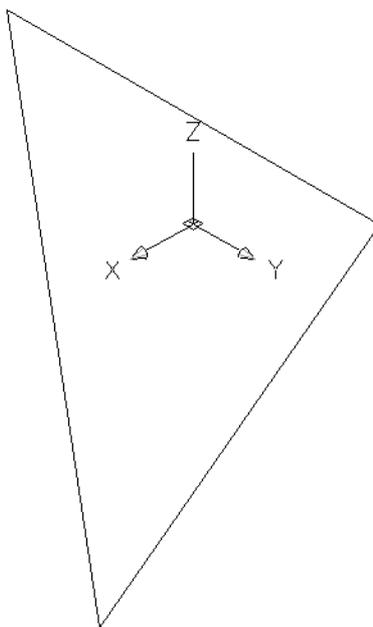


Рис.8.1

Переносим систему координат в плоскость треугольника:

Для этого набираем команду **UCS** – «Enter» - **3P** - «Enter».

По привязкам указываем:

- (.) **C** – начало координат
- (.) **B** – направление оси **X**
- (.) **A** – положение плоскости **XY**

Получаем изображение (Рис.8.2)

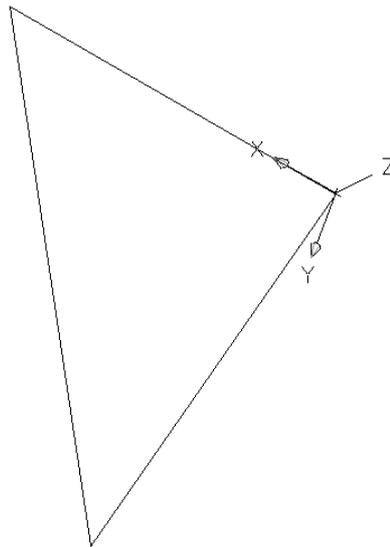


Рис.8.2

С помощью команды  выделяем треугольник **ABC** – «Enter». Указываем базовую точку **C**. Далее необходимо указать точку, куда переносим **0,0,77** – «Enter» - «Enter». Выделяем полученный треугольник и меняем цвет, например, красный.

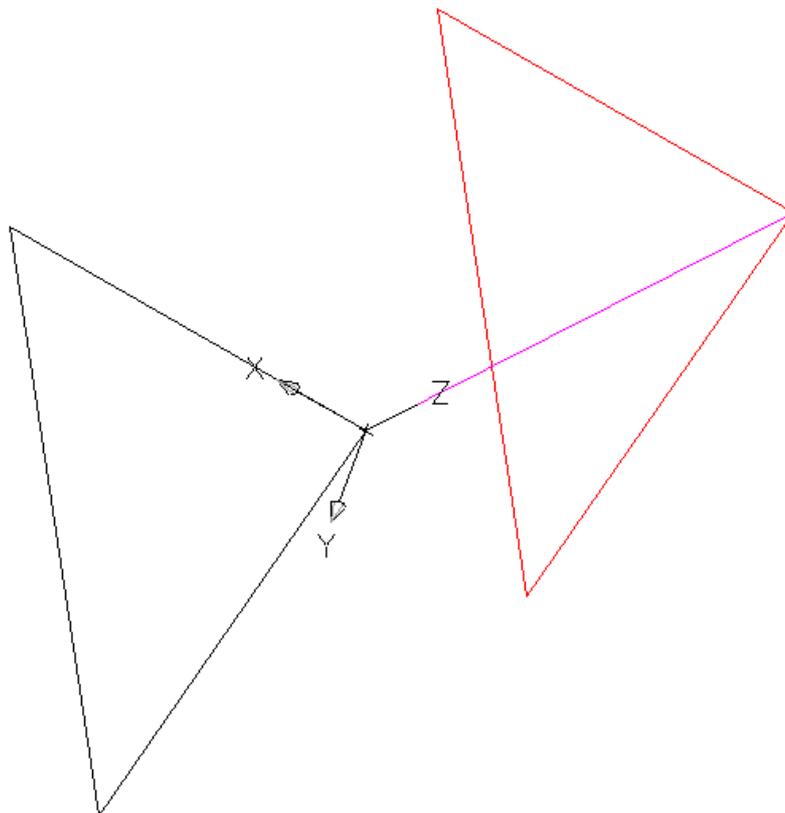


Рис.8.3

Далее с помощью **3D ORBIT** - «Enter». «Enter» (или с помощью **View – Orbit – Free** см. Рис.8.4) можно выбрать такое положение модели, которое убеждает, что полученные плоскости параллельны.

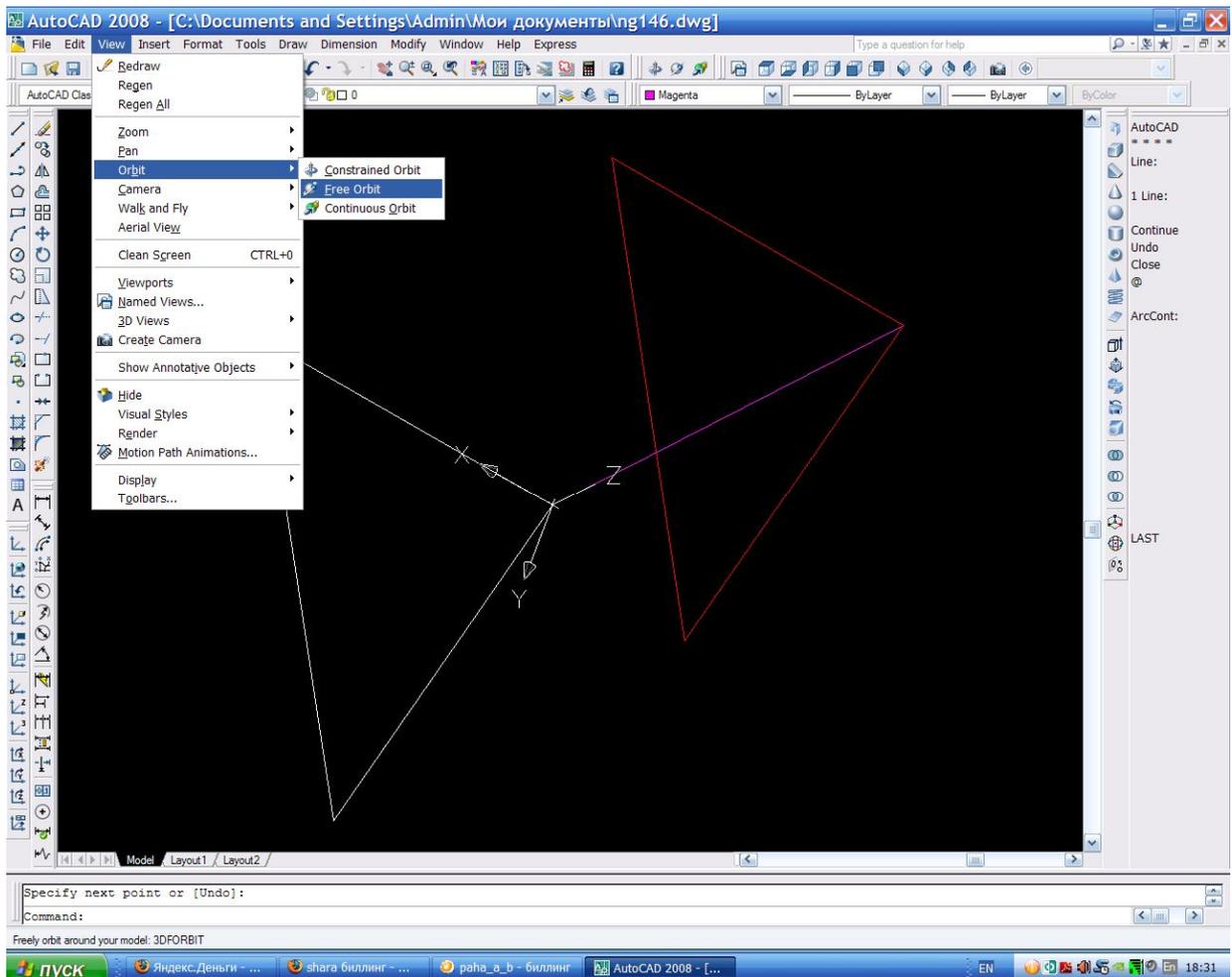


Рис.8.4

А соединив точки **C** и **C₁**, можно проверить через команду **List**, что длина этого отрезка (**CC₁**) равна **77**.

Таблица индивидуальных заданий к задаче 8

№ варианта	координаты и размер, мм									
	А			В			С			l
	x	y	z	x	y	z	x	y	z	
1	65	10	20	10	20	0	0	60	60	30
2	70	0	60	45	50	10	0	20	10	20
3	70	60	45	40	0	55	0	45	10	40
4	65	20	0	40	5	55	0	50	5	35
5	60	60	10	45	15	55	0	5	25	25
6	60	65	20	45	20	50	5	10	10	30
7	65	15	0	40	0	55	0	40	20	40
8	60	65	30	45	10	60	5	10	20	20
9	75	25	0	30	5	50	10	60	20	30
10	80	20	10	45	0	70	0	45	40	25
11	65	20	55	20	5	5	0	50	25	35
12	75	5	25	35	55	65	0	25	0	40
13	80	0	40	0	20	70	30	45	0	30
14	70	10	20	50	45	50	0	25	10	20
15	65	20	10	10	0	20	0	60	60	35
16	65	10	20	10	20	0	0	60	60	40
17	70	0	60	45	50	10	0	20	10	30
18	70	60	45	40	0	55	0	45	10	45
19	65	20	0	40	5	55	0	50	5	40
20	60	60	10	45	15	55	0	5	25	20
21	60	65	20	45	20	50	5	10	10	40
22	65	15	0	40	0	55	0	40	20	30
23	60	65	30	45	10	60	5	10	20	35
24	75	25	0	30	5	50	10	60	20	45
25	80	20	10	45	0	70	0	45	40	35
26	65	20	55	20	5	5	0	50	25	40
27	75	5	25	35	55	65	0	25	0	30
28	80	0	40	0	20	70	30	45	0	25
29	70	10	20	50	45	50	0	25	10	30
30	65	20	10	10	0	20	0	60	60	40

Задача 9

С точностью до 10^{-4} определить расстояние от точки **D** до плоскости треугольника **ABC** и определить координаты точки, расположенной на плоскости треугольника **ABC**, и ближайшей до точки **D**.

A(66;66;11)

B(44;15;55)

C(0;5;22)

D(11;44;55)

Изображаем треугольник, используя команду **3D POLY** – «Enter» и на появившиеся запросы вводим координаты вершин треугольника: **66,66,11** «Enter»; **44,15,55** «Enter»; **0,5,22** «Enter». Чтобы точка **D** на изображении была заметной соединим точку **D** малиновым цветом с вершинами треугольника: **3D POLY** – «Enter» - **C** – **11,44,55** - «Enter» - **B**. В итоге получаем Рис.9.1:

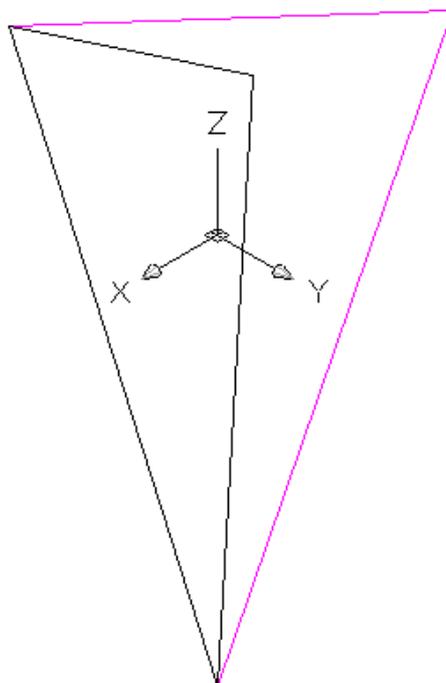


Рис.9.1

Очевидно, искомым расстоянием будет перпендикуляр, опущенный из точки **D** на плоскость треугольника **ABC**. Значит, из точки **D** необходимо провести прямую, перпендикулярную плоскости треугольника.

Для этого необходимо систему координат перенести в плоскость треугольника: активизируем команду , а далее

с помощью привязок фиксируем вершины треугольника:

- 1 – задаем положение начала координат;
- 2 – задаем положение оси **X**;
- 3 – задаем положение плоскости **XY**.

Для легкости восприятия заштрихуем плоскость треугольника:

изображаем штриховку с помощью команды , выбираем **ANSI 31**,

указываем зону штриховки, выделив плоскость треугольника ,
и получаем Рис.9.2:

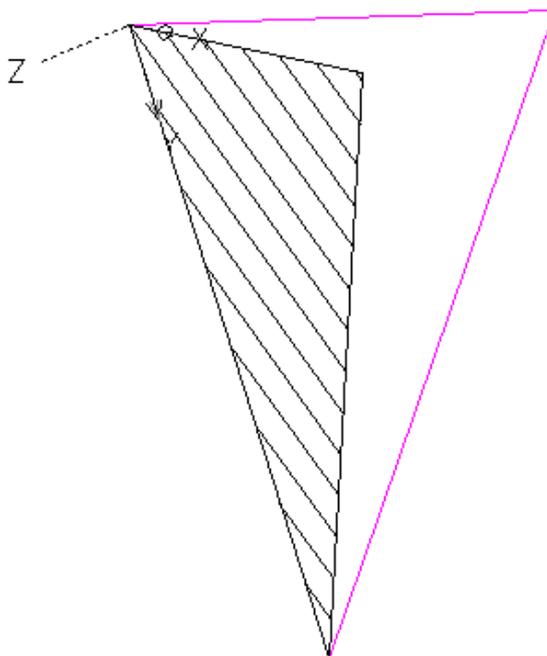


Рис.9.2

Теперь систему координат переносим в точку **D** : UCS – «Enter» - Or- **D** и поворачиваем ее на 90 градусов вокруг оси **X** «UCS - «Enter» - X – 90 - «Enter»». Далее зеленым цветом через точку **D** проводим вертикаль:

 - Ver – **D** - «Enter». В итоге получим рис. 9.3:

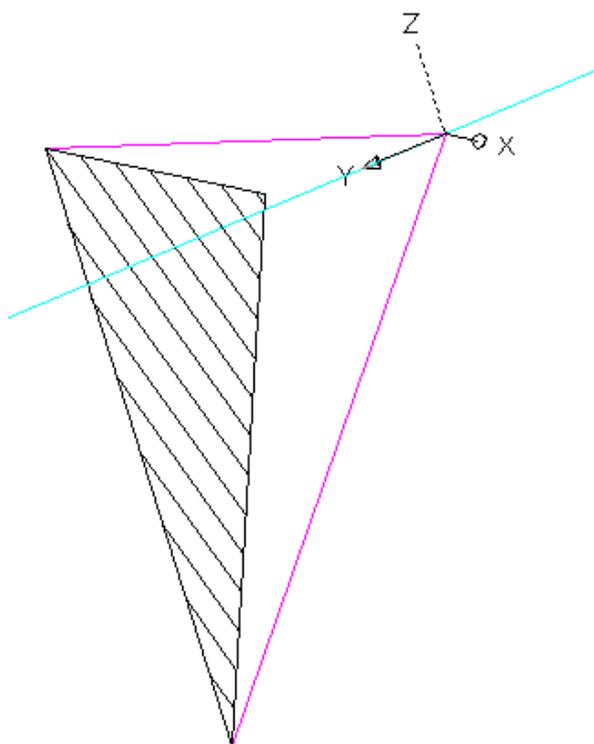


Рис.9.3

Для решения этой задачи в AutoCAD необходимы дополнительные построения, которые позволят применить возможности AutoCAD. Так как в AutoCAD можно получить линию пересечения геометрических тел, значит дополнительными построениями сведем нашу задачу к решению задачи пересечения геометрических тел. Для этого плоскость треугольника представим гранью треугольной призмы и чтобы в дальнейших построениях плоскость треугольника не перепутать с другими гранями отметим ее специальным опознавательным знаком, например, заштрихуем плоскость треугольника (см. Рис. 9.2).

Аналогично второй объект нашей задачи (прямую, перпендикулярную плоскости треугольника) представим ребром четырехугольной призмы и чтобы в дальнейших построениях его не перепутать с другими ребрами применяем разные цвета.

Вначале эти дополнительные построения могут показаться громоздкими и утомительными. На самом деле все значительно проще, а самое главное высокая точность результата и возможность визуального ощущения поднимают изучение (или исследование) на более высокий уровень.

Итак, прямую делаем ребром четырехугольной призмы. В начале с помощью команды  изображаем прямоугольник (см.Рис. 9.4):

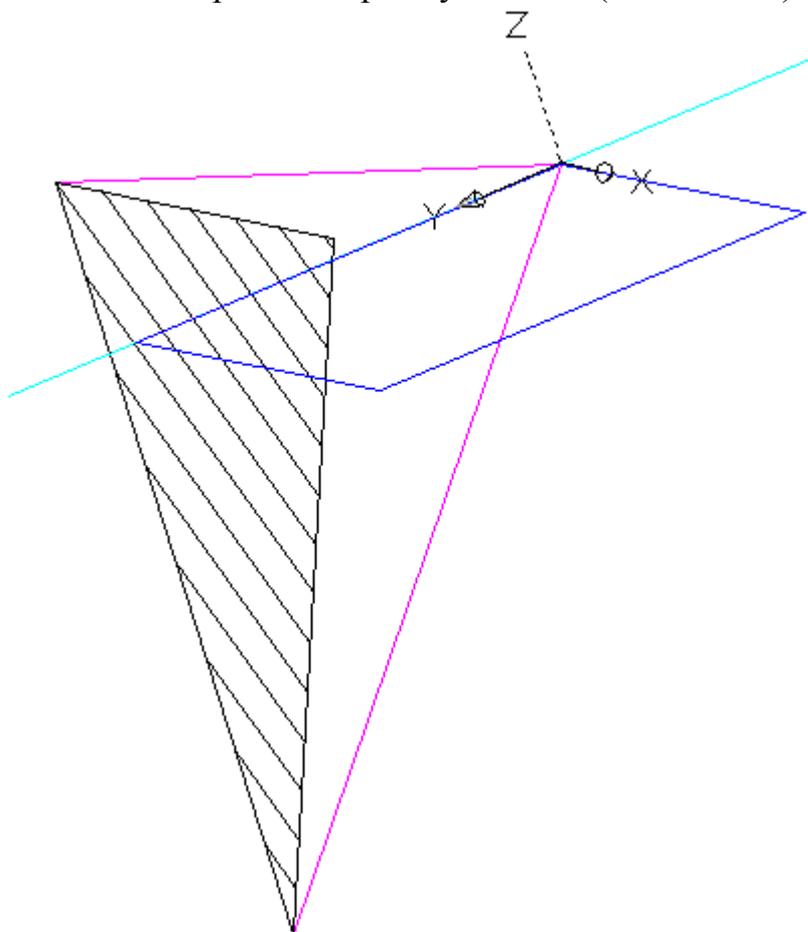


Рис.9.4

Далее с помощью команды **EXTRUDE** – «Enter» выделяем контур

прямоугольника «Enter» и визуально определяем высоту призмы: Рис.9.5

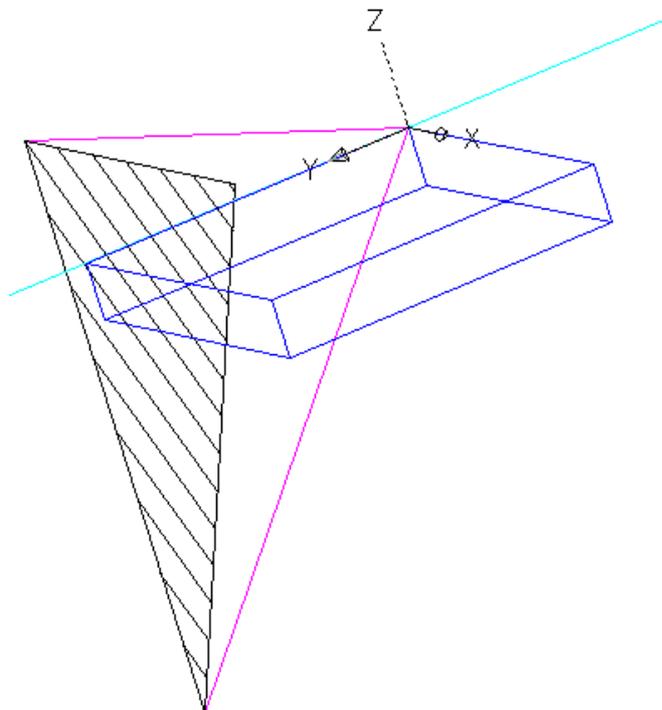


Рис. 9.5

А теперь превращаем треугольник **ABC** в призму.

И в этой же плоскости с помощью команды  проводим по привязкам контур исходного треугольника.

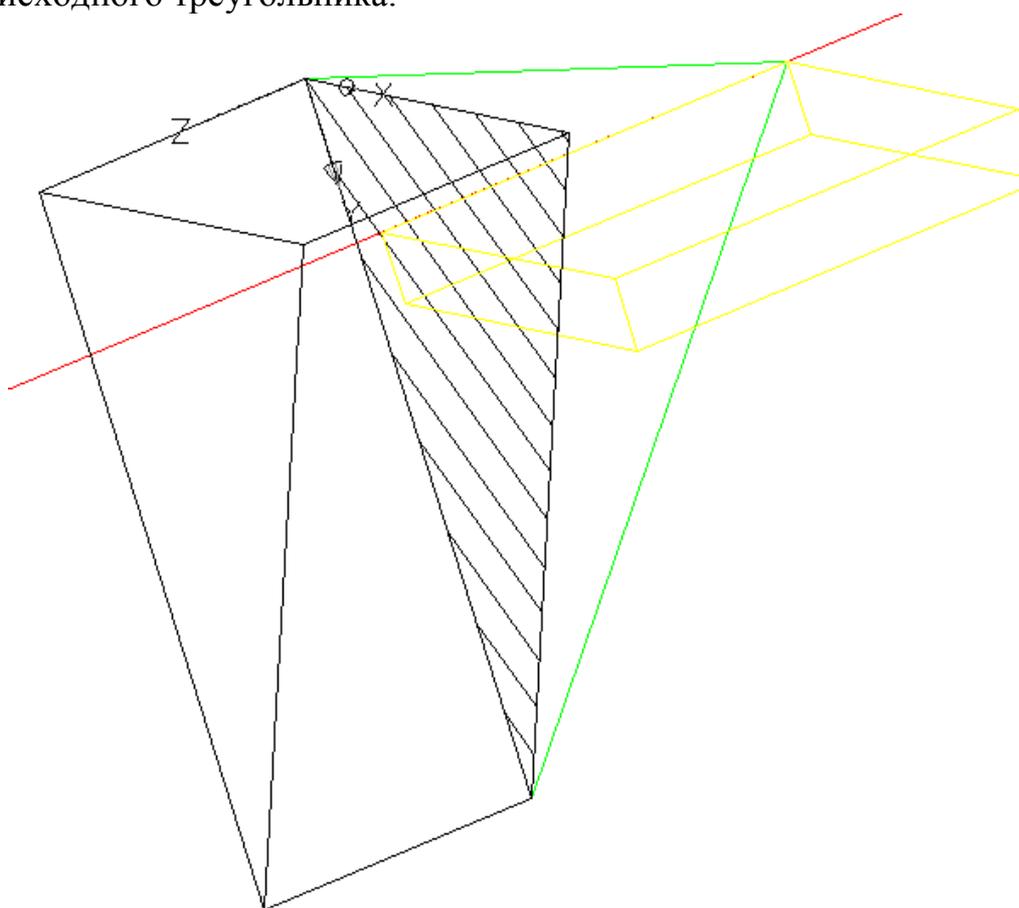


Рис. 9.6

С помощью команды  производим сложение полученных призм.

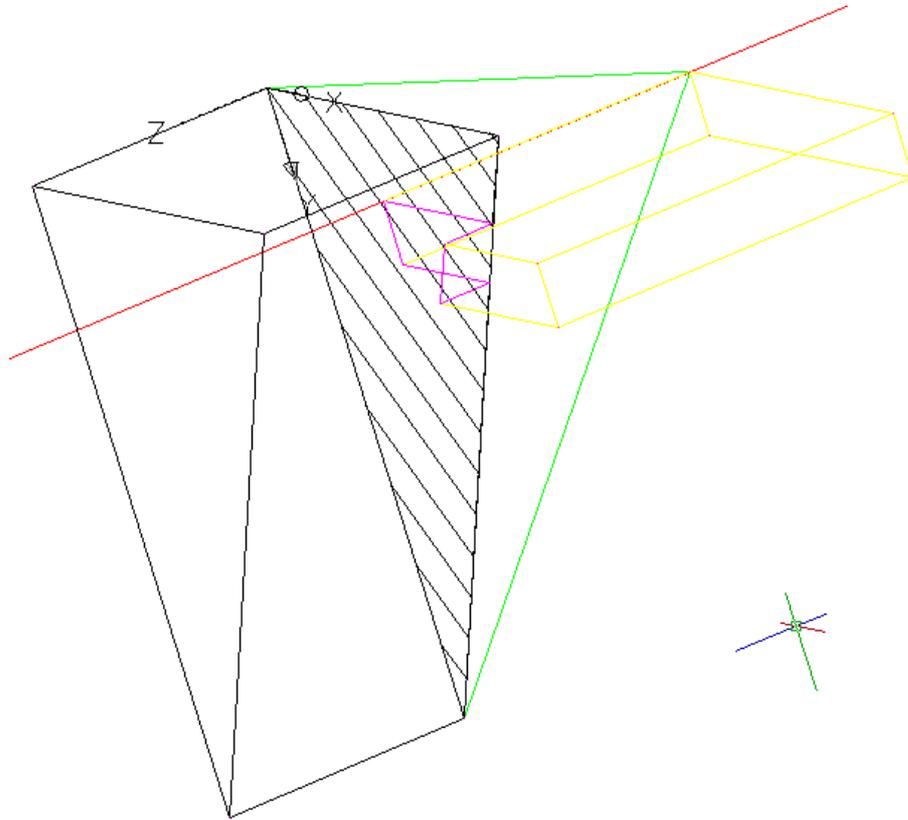


Рис. 9.7

Полученная линия пересечения геометрических тел и прямая, перпендикулярная плоскости треугольника, имеют одну общую точку, т.е. точку пересечения прямой с треугольником **ABC**. Это и есть основание перпендикуляра, опущенного из точки **D** на плоскость треугольника **ABC**.

Для облегчения восприятия синим цветом, с помощью команды  соединяем точку **D** с точкой пресечения красной линии с треугольником **ABC**. Теперь геометрические тела целесообразно из процесса исследования исключить, т.е. удалить, а лучше изначально их изображать в отдельном слое, который можно выключить(см. Рис. 9.8).

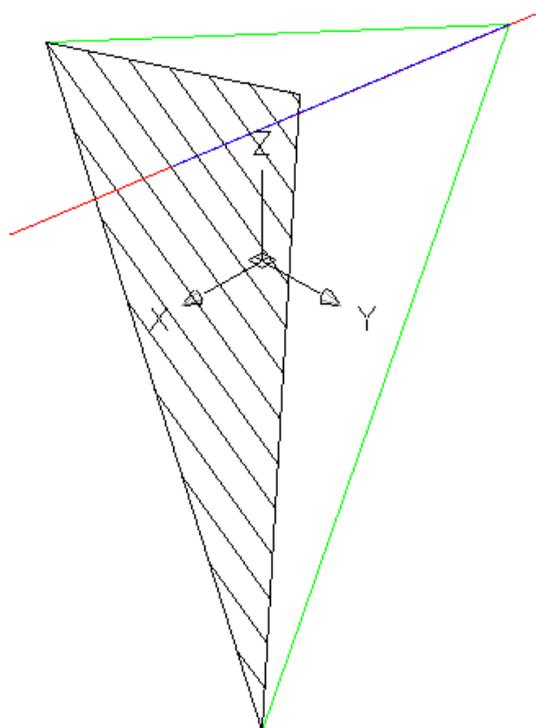


Рис. 9.8

В итоге остались изначальные треугольник **ABC** и прямая, перпендикулярная плоскости треугольника, а также точка пересечения. Осталось получить параметры синего отрезка.

Для этого систему координат возвращаем в мировое положение: **UCS** – «Enter»- **W**- «Enter». Далее с помощью команды **LIST** получаем координаты основания перпендикуляра : (**X**=30,9 ; **Y**=19,0 ; **Z**= 36,0) и его длину 37,1762 что совпадает с результатами, полученными аналитически.

Таблица индивидуальных заданий к задаче 9

№ варианта	координаты, мм											
	А			В			С			D		
	x	y	z	x	y	z	x	y	z	x	y	z
1	65	10	20	10	20	0	0	60	60	35	70	5
2	70	0	60	45	50	10	0	20	10	20	50	55
3	70	60	45	40	0	55	0	45	10	65	15	0
4	65	20	0	40	5	55	0	50	5	70	65	55
5	60	60	10	45	15	55	0	5	25	10	45	55
6	60	65	20	45	20	50	5	10	10	70	20	10
7	65	15	0	40	0	55	0	40	20	55	60	50
8	60	65	30	45	10	60	5	10	20	75	15	10
9	75	25	0	30	5	50	10	60	20	60	55	55
10	80	20	10	45	0	70	0	45	40	10	0	15
11	65	20	55	20	5	5	0	50	25	60	55	10
12	75	5	25	35	55	65	0	25	0	65	55	0
13	80	0	40	0	20	70	30	45	0	70	55	65
14	70	10	20	50	45	50	0	25	10	60	55	0
15	65	20	10	10	0	20	0	60	60	35	5	75
16	65	10	20	10	20	0	0	60	60	35	70	5
17	70	0	60	45	50	10	0	20	10	20	50	55
18	70	60	45	40	0	55	0	45	10	65	15	0
19	65	20	0	40	5	55	0	50	5	70	65	55
20	60	60	10	45	15	55	0	5	25	10	45	55
21	60	65	20	45	20	50	5	10	10	70	20	10
22	65	15	0	40	0	55	0	40	20	55	60	50
23	60	65	30	45	10	60	5	10	20	75	15	10
24	75	25	0	30	5	50	10	60	20	60	55	55
25	80	20	10	45	0	70	0	45	40	10	0	15
26	65	20	55	20	5	5	0	50	25	60	55	10
27	75	5	25	35	55	65	0	25	0	65	55	0
28	80	0	40	0	20	70	30	45	0	70	55	65
29	70	10	20	50	45	50	0	25	10	60	55	0
30	65	20	10	10	0	20	0	60	60	35	55	75

Задача 10

С точностью до 10^{-4} определить геометрические параметры проекции отрезка общего положения **MN** на заданную плоскость треугольника **ABC**.

A(79;40;86) **M**(52;70;41)

B(81;79;33) **N**(32;28;64)

C(-6;107;122)

Для перехода в пространство необходимо активизировать команду .

Изображаем треугольник, используя команду **3D POLY** – «Enter» и на появившиеся запросы вводим координаты вершин треугольника: **79,40,86** «Enter»; **81,79,33** «Enter»; **-6,107,122** «Enter»; замыкаем контур **C** – «Enter». Чтобы отрезок **MN** на изображении был заметным соединим точки **M** и **N** малиновым цветом: **3D POLY** – «Enter»; **52,70,41** - «Enter»; **32,28,64** - «Enter». В итоге получаем Рис.10.1:

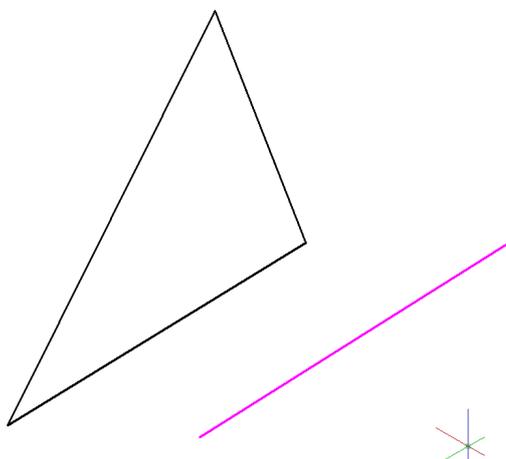


Рис.10.1

Проекцией точки на плоскость будет основание перпендикуляра, опущенного из этой точки на плоскость треугольника **ABC**. Чтобы получить проекцию отрезка **MN** необходимо построить проекции точек **M** и **N** на плоскость треугольника **ABC** и затем их соединить. Значит, из точек **M** и **N** необходимо провести прямые, перпендикулярные плоскости треугольника.

Для этого необходимо систему координат перенести в плоскость

треугольника: активизируем команду , а далее

с помощью привязок фиксируем вершины треугольника:

1 – задаем положение начала координат;

2 – задаем положение оси **X**;

3 – задаем положение плоскости **XУ**.

Для легкости восприятия и чтобы в дальнейших построениях плоскость треугольника не перепутать с другими гранями отметим ее специальным опознавательным знаком, например, заштрихуем плоскость треугольника (см. Рис.10.2).

Штриховку изображаем с помощью команды , выбираем ANSI 31, указываем зону штриховки, выделив плоскость треугольника, и получаем Рис.10.2:

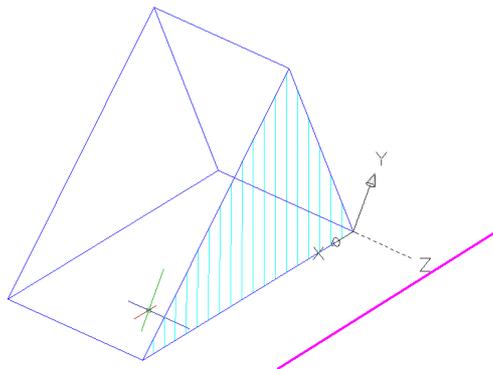


Рис.10.2

Теперь систему координат переносим в точку **N** :

Активизировать кнопку .

В ответ на запрос:

Specify new origin point <0,0,0>: указать точку **N**.

Поворот системы координат вокруг оси **X**:

Активировать кнопку .

В ответ на запрос ввести угол поворота:

Specify rotation angle about X axis <90>: ↓

Далее красным цветом через точки **M** и **N** проводим вертикали:

 - Ver – **M** и **N** - «Enter». В итоге получим Рис.10.3:

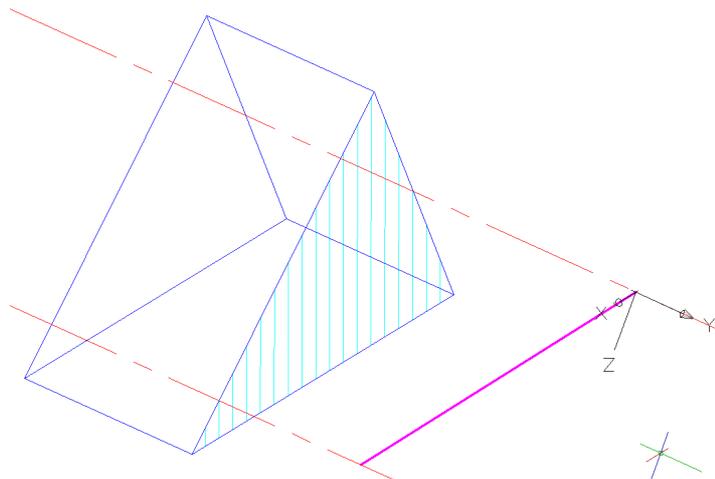


Рис.10.3

Для решения этой задачи в AutoCAD необходимы дополнительные построения, которые позволят применить возможности AutoCAD. Так как в AutoCAD можно получить линию пересечения геометрических тел, значит дополнительными построениями сведем нашу задачу к решению задачи пересечения геометрических тел. Для этого плоскость треугольника

представим гранью треугольной призмы (см. Рис.10.3). Аналогично второй объект нашей задачи (прямые, перпендикулярные плоскости треугольника) представим гранью четырехугольной призмы и чтобы в дальнейших построениях их не перепутать с другими ребрами применяем разные цвета.

Вначале эти дополнительные построения могут показаться громоздкими и утомительными. На самом деле все значительно проще, а самое главное высокая точность результата и возможность визуального ощущения поднимают изучение (или исследование) на более высокий уровень.

Итак, прямые делаем гранью четырехугольной призмы. Для этого необходимо перенести систему координат в плоскость прямых, перпендикулярных плоскости треугольника. К двум известным точкам этой плоскости (точки **M** и **N**) добавим третью, которую получаем с помощью команды **CIRCLE**  (изображаем окружность произвольного радиуса) (см. Рис.10.4):

Поворот системы координат.

Активизировать кнопку  или ввести команду **UCS** \downarrow **3P** \downarrow , а далее с помощью привязок фиксируем точки **M** и **N** и точку пересечения окружности и прямой:

- 1 – задаем положение начала координат;
- 2 – задаем положение оси **X**;
- 3 – задаем положение плоскости **XY**.

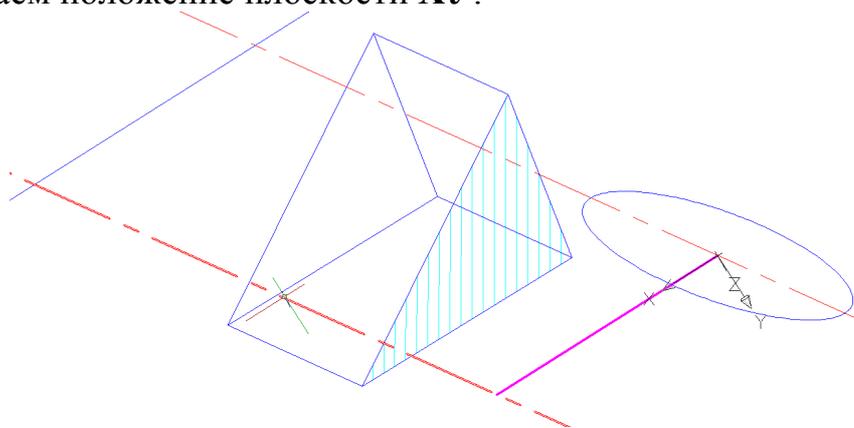


Рис.10.4

Теперь ограничим плоскость

Проведем параллельную прямую: 

Offset

88 \downarrow

Выделяем сиреневый отрезок **MN**.

Указываем примерное место прямой  (см. Рис.10.4).

Переходим на сиреневый цвет и с помощью команды **POLYLINE**  по привязкам получаем четырехугольник – будущую грань четырехугольной призмы (см. Рис.10.5), которую получаем с помощью команды

EXTRUDE – «Enter»;

выделяем контур четырехугольника – «Enter»;

и визуально определяем высоту призмы: Рис.10.5

Аналогично треугольник **ABC** был превращен в призму(см. Рис.10.2).

И в этой же плоскости с помощью команды  по привязкам необходимо выделить контур исходного треугольника.

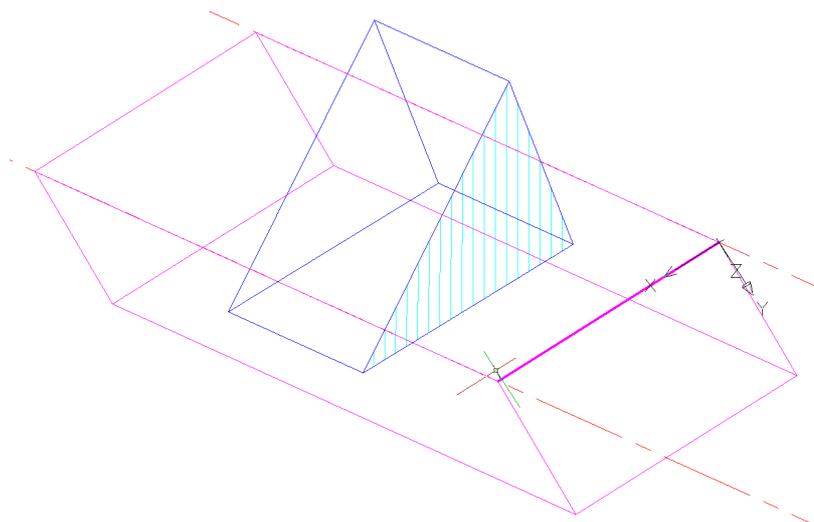


Рис.10.5

С помощью команды  производим сложение полученных призм.

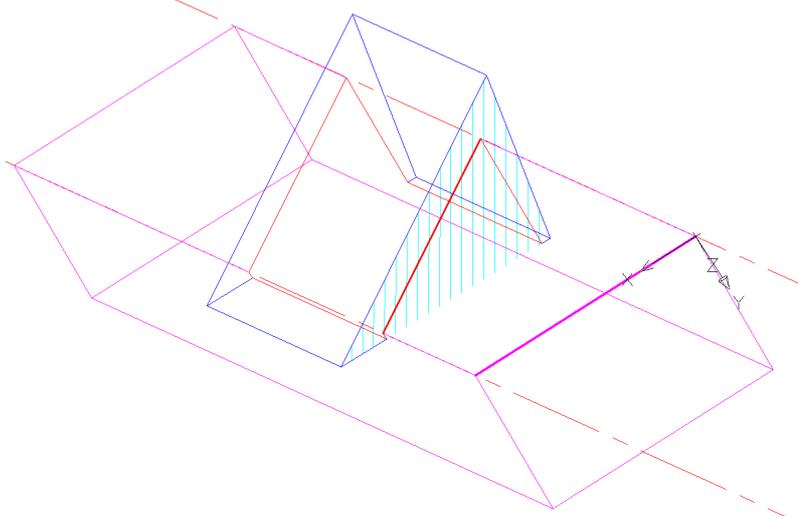


Рис.10.6

На полученной линии пересечения геометрических тел для облегчения восприятия красным цветом, с помощью команды  выделяем проекцию **mn**. Это и есть проекция отрезка общего положения **MN** на заданную плоскость треугольника **ABC**.

Теперь геометрические тела целесообразно из процесса исследования исключить, т.е. удалить, а лучше изначально их изображать в отдельном слое, который можно выключить (см. Рис.10.7).

В итоге остались изначальные треугольник **ABC** и отрезок общего положения **MN**, а также проекция **mn** этого отрезка на заданную плоскость треугольника **ABC**.

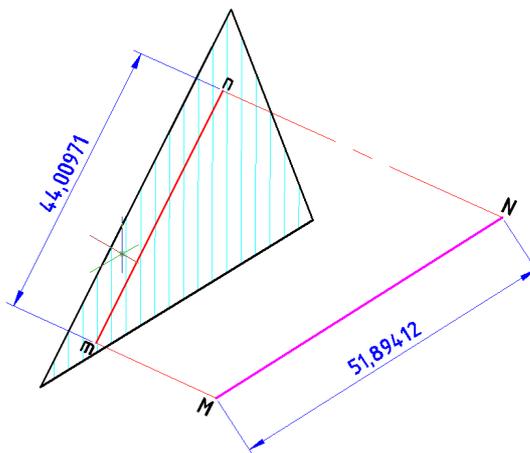


Рис.10.7

Осталось получить геометрические параметры проекции **mn** .

Для этого систему координат возвращаем в мировое положение:
UCS – «Enter»- W- «Enter».

С помощью команды **LIST** ↓ определяем координаты точек **m** и **n**:

X=63,9703; **Y**= 56,6023; **Z**= 86,2534

X=65,7788; **Y**=82,3273; **Z**= 50,5910

А также расстояние между ними: 44,0097

Перепады координат:

Delta **X**=1,8085; Delta **Y**= 25,7249; Delta **Z**=-35,6625

И угол наклона проекции **mn** к плоскости **XY**: 306.

Полученные результаты совпадают с решением традиционным, однако следует отметить, что:

- точность выше;
- оперативность выше;
- доступность решения тоже выше.

Начинающему метод решения, применяемый в классической геометрии, более труден и специфичен, а моделируя в **AutoCAD**, любой ощущает и понимает суть задачи.

Таблица индивидуальных заданий к задаче 10

№ варианта	координаты, мм														
	А			В			С			М			N		
	x	y	z	x	y	z	x	y	z	x	y	z	x	y	z
1	80	90	65	30	25	100	0	80	35	70	35	40	50	10	40
2	72	93	70	30	44	55	66	60	44	50	27	60	52	17	55
3	65	95	75	30	60	10	120	40	50	30	20	80	55	25	70
4	50	87	85	66	44	33	99	66	33	25	30	66	53	33	55
5	35	80	95	105	30	55	75	90	15	20	40	50	50	40	35
6	44	50	63	66	37	73	90	88	37	55	42	55	60	37	62
7	55	20	30	25	45	90	105	85	40	95	45	60	70	15	90
8	37	25	37	63	27	90	77	77	66	95	47	53	72	44	60
9	20	30	45	100	10	90	45	60	90	95	50	45	75	75	30
10	60	60	63	70	22	95	33	77	66	82	33	33	85	55	30
11	100	90	80	40	35	100	20	90	40	70	20	20	95	40	30
12	66	55	75	52	60	60	60	80	63	66	60	55	63	66	52
13	30	35	70	65	85	20	100	70	85	55	100	85	30	90	85
14	35	55	33	88	60	22	95	88	77	55	63	77	30	63	72
15	40	80	0	110	35	25	90	95	70	55	25	70	30	35	55
16	30	70	40	100	37	60	66	55	55	88	52	66	60	66	40
17	20	90	80	90	20	95	40	20	40	115	80	40	90	95	25
18	22	88	47	100	20	60	45	25	60	93	77	60	90	93	45
19	25	85	15	110	20	25	50	30	80	70	75	80	90	70	65
20	66	60	37	82	55	52	47	33	47	82	70	55	80	77	42
21	105	35	60	55	90	80	35	35	10	95	65	30	70	85	20
22	73	50	70	65	57	45	63	66	30	93	52	57	90	70	45
23	40	65	80	75	25	10	90	100	50	90	40	85	110	55	70
24	50	50	90	88	63	35	57	82	50	90	40	55	90	40	50
25	60	35	100	100	100	60	25	65	50	90	40	30	70	25	30
26	45	50	52	100	63	50	42	77	66	93	60	27	70	53	22
27	30	65	5	100	25	40	60	90	80	95	80	25	70	80	15
28	50	77	20	97	27	57	52	90	90	66	60	35	44	66	40
29	70	90	35	95	30	75	25	90	100	40	40	45	20	50	65
30	75	90	50	63	27	88	13	85	66	55	37	42	33	30	55

Задача 11

Получить натуральную форму, периметр и площадь сечения цилиндра плоскостью по заданным размерам (Рис.11.0). Получить пространственное изображение усечённого цилиндра.

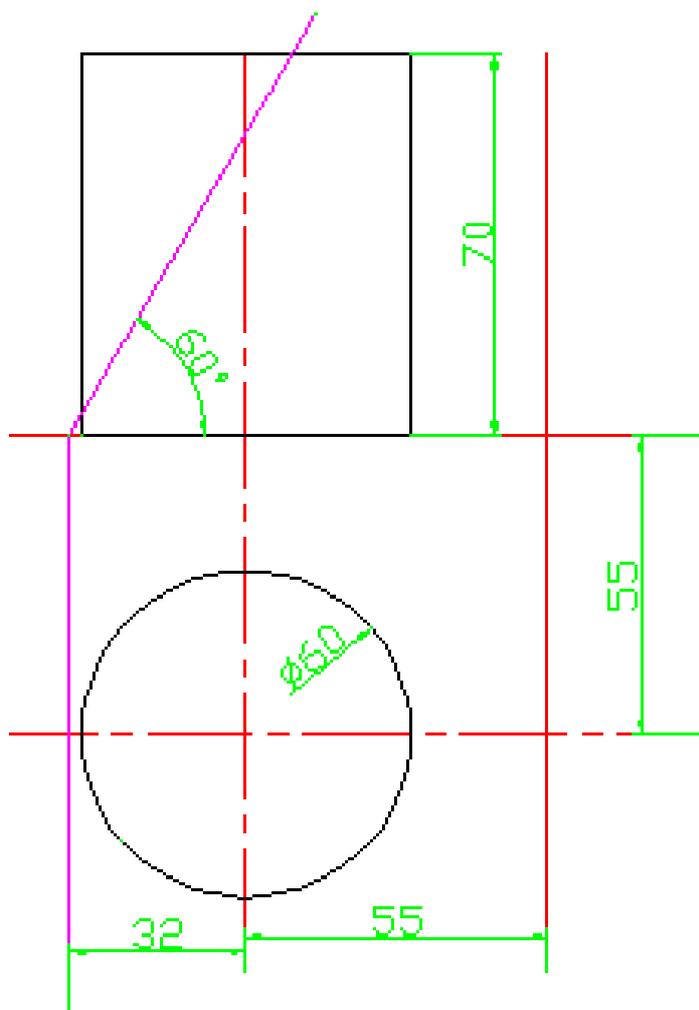


Рис.11.0

Для определённости введём координаты положения центра основания тела: (55;55;0).

Алгоритм решения задачи

1. Переход в пространство.

Активизировать кнопку .

2. Построение осей.

Предварительно необходимо изменить цвет линий на красный и тип линий на штрихпунктирный.

Активизировать команду **XLINE** .

В ответ на запрос:

Specify a point or [Hor/Ver/Ang/Bisect/Offset]: в боковом экранном меню активизировать опцию **Horizont** - построение горизонтальной прямой.

В ответ на следующий запрос:

Specify through point: указать любую точку на плоскости **XY** ↵.

Повторно активизировать команду **XLINE**, нажав ↵.

В ответ на запрос:

Specify a point or [Hor/Ver/Ang/Bisect/Offset]: в боковом экранном меню активизировать опцию **Vertical** - построение вертикальной прямой.

В ответ на следующий запрос:

Specify through point: указать любую точку на плоскости **XY** ↵.

3. Перенос **UCS** в точку пересечения осей.

Активизировать кнопку .

В ответ на запрос:

Specify new origin point <0,0,0>: указать точку пересечения осей.

4. Построение цилиндра.

Активизировать команду **CYLINDER** .

В ответ на запрос ввести координаты центра основания цилиндра:

Specify center point of base or [3P/2P/Ttr/Elliptical]: **55,55,0** ↵.

В ответ на следующий запрос указать радиус основания:

Specify base radius or [diameter]: **30** ↵.

В ответ на следующий запрос задать высоту цилиндра:

Specify height or [2point/Axis endpoint]: **70** ↵.

Изображение:

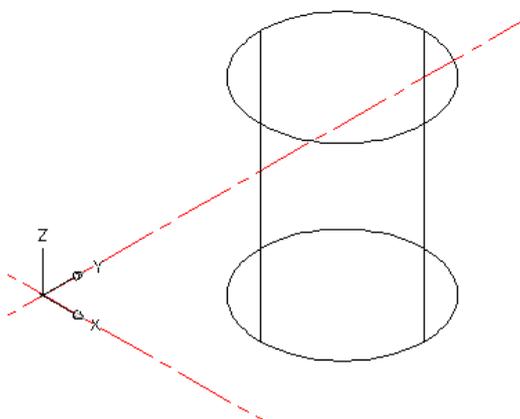


Рис.11.1

5. Выделение трёх точек для секущей плоскости.

5.1. Для этого нужно провести горизонтальный след плоскости и ограничить его произвольной точкой.

Активизировать команду **XLINE** .

В ответ на запрос:

Specify a point or [Hor/Ver/Ang/Bisect/Offset]: в боковом экранном меню активизировать опцию **Horizont** - построение горизонтальной прямой.

В ответ на следующий запрос указать координаты точки, через которую должен проходить горизонтальный след:

Specify through point: **87,0 ,0** ↵.

Активизировать команду **CIRCLE** .

В ответ на запрос:

Specify center point for circle or [3P/2P/Ttr (tan tan radius)]: указать точку начала координат.

В ответ на следующий запрос:

Specify radius of circle or [diameter]: указать точку пересечения горизонтального следа и горизонтальной оси.

Повторно активизировать команду **CIRCLE**, нажав ↵.

В ответ на запрос:

Specify center point for circle or [3P/2P/Ttr (tan tan radius)]: указать точку пересечения горизонтального следа и горизонтальной оси.

В ответ на следующий запрос:

Specify radius of circle or [diameter]: указать точку начала координат.

Активизировать кнопку .

В ответ на запрос:

Select arc or circle: выделить одну из окружностей ↵.

В итоге получим изображение, представленное на Рис.11.2.

Чтобы построить вертикальную прямую необходимо предварительно активизировать кнопку .

В ответ на запрос:

Specify rotation angle about X axis <90>: ↵.

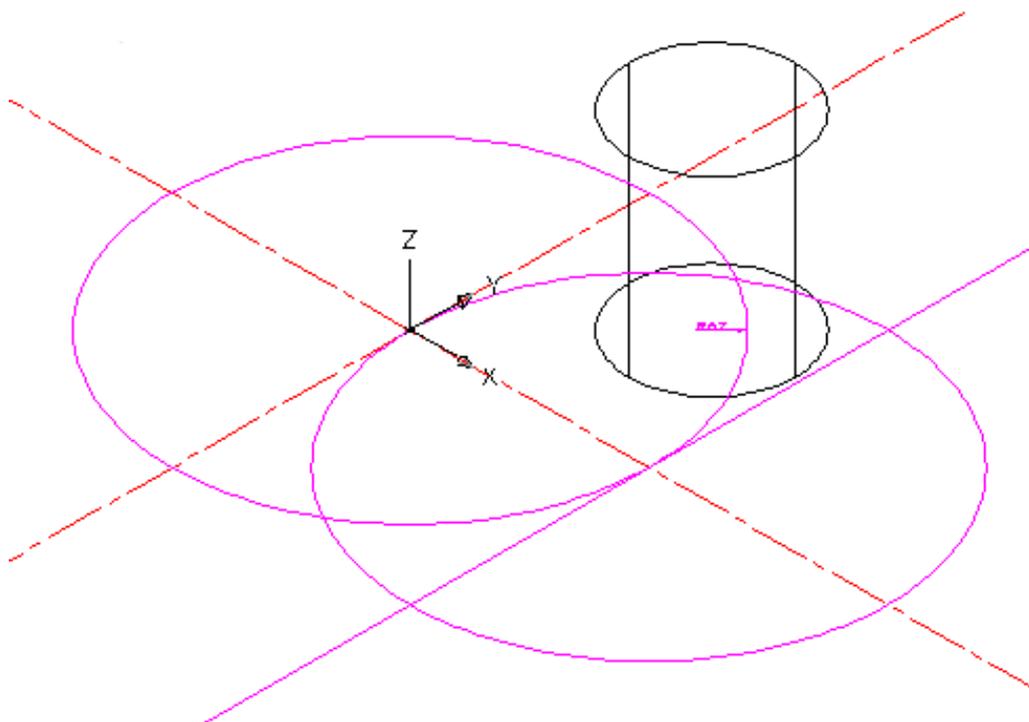


Рис.11.2

Активизировать команду **XLINE** .

В ответ на запрос:

Specify a point or [Hor/Ver/Ang/Bisect/Offset]: в боковом экранном меню активизировать опцию **Vertical** - построение вертикальной прямой.

В ответ на следующий запрос:

Specify through point: указать точку начала координат ↵.

5.2. Построение фронтального следа секущей плоскости.

Активизировать команду **XLINE** .

В ответ на запрос:

Specify a point or [Hor/Ver/Ang/Bisect/Offset]: в боковом экранном меню активизировать опцию **Angle** - построение прямой с заданным углом наклона.

В ответ на следующий запрос ввести угол наклона фронтального следа:

Enter angle of xline (0) or [Reference]: **120** ↵.

В ответ на следующий запрос:

Specify through point: указать точку пересечения горизонтального следа секущей плоскости и горизонтальной оси ↵.

Изображение:

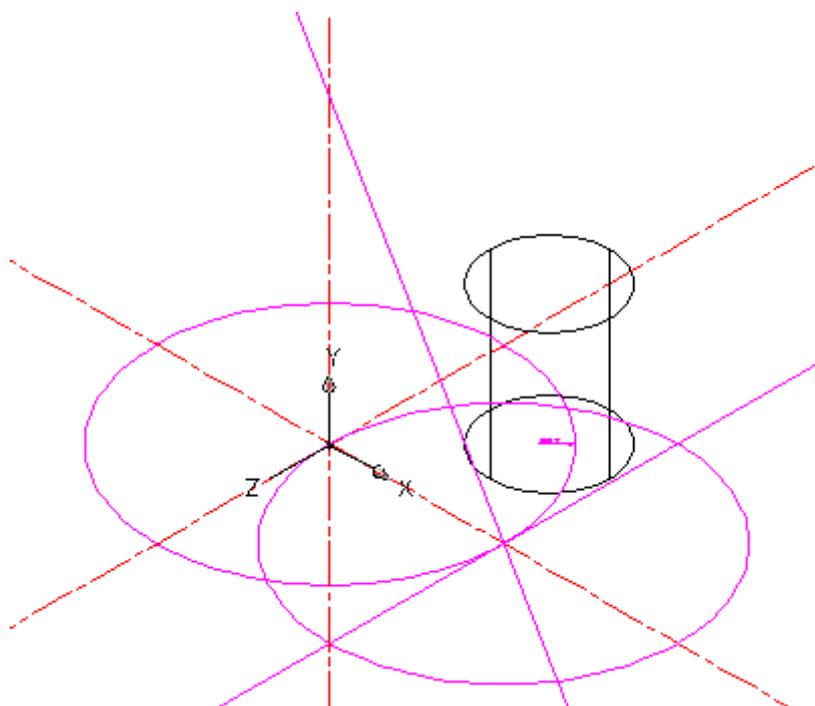


Рис.11.3

5.3. Теперь полученные три точки можно изобразить треугольником, а дополнительные построения удалить.

Предварительно надо поменять цвет линий на синий для удобства восприятия.

Активизировать команду **3DPOLY**.

В ответ на запрос:

Specify start point of polyline: указать точку пересечения горизонтального и фронтального следов секущей плоскости.

В ответ на следующий запрос:

Specify endpoint of line or [Undo]: указать точку пересечения фронтального следа секущей плоскости с вертикальной прямой ↴.

В ответ на следующий запрос:

Specify endpoint of line or [Undo]: указать точку пересечения горизонтального следа секущей плоскости с окружностью ↴.

В ответ на следующий запрос:

Specify endpoint of line or [Undo]: указать первую точку ↵↵.

Изображение:

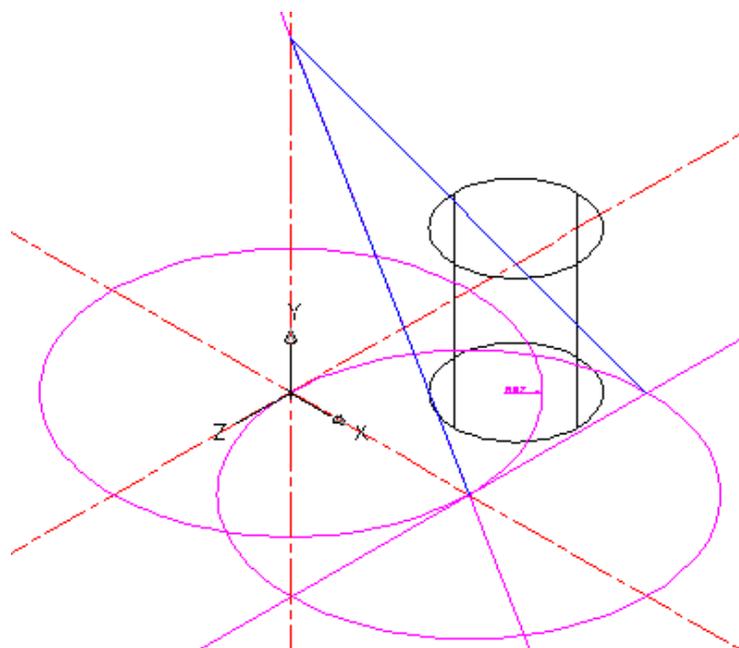


Рис.11.4

5.4.Изображение секущей плоскости.

Активизировать команду **SECTION**.

В ответ на запрос:

Select objects: выделить цилиндр ↵.

В ответ на следующий запрос:

Specify first point on Selection plane by

[Objects/Zaxis/View/XY/YZ/ZX/3points] <3 points>: в боковом экранном меню активизировать опцию **3 Point**, поочерёдно отметить 3 точки - вершины выделенного треугольника.

5.5.Выполнение штриховки.

Активизировать команду **HATCH** .

В появившемся окне диалога активизировать опцию **Pattern** (структура), в появившемся списке выбрать штриховку, установить шаг штриховки и угол; выбрать опцию Add select objects и курсором указать замкнутую область ↵ **OK** ↵.

5.6.Удаление вспомогательных построений.

С помощью команды **DELETE** удалить вспомогательные окружности, горизонтальный и фронтальный следы секущей плоскости.

Изображение:

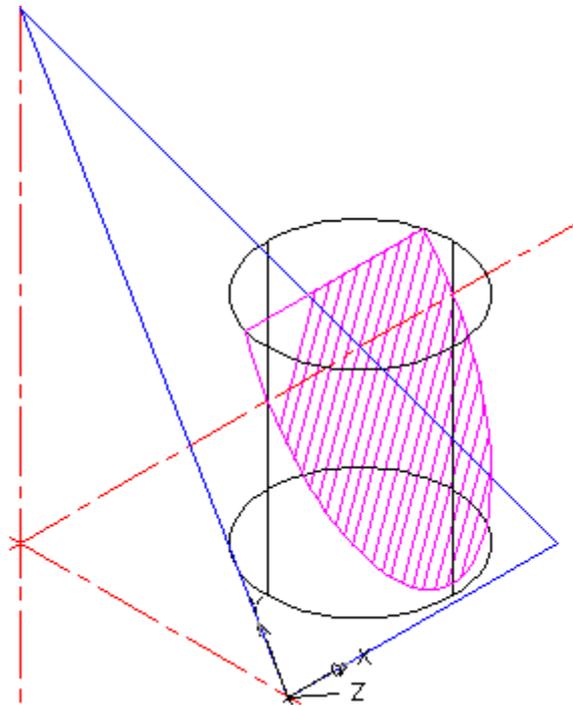


Рис.11.5

6. Определение периметра и площади сечения.

Активизировать команду **LIST**.

В ответ на запрос *Select objects*: указать контур сечения ↵.

В появившемся окне диалога (см.Рис.11.6) получаем результаты требуемых параметров:

$$S=3823.7752; P=236.6918$$

В этой и следующей задачах секущая плоскость задана следами. Чтобы построить сечение необходимо предварительно установить в этой плоскости пользовательскую систему координат, для этого выделяют любые три точки этой плоскости (очевидные, характерные, лежащие на следах, точки пересечения следов плоскости с осями координат и т.д.). В этой задаче три точки получены дополнительными геометрическими построениями, в следующей задаче на задании выполнили простановку размеров, тогда координаты характерных точек стали очевидными, а изображение плоскости получилось более оперативным.

Если секущая плоскость задана геометрической фигурой, то в этом случае тремя точками можно выбрать любые три вершины этой фигуры.

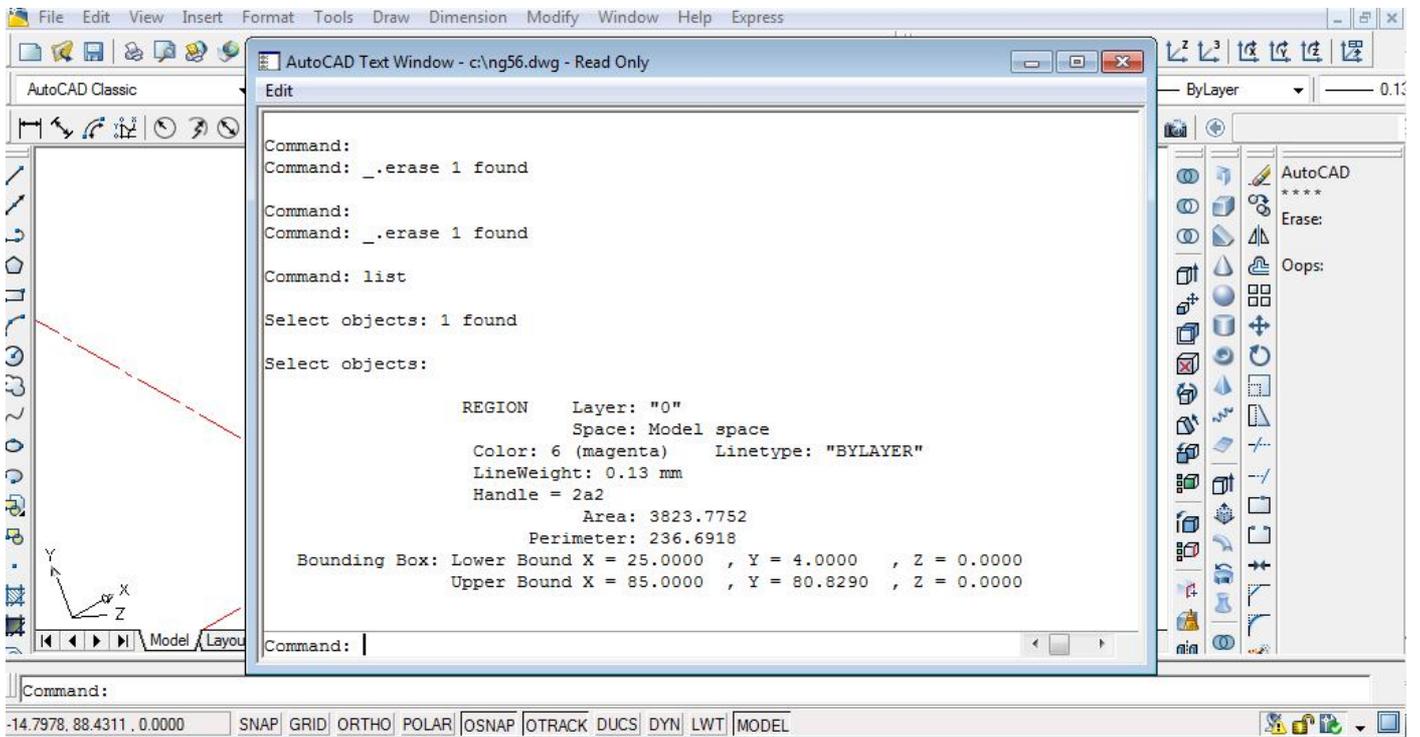


Рис.11.6

7. Получение пространственного изображения усечённого цилиндра.

Для получения пространственного изображения необходимо воспользоваться «ящиком» (команда **BOX**).

8. Построение параллелепипеда.

Активизировать команду **BOX** .

В ответ на запрос:

Specify first corner or [Center] : указать начало координат.

Высоту, длину и ширину достроить визуально.

При помощи команды **MOVE**  перетащить сечение.

Изображение:

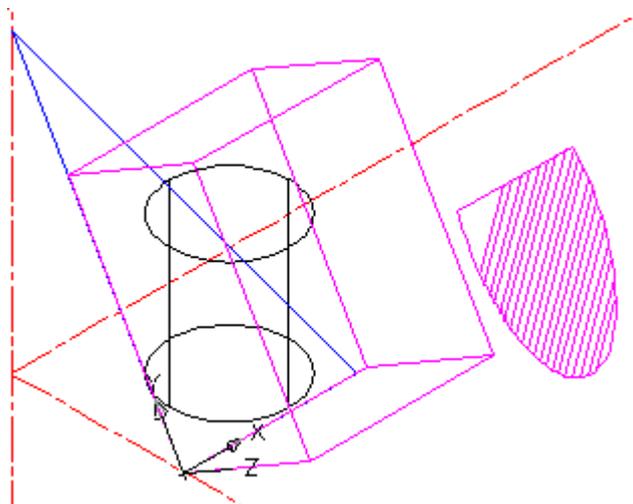


Рис.11.7

9. Получение усечённого цилиндра.

Активизировать команду **SUBTRACT** .

В ответ на запрос:

Select objects: выделить цилиндр ↵.

В ответ на следующий запрос:

Select objects: выделить параллелепипед ↵.

Изображение:

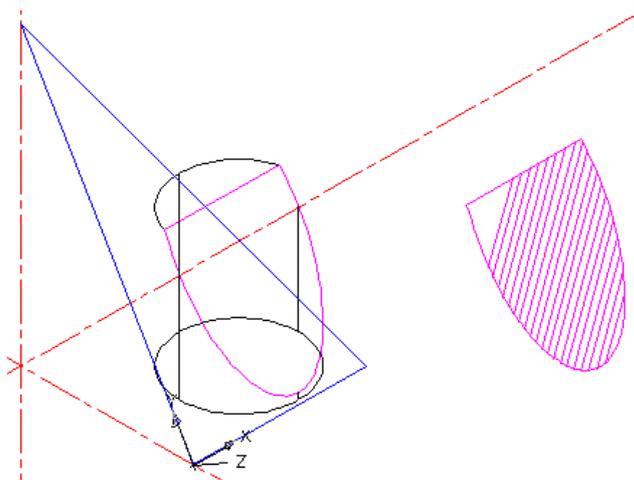


Рис.11.8

10. Выбор ракурса просмотра усечённого цилиндра.

Активизировать команду **3DORBIT**.

Курсором выбрать более удачный ракурс ↵.

Активизировать команду **HIDE** ↵.

Изображение:

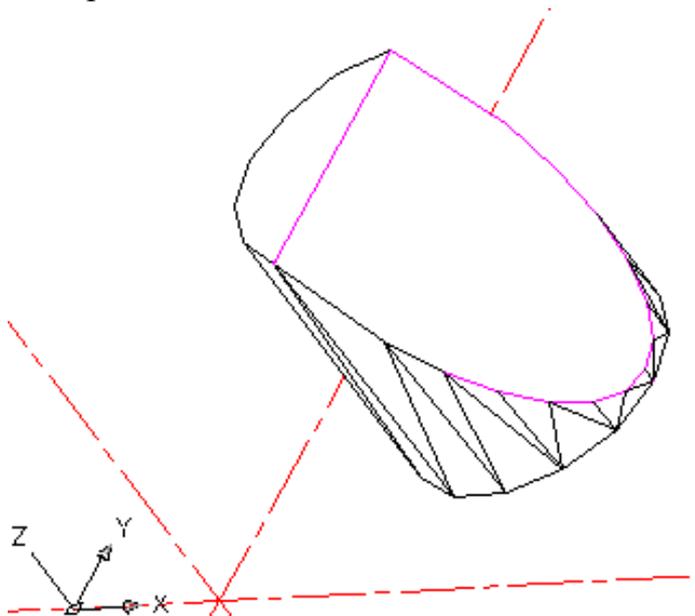
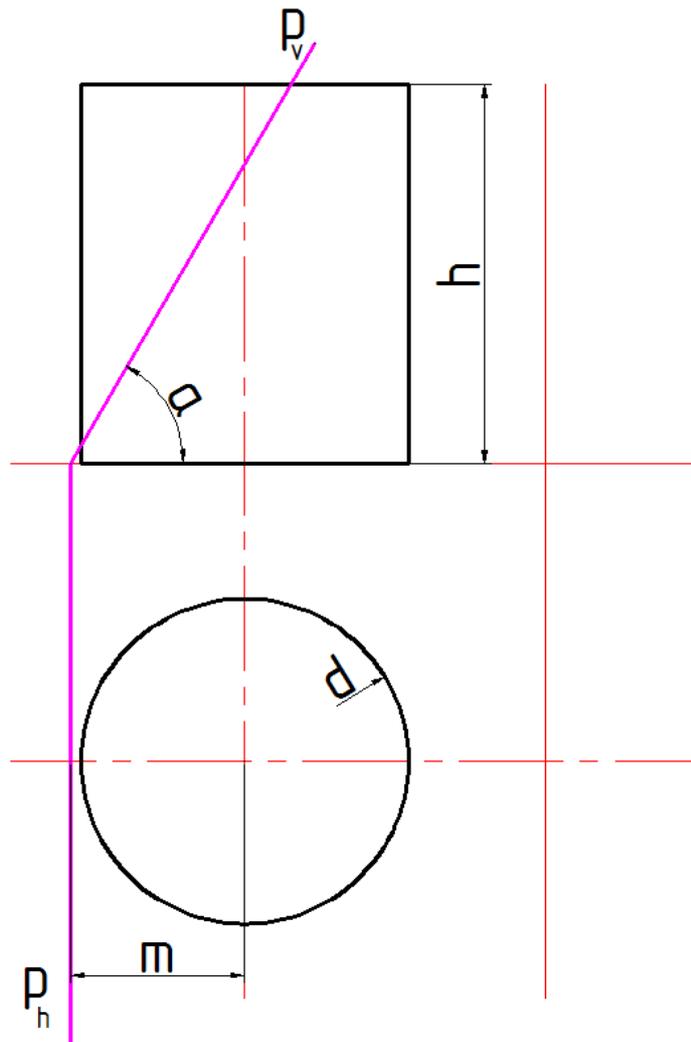


Рис.11.9

Таблица индивидуальных заданий к задаче 11

№ варианта	размеры, мм			
	d	h	m	α^0
1	60	70	32	60
2	58	65	42	45
3	54	72	40	45
4	62	68	33	60
5	60	70	32	60
6	58	65	42	45
7	54	72	40	45
8	62	68	33	60
9	60	70	32	60
10	58	65	42	45
11	54	72	40	45
12	62	68	33	60
13	60	70	32	60
14	58	65	42	45
15	54	72	40	45
16	62	68	33	60
17	60	70	32	60
18	58	65	42	45
19	54	72	40	45
20	62	68	33	60
21	60	70	32	60
22	58	65	42	45
23	54	72	40	45
24	62	68	33	60
25	60	70	32	60
26	58	65	42	45
27	54	72	40	45
28	62	68	33	60
29	60	70	32	60
30	58	65	42	45

Рисунок для таблицы индивидуальных заданий к задаче 11



Задача 12

Получить натуральную форму, периметр и площадь сечения конуса плоскостью по заданным размерам (Рис.12.0)

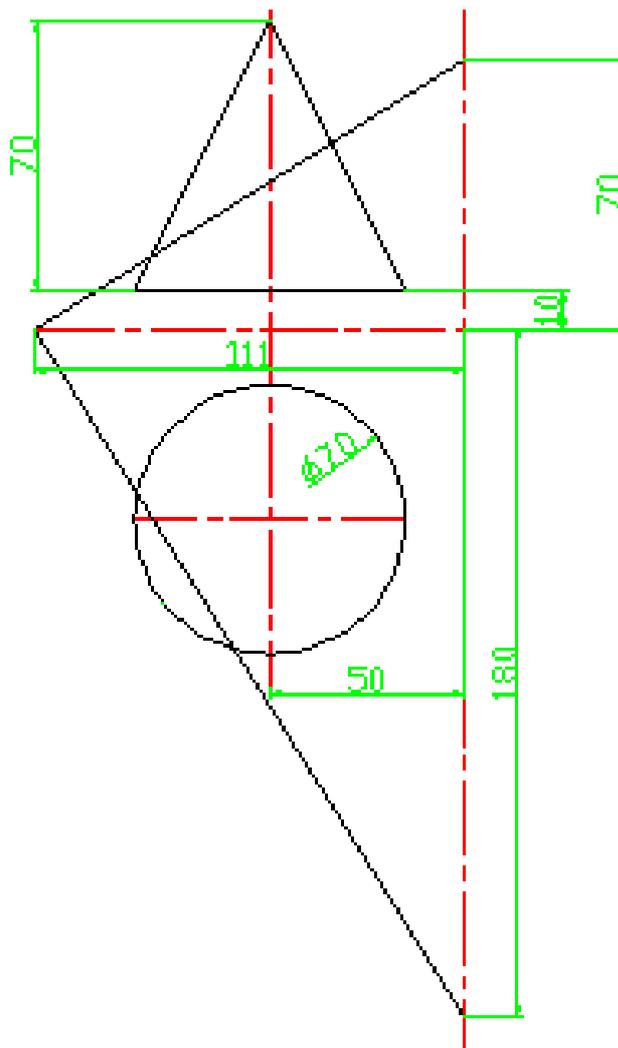


Рис.12.0

Алгоритм решения задачи

1. Переход в пространство.

Активизировать кнопку  или активизировать команду **VPOINT**.

В ответ на запрос ввести:

Specify a view point or [Rotate] <display compass and tripod>: **1,1,1** ↵.

2. Построение осей.

Предварительно необходимо изменить цвет линий на красный и тип линий на штрихпунктирный.

Активизировать команду **XLINE** .

В ответ на запрос:

Specify a point or [Hor/Ver/Ang/Bisect/Offset]: в боковом экранном меню активизировать опцию **Horizont** - построение горизонтальной прямой.

В ответ на следующий запрос:

Specify through point: указать любую точку на плоскости **XY** ↵.

Повторно активизировать команду **XLINE**, нажав ↵.

В ответ на запрос:

Specify a point or [Hor/Ver/Ang/Bisect/Offset]: в боковом экранном меню активизировать опцию **Vertical** - построение вертикальной прямой.

В ответ на следующий запрос:

Specify through point: указать любую точку на плоскости **XY** ↵.

3. Перенос **UCS** в точку пересечения осей.

Активизировать кнопку .

В ответ на запрос:

Specify new origin point <0,0,0>: указать точку пересечения осей.

4. Построение конуса.

Активизировать команду **CONE** .

В ответ на запрос ввести координаты центра основания конуса:

Specify center point of base or [3P/2P/Tr/Elliptical]: **50,50,10** ↵.

В ответ на следующий запрос указать радиус основания:

Specify base radius or [diameter]: **35** ↵.

В ответ на следующий запрос задать высоту конуса:

Specify height or [2point/Axis endpoint/Top radius]: **60** ↵.

5. Перенос **UCS** в секущую плоскость.

Активизировать кнопку .

В ответ на запрос ввести:

Specify new origin point: **111, 0, 0** ↵.

В ответ на следующий запрос ввести:

Specify point on positive of X-axis: **0,180,0** ↵.

В ответ на следующий запрос ввести:

Specify point on positive – Y portion of the UCS XY plane: **0,0,70** ↵.

6. Построение параллелепипеда.

Активизировать команду **BOX** .

В ответ на запрос ввести координаты одного из углов:

Specify first corner or [Center] : **0,0,0** ↵.

Высоту, длину и ширину достроить визуально.

Изображение:

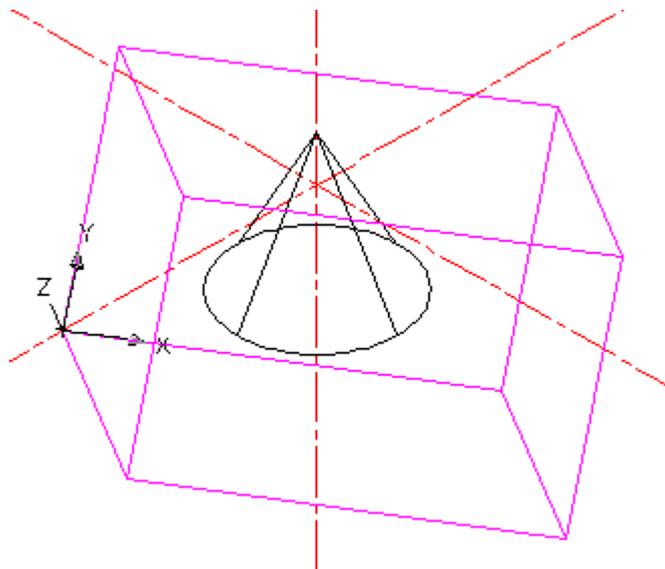


Рис.12.1

7. Получение формы сечения.

Активизировать команду **SUBTRACT** .

В ответ на запрос:

Select objects: выделить конус ↴.

В ответ на следующий запрос:

Select objects: выделить параллелепипед ↴.

Изображение:

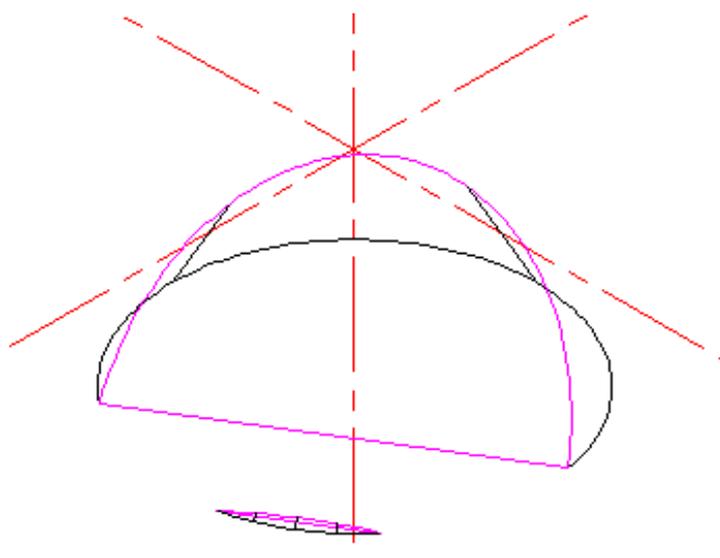


Рис.12.2

Примечание

Проще и нагляднее зафиксировать точки на осях; провести через них отрезки (следы плоскости) и с помощью команды **SECTION** получить сечение. Для этого после пункта 4 (построение конуса):

1. Активизировать команду **3DPOLY**.

В ответ на запрос ввести координаты первой точки:

Specify start point of polyline: **0, 180, 0** ↵.

В ответ на следующий запрос ввести координаты второй точки:

Specify endpoint of line or [Undo]: **111, 0, 0** ↵.

В ответ на следующий запрос ввести координаты третьей точки:

Specify endpoint of line or [Undo]: **0, 0, 70** ↵ ↵.

2. Активизировать команду **SECTION**

В ответ на запрос:

Select objects: выделить конус ↵.

В ответ на следующие запросы поочередно фиксировать 3 точки ↵.

На полученном сечении выполнить штриховку.

Изображение:

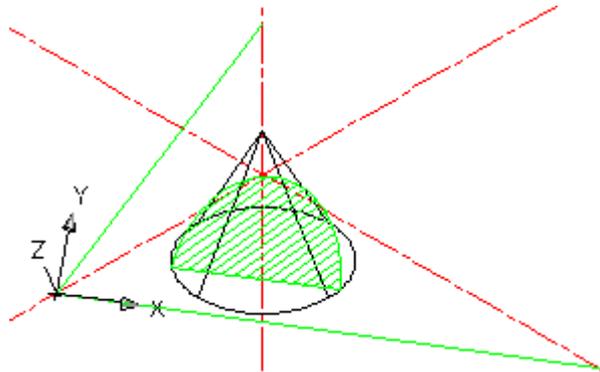


Рис.12.3

С помощью команды **MOVE**  перенести сечение в удобное место.

3. Определение периметра и площади сечения.

Активизировать команду **LIST**.

В ответ на запрос:

Select objects: выделить контур сечения ↵.

Получаем:

P=180,6660

S=2060,2569.

Изображение:

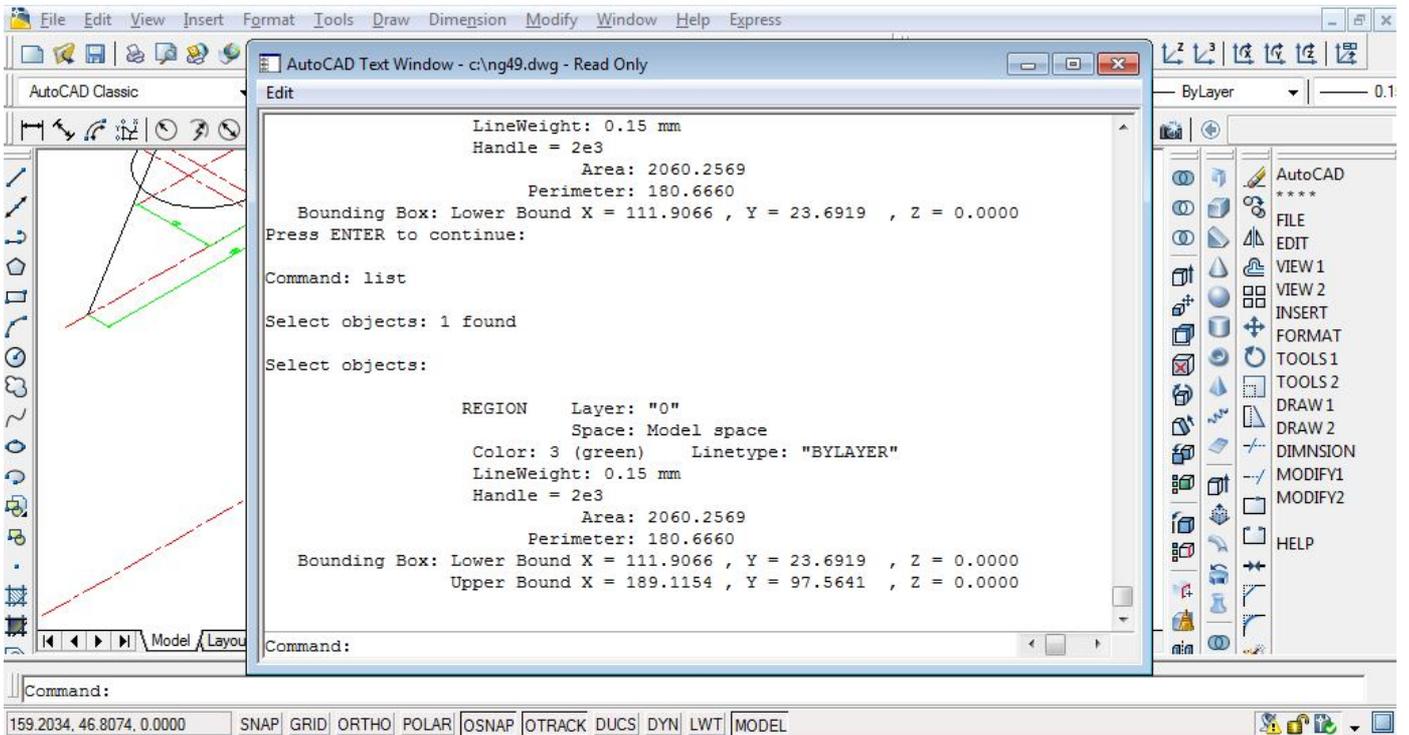


Рис.12.4

4. Получение пространственных ощущений объекта.

Активизировать команду **3DORBIT** ↓.

Далее при помощи курсора можно вращать объект, выбрать наиболее удачный ракурс.

Изображение:

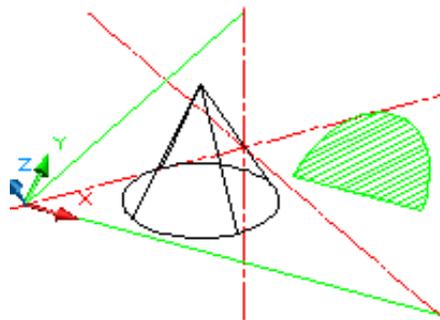
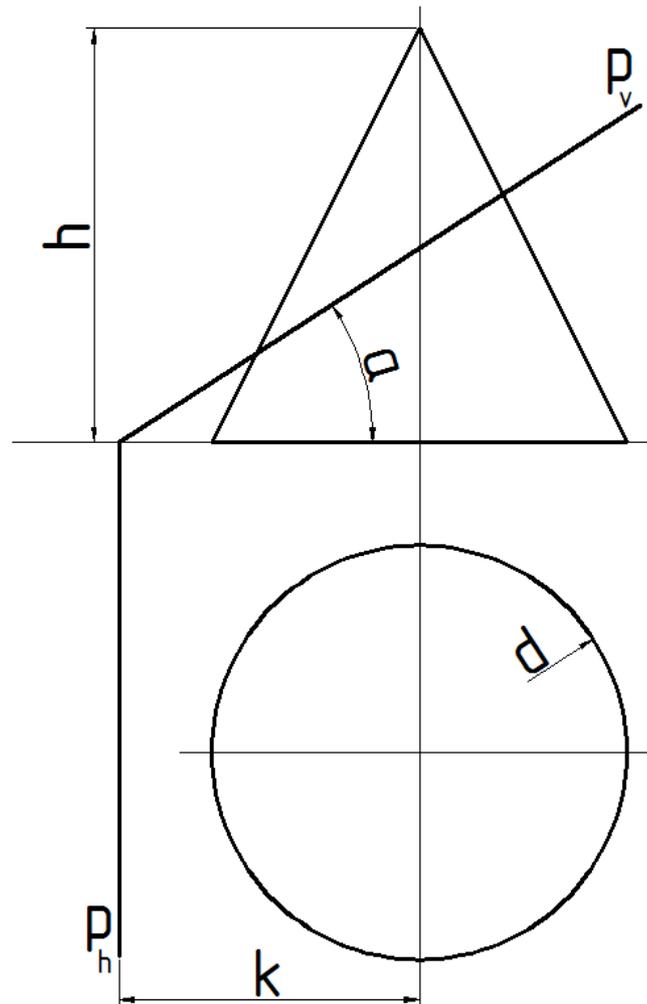


Рис.12.5

Таблица индивидуальных заданий к задаче 12

№ варианта	размеры, мм			
	d	h	k	α^0
1	60	70	50	30
2	70	65	43	45
3	65	70	45	45
4	62	72	50	30
5	72	66	40	45
6	65	72	40	45
7	60	70	50	30
8	68	64	43	45
9	65	70	40	45
10	62	72	50	30
11	70	65	40	45
12	64	68	40	45
13	62	70	48	30
14	72	66	43	45
15	66	70	40	45
16	60	72	50	30
17	68	65	40	45
18	64	72	40	45
19	62	70	50	30
20	70	66	40	45
21	66	70	40	45
22	60	70	48	30
23	68	65	40	45
24	64	68	45	45
25	62	70	50	30
26	72	64	40	45
27	64	70	40	45
28	60	70	52	30
29	70	65	42	45
30	64	72	45	45

Рисунок для таблицы индивидуальных заданий к задаче 12



В классической начертательной геометрии более популярен графический способ заданий, а для компьютера необходимы координаты, значит, на таких заданиях сразу целесообразно указывать необходимые размеры и выполнять дополнительные построения, которые помогут перевести заданные проекции в пространственное изображение. В следующих задачах приведены примеры перехода от графического способа заданий к аналитическому.

Задача 13

Построить проекции куба с ребром **BC** на прямой **BM**, если даны ребро **AB** и горизонтальная проекция перпендикулярной к нему прямой **BM** (Рис. 13.0).

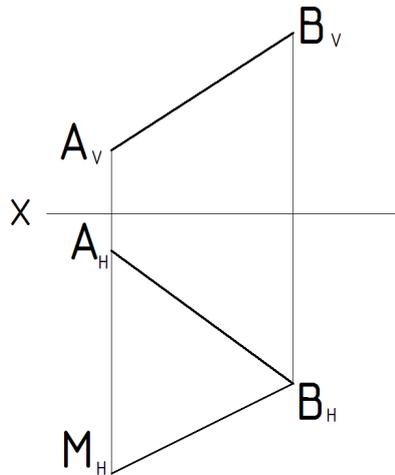


Рис. 13.0

На первом этапе необходимо выполнить переход от графического способа задания к аналитическому. Для этого в удобном месте обозначаем начало координат и проводим через него вертикальную ось, а затем указываем необходимые размеры (Рис. 13.1).

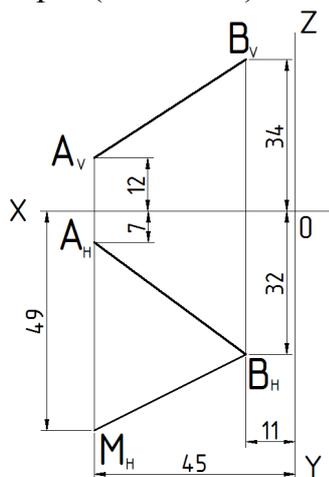


Рис. 13.1

Получили очевидные координаты для пространственного изображения ребра **AB**.

Построение ребра **AB**.

Активизировать команду **3DPOLY** ↓.

В ответ на запрос ввести координаты точки **A**:

Specify start point of polyline: **45, 7, 12** ↓.

В ответ на следующий запрос ввести координаты точки **B**:

Specify endpoint of line or [Undo]: 11, 32, 34 ↵ ↵.

Построение горизонтальной проекции прямой **ВМ**. Для легкости восприятия горизонтальную проекцию прямой **ВМ** изображаем другим цветом, например, сиреневым:

Активизировать команду **3DPOLY** ↵.

В ответ на запрос ввести координаты точки **М**:

Specify start point of polyline: 45, 49, 0 ↵.

В ответ на следующий запрос ввести координаты точки **В**:

Specify endpoint of line or [Undo]: 11, 32, 0 ↵ ↵.

Следует напомнить, что точки горизонтальной проекции прямой **ВМ** лежат на горизонтальной плоскости проекций, т.е. координата **Z** этих точек равна **0**.

Для перехода к пространственному изображению можно сразу



активизировать одну из пиктограмм.

С помощью команд ,  можно вращать объект вокруг своей оси или точки, выбираем более удачный ракурс.

Получение изображения на весь экран.

Активизировать команду **ZOOM** .

Левой кнопкой мыши выделить необходимую область.

В итоге получаем изображение (Рис. 13.2):

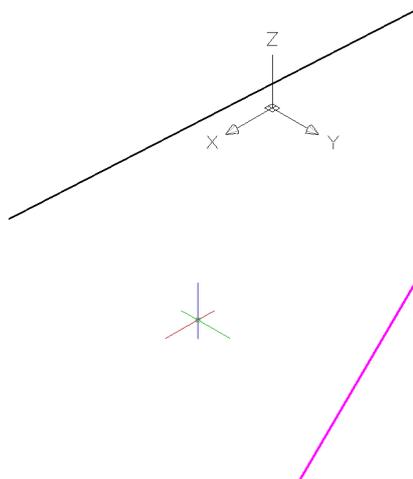


Рис. 13.2

Чтобы получить пространственное изображение ребра **ВС**, необходимо учесть два обстоятельства. Во-первых, нам известна горизонтальная проекция ребра **ВС**, а это значит, что ребро **ВС** расположено в плоскости,

проходящей через эту проекцию и перпендикулярно горизонтальной плоскости проекций. Во-вторых, ребро **BC** перпендикулярно ребру **AB**, а это значит, что ребро **BC** расположено в плоскости, которая проходит через точку **B** перпендикулярно ребру **AB**. Построим эти плоскости.

Построение горизонтально-проецирующей плоскости.

Для этого необходимо предварительно перенести систему координат на проекцию прямой **BM**:

активизируем команду , а далее

с помощью привязок поочередно фиксируем точки треугольника:

а) – задаем положение начала координат (фиксируем точку **M**);

б) – задаем положение оси **X** (фиксируем вторую точку проекции);

в) – задаем положение плоскости **XU** (фиксируем начало координат).

Поворачиваем систему координат вокруг оси **X**, чтобы плоскость **XU** новой системы координат стала перпендикулярной горизонтальной плоскости проекций мировой системы координат:

ЛКМ активизируем пиктограмму  \rightarrow 
В командной строке — **90°**
Enter

В новой плоскости **XU** сиреневым цветом изображаем произвольный прямоугольник. Для этого применяем команду  и по запросам фиксируем начало координат и диагональную точку.

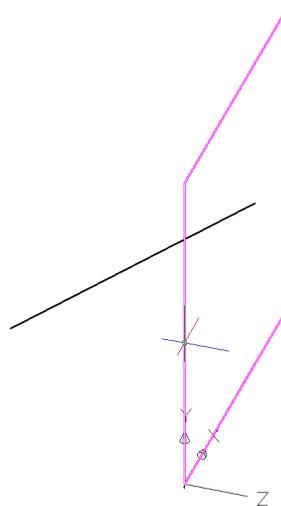


Рис. 13.3

Построение плоскости, перпендикулярной ребру **AB**.

Для этого необходимо предварительно перенести систему координат на ребро **AB**:

активизируем команду , а далее

с помощью привязок поочередно фиксируем точки треугольника:

- а) – задаем положение начала координат (фиксируем точку **В**);
- б) – задаем положение оси **X** (фиксируем точку **А**);
- в) – задаем положение плоскости **XY** (фиксируем любую точку).

Поворачиваем систему координат вокруг оси **Y**, чтобы плоскость **XY** новой системы координат стала перпендикулярной ребру **AB**:

ЛКМ активизируем пиктограмму 

В командной строке — **90°**

Enter

В новой плоскости **XY** синим цветом изображаем произвольную окружность.

Для этого активизируем команду **CIRCLE** 

в ответ на запрос ввести координаты центра окружности:

Specify center point for circle or [3P/2P/Ttr (tan tan radius)]:

фиксируем точку **В**

А далее в ответ на следующий запрос ввести величину радиуса:

Specify radius of circle or [Diameter]: задать радиус визуально (Рис. 13.4).

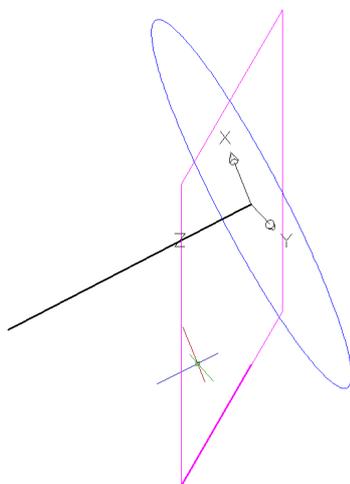


Рис. 13.4

Из предыдущих рассуждений вытекает вывод, что ребро **BC** расположено одновременно в обеих плоскостях, т. е. необходимо найти линию пересечения этих плоскостей. Для этого, необходимо воспользоваться пересечением твердых тел.

Первую плоскость делаем гранью четырехугольной призмы.

С помощью команды **EXTRUDE** – «Enter» выделяем контур прямоугольника и визуально определяем высоту.

Вторую плоскость превратим в основание цилиндра.

Для этого необходимо активизировать команду **EXTRUDE** 

В ответ на запрос:

Select objects to extrude: выделить окружность ↓.

В ответ на следующий запрос задать высоту:

Specify height of extrusion or [Direction/Path/Taper angle] <110.000>:
задать высоту визуально ↵.

Для легкости восприятия и чтобы в дальнейших построениях наши плоскости не перепутать с другими гранями отметим их специальным опознавательным знаком, например, заштрихуем.

Получаем изображение (Рис. 13.5):

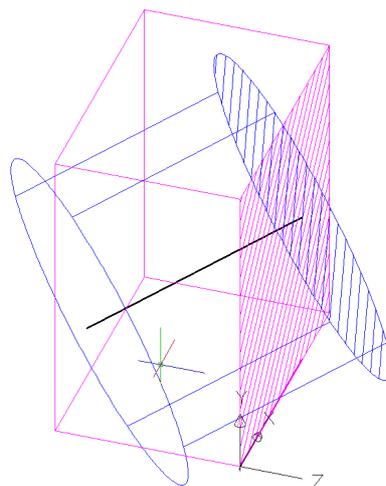


Рис. 13.5

Объединяем полученные тела:  «Enter».

В ответ на запрос:

Select objects: поочередно выделяем цилиндр и призму ↵.

Получаем линию пересечения тел, на которой четко видна линия пересечения плоскостей (Рис. 13.6):

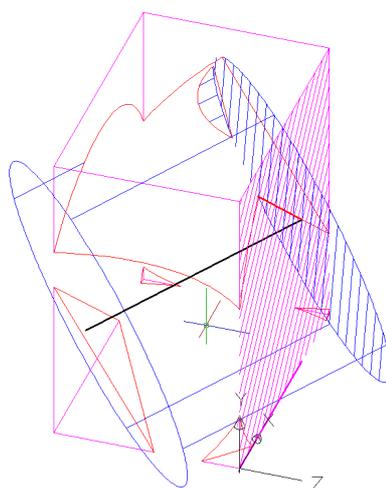


Рис. 13.6

Чтобы ярче выделить положение ребра **BC**, соединим точку излома полученной линии пересечения с точкой **B** (см. Рис. 13.6) .

Для удобства восприятия необходимо изменить ширину линий.

Для этого необходимо активизировать команду **LINE** .

В ответ на запрос:

Specify first point:

Фиксируем точку **В**

В ответ на следующий запрос:

Specify next point or [Undo]:

Фиксируем полученную точку излома

Закрываем действие команды— **Enter**

Получим следующее изображение (рис. 7.5):

С помощью команды **DELETE** удалить полученное твердое тело.

Далее переносим систему координат на ребро **AB**:

активизируем команду , а далее

с помощью привязок поочередно фиксируем точки треугольника:

а) – задаем положение начала координат (фиксируем точку **В**);

б) – задаем положение оси **X** (фиксируем точку **А**);

в) – задаем положение плоскости **XУ** (фиксируем конец красной линии).

Получаем изображение (Рис. 13.7):

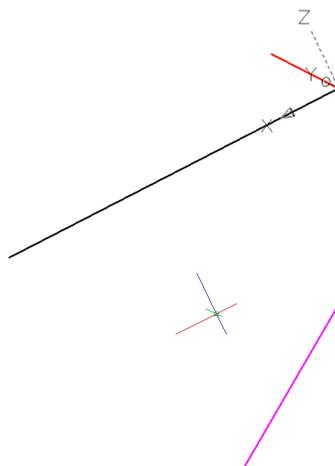


Рис. 13.7

Теперь осталось выполнить построение куба по заданному ребру **AB** и полученному положению ребра **BC**.

Активизировать команду **BOX** .

В ответ на запрос:

Specify first corner of box or [Center] : Фиксируем курсором точку **В**.

В ответ на следующий запрос:

Specify first corner or [Cube/Length] : выбираем опцию **C**↓.

В ответ на следующий запрос:

Specify first corner or [Cube/Length] : Фиксируем курсором точку **А**.

В итоге получаем пространственное изображение куба (Рис. 13.8):

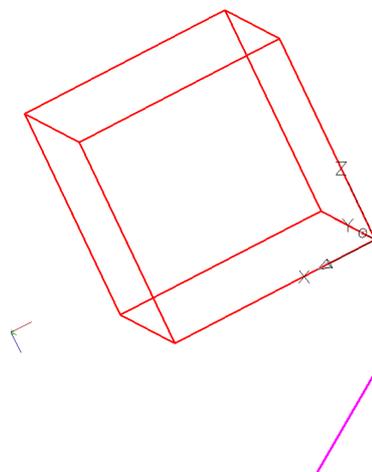


Рис. 13.8

Возврат к первоначальной системе координат.

Активировать команду **UCS** ↵.

В ответ на запрос ввести: *Specify origin of UCS: W* ↵.

Получение проекций куба.

Активизировать команду **VPORTS**.

В открывшемся окне в графе *<standard viewpoints>*

выбрать опцию **<FOUR: Equal>**,

задать в каждом видовом экране : **Front; Top; Right; NE Isometric**,

а в графе *<setup>* выбрать опцию **<3D>**, нажать **ОК**.

Необходимо поставить одинаковый масштаб на все виды. Для этого, выделив поочередно каждый из видов, ввести в командной строке:

ZOOM ↵ **5** ↵.

Получаем изображение проекций куба (Рис. 13.9):

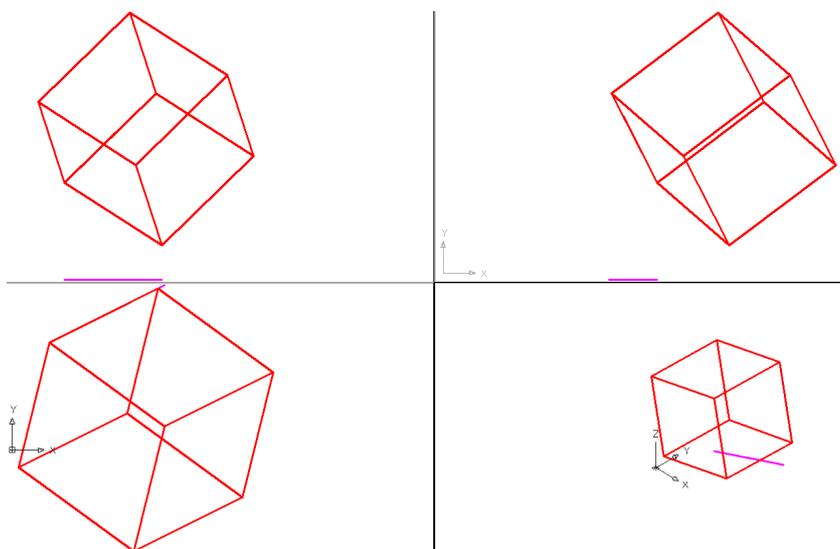


Рис. 13.9

Задача 14

Найти на плоскости P точку, удаленную от ее точки C на 20 мм и от ее прямой AB на 7 мм (Рис. 14.0).

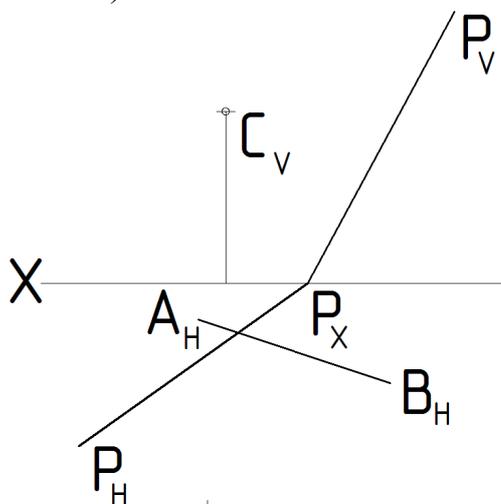


Рис. 14.0

На первом этапе необходимо выполнить переход от графического способа задания к аналитическому. Для этого в удобном месте обозначаем начало координат и проводим через него вертикальную ось, а затем указываем необходимые размеры (Рис. 14.1).

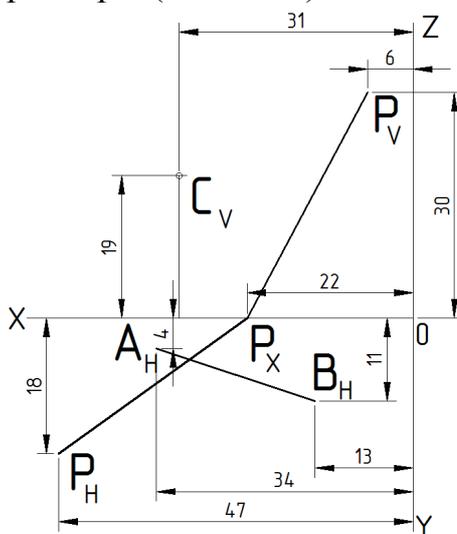


Рис. 14.1

На плоскости P можно выделить три ее точки - конечные точки и точка схода следов. На приведенном рисунке (Рис. 14.1) координаты этих точек очевидны, значит, пространственное изображение плоскости P возможно.

Следует напомнить, что точки горизонтального следа P_H и в том числе его конечная точка лежат на горизонтальной плоскости проекций, т.е. координата Z этих точек равна 0 , а точки фронтального следа P_V и в том числе его конечная точка лежат на фронтальной плоскости проекций, т.е. координата Y этих точек равна 0 , точка схода следов P_X лежит на оси OX .

Для наглядности и большей доступности изобразим плоскость **P** треугольником.

Активизировать команду **3DPOLY** ↓.

В ответ на запрос ввести координаты конечной точки следа **P_H** :

Specify start point of polyline: **47, 18, 0** ↓.

В ответ на следующий запрос ввести координаты точки схода следов **P_X**:

Specify endpoint of line or [Undo]: **22, 0, 0** ↓.

В ответ на следующий запрос ввести координаты конечной точки следа **P_V**:

Specify endpoint of line or [Undo]: **6, 0, 30** ↓.

В ответ на следующий запрос - замкнуть контур:

Specify endpoint of line or [Undo]: **C** ↓.

Построение горизонтальной проекции прямой **AB**. Для легкости восприятия горизонтальную проекцию прямой **BM** изображаем другим цветом, например, сиреневым:

Активизировать команду **3DPOLY** ↓.

В ответ на запрос ввести координаты точки **A**:

Specify start point of polyline: **34, 4, 0** ↓.

В ответ на следующий запрос ввести координаты точки **B**:

Specify endpoint of line or [Undo]: **13, 11, 0** ↓ ↓.

Следует напомнить, что точки горизонтальной проекции прямой **AB** лежат на горизонтальной плоскости проекций, т.е. координата **Z** этих точек равна **0**.

Остался последний объект нашей задачи - точка **C**, но изображать точку в пространстве ... изобразим ее как конец фронтально-проецирующего отрезка **CD**, который в будущих построениях все равно будет необходим.

Активизировать команду **3DPOLY** ↓.

В ответ на запрос ввести координаты точки **C**:

Specify start point of polyline: **31, 0, 19** ↓.

В ответ на следующий запрос ввести координаты точки **D**:

Specify endpoint of line or [Undo]: **31, 22, 19** ↓ ↓.

Следует напомнить, что все точки этого отрезка имеют координаты **X** и **Z** одинаковые, а координата **Y** для точки **C** равна **0**, а для остальных точек - произвольная.

Для перехода к пространственному изображению можно сразу



активизировать одну из пиктограмм.

С помощью команд ,  можно вращать объект вокруг своей оси или точки, выбираем более удачный ракурс.

Получение изображения на весь экран.

Активизировать команду **ZOOM** .

Левой кнопкой мыши выделить необходимую область.

В итоге получаем условие нашей задачи в пространственном изображении (Рис. 14.2):

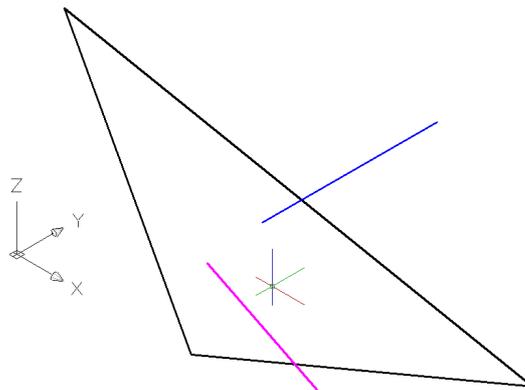


Рис. 14.2

Далее необходимо прямую **AB** и точку **C** из проекций перенести на плоскость **P**.

Чтобы получить пространственное изображение прямой **AB**, необходимо учесть два обстоятельства.

Во-первых, нам известна горизонтальная проекция прямой **AB**, а это значит, что прямая **AB** расположена в плоскости, проходящей через эту проекцию и перпендикулярно горизонтальной плоскости проекций.

Во-вторых, прямая **AB** принадлежит плоскости **P**.

Построим горизонтально-проецирующую плоскость.

Для этого необходимо предварительно перенести систему координат на горизонтальную проекцию прямой **AB**:

активизируем команду , а далее

с помощью привязок поочередно фиксируем точки треугольника:

а) – задаем положение начала координат (фиксируем точку **A**);

б) – задаем положение оси **X** (фиксируем точку **B**);

в) – задаем положение плоскости **XY** (фиксируем точку схода следов **P_X**).

Поворачиваем систему координат вокруг оси **X**, чтобы плоскость **XY** новой системы координат стала перпендикулярной горизонтальной плоскости проекций мировой системы координат:

ЛКМ активизируем пиктограмму  \times
В командной строке — **90°**
Enter

В новой плоскости **XУ** сиреневым цветом изображаем две вертикали, проходящие через концы горизонтальной проекции прямой **АВ** и две произвольные горизонтали. А теперь изображаем прямоугольник. Для этого применяем команду  и по запросам фиксируем диагональные точки из полученных точек пересечения (Рис. 14.3).

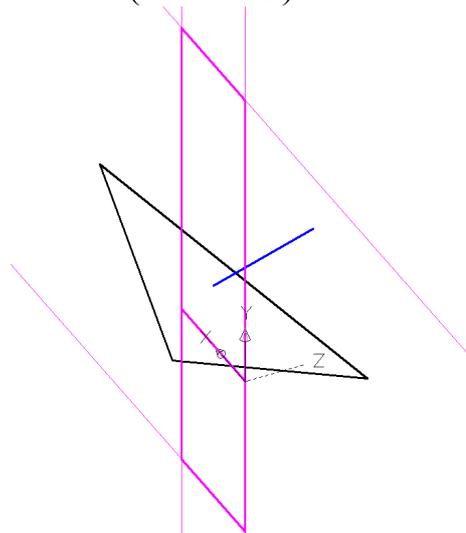


Рис. 14.3

Из предыдущих рассуждений вытекает вывод, что прямая **АВ** расположена одновременно в обеих плоскостях, т. е. необходимо найти линию пересечения этих плоскостей. Для этого, необходимо воспользоваться пересечением твердых тел.

Первую плоскость делаем гранью четырехугольной призмы.

С помощью команды **EXTRUDE** – «Enter» выделяем контур прямоугольника и визуально определяем высоту.

Вторую плоскость превратим в основание цилиндра.

Для этого выполняем следующий алгоритм:

- переносим систему координат в плоскость треугольника:

активизируем команду ,

а далее с помощью привязок фиксируем вершины треугольника:

- а) – задаем положение начала координат;
- б) – задаем положение оси **X**;
- в) – задаем положение плоскости **XУ**.

Построим в плоскости, заданной треугольником, окружность.

Активизировать команду **CIRCLE** .

в ответ на запрос ввести координаты центра окружности:

Specify center point for circle or [3P/2P/Ttr (tan tan radius)]:

в боковом экранном меню активизировать команду **3Point**

А далее в ответ на следующие запросы с помощью привязок поочередно фиксируем вершины треугольника (Рис. 14.4).

Однако, как показывают первые попытки, габаритов этой плоскости недостаточно для получения прямой **AB**, поэтому увеличим размеры плоскости, тем более, что по условию плоскость **P** размерами не ограничена.

Для этого активизируем команду **CIRCLE**  в ответ на запрос ввести координаты центра окружности: *Specify center point for circle or [3P/2P/Ttr (tan tan radius)]:* фиксируем центр уже полученной окружности. А далее в ответ на следующий запрос ввести величину радиуса: *Specify radius of circle or [Diameter]:* задать радиус визуально (Рис. 14.4).

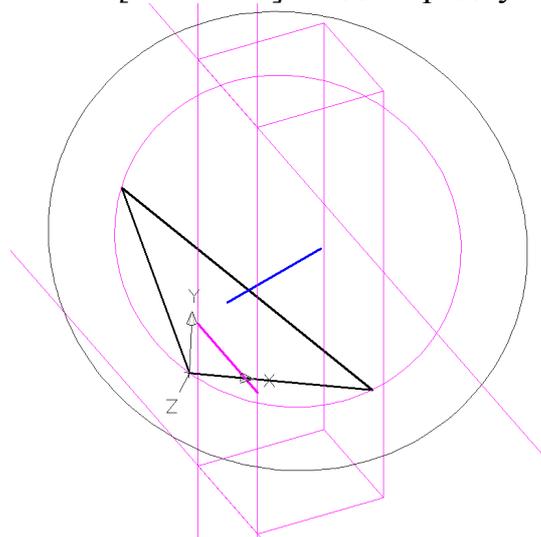


Рис. 14.4

Теперь превратим нашу плоскость в основание цилиндра.

Для этого необходимо активизировать команду **EXTRUDE** .

В ответ на запрос:

Select objects to extrude: выделить окружность ↵.

В ответ на следующий запрос задать высоту:

Specify height of extrusion or [Direction/Path/Taper angle] <110.000>: задать высоту визуально ↵. Получаем изображение (Рис. 14.5):

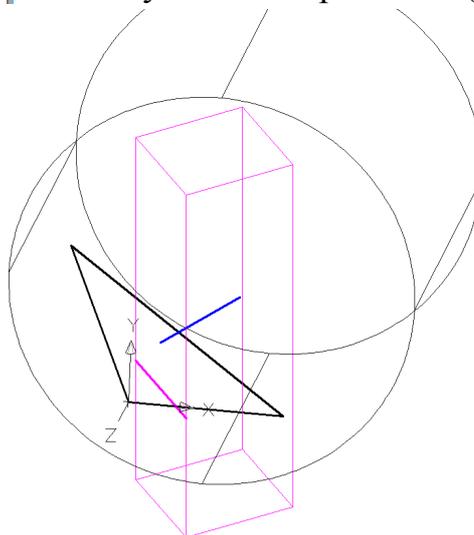


Рис. 14.5

Объединяем полученные тела:  «Enter».

В ответ на запрос:

Select objects: поочередно выделяем цилиндр и призму ↵.

Получаем линию пересечения тел, на которой четко видна линия пересечения плоскостей (Рис. 14.6).

Чтобы ярче ее выделить, соединим точки излома полученной линии пересечения другой шириной и цветом (см. Рис. 14.6).

Для этого необходимо активизировать команду **LINE** .

В ответ на запрос:

Specify first point:

Фиксируем полученную точку излома

В ответ на следующий запрос:

Specify next point or [Undo]:

Фиксируем вторую точку излома

Закрываем действие команды— **Enter** (см. Рис. 14.6).

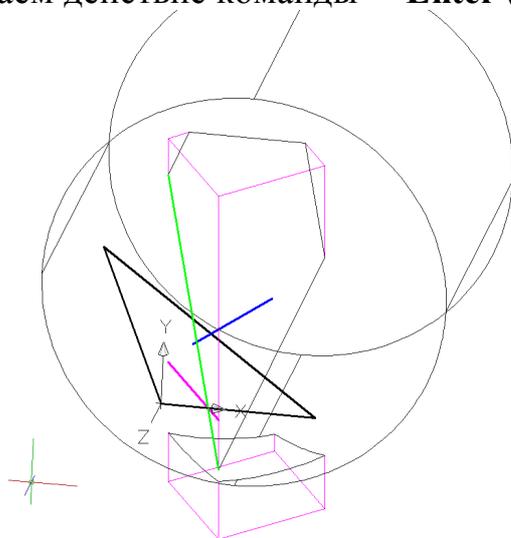


Рис. 14.6

С помощью команды **DELETE** можно удалить полученное твердое тело.

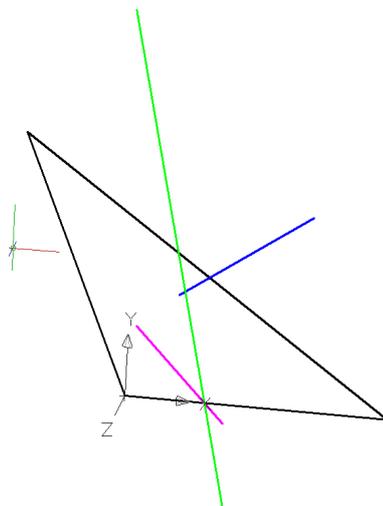


Рис. 14.7

Теперь необходимо точку **C** из проекции перенести на плоскость **P**.

Для этого необходимо учесть два обстоятельства.

Во-первых, нам известна фронтальная проекция точки **C** и что прямая **CD**, проходящая через эту проекцию перпендикулярна фронтальной плоскости проекций.

Во-вторых, точка **C** принадлежит плоскости **P**.

Т.е. чтобы получить пространственное изображение точки **C** на плоскости **P**, необходимо найти точку пересечения прямой **CD** с плоскостью **P**.

Для этого, необходимо воспользоваться пересечением твердых тел.

В предыдущих этапах плоскость **P** превратили в основание цилиндра (см.Рис. 14.5).

Чтобы получить второе твердое тело, прямую **CD** делаем ребром четырехугольной призмы. Для этого систему координат переносим на **CD** и в плоскости **XY** синим цветом изображаем произвольный прямоугольник.

Итак, активизируем команду , а далее

с помощью привязок поочередно фиксируем точки:

- а) – задаем положение начала координат (фиксируем точку **C**);
- б) – задаем положение оси **X** (фиксируем точку **D**);
- в) – задаем положение плоскости **XY** (фиксируем любую точку).

Далее применяем команду  и по запросам фиксируем начало координат и диагональную точку.

Теперь с помощью команды **EXTRUDE** – «Enter» выделяем контур прямоугольника и визуально определяем высоту.

Получаем изображение (рис.13.8):

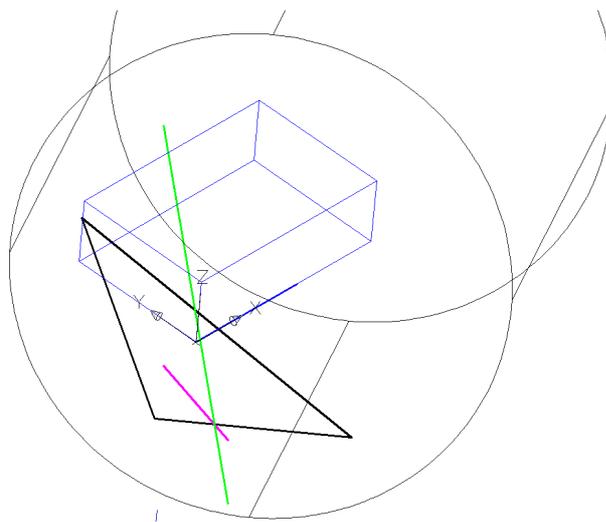


Рис. 14.8

Объединяем полученные тела:  «Enter».

В ответ на запрос:

Select objects: поочередно выделяем цилиндр и призму ↵.

Получаем линию пересечения тел, на которой четко видна точка пересечения прямой **CD** с плоскостью **P** (Рис. 14.9). Это и есть точка **C**, принадлежащая плоскости **P**.

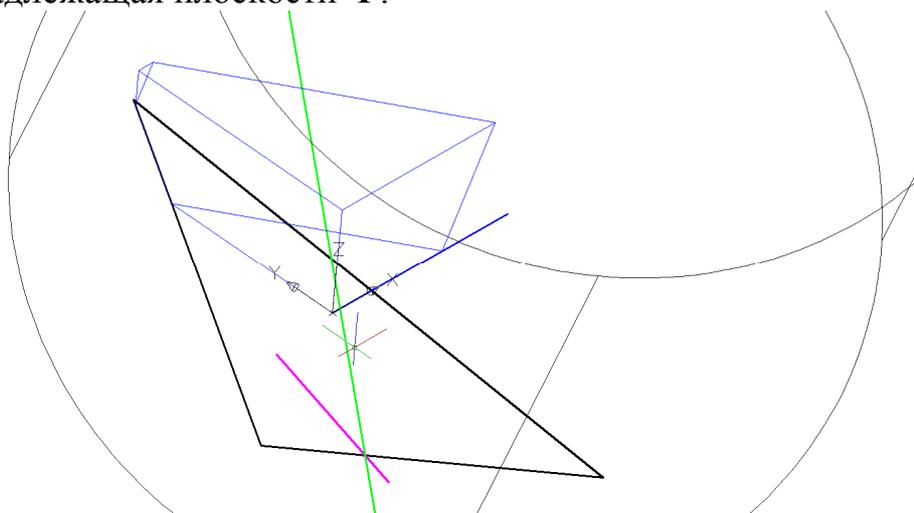


Рис. 14.9

Возвращаем систему координат в плоскость треугольника. Графически выделяем полученную точку пересечения и, считая ее центром, построим в плоскости, заданной треугольником (т.е. в плоскости **P**), окружность.

Для этого активизируем команду **CIRCLE**



в ответ на запрос ввести координаты центра окружности:

Specify center point for circle or [3P/2P/Ttr (tan tan radius)]:

фиксируем полученную точку.

А далее в ответ на следующий запрос ввести величину радиуса:

Specify radius of circle or [Diameter]: **20** ↵.

Получили геометрическое место точек, которые расположены в плоскости **P** и удалены от ее точки **C** на **20 мм** (см. Рис. 14.10):

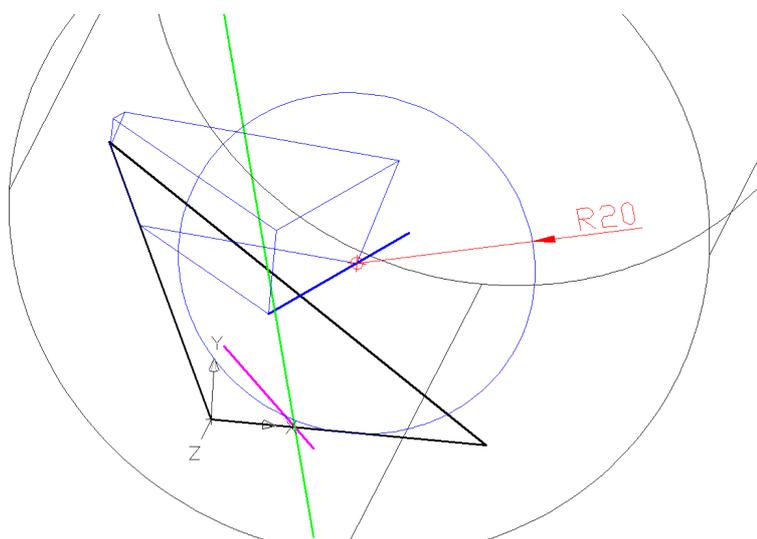


Рис. 14.10

С помощью команды **DELETE** можно удалить твердое тело и оставить плоскость **P** и принадлежащие ей объекты.

Теперь построим геометрическое место точек, которые расположены в плоскости **P** и удалены от ее прямой **AB** на **7 мм**.

Проведем прямую, параллельную прямой **AB**:

активизируем команду 

в боковом экранном меню активизировать опцию **Offset**

В ответ на следующий запрос задать расстояние:

Specify offset distance or: 7 ↵.

В ответ на следующий запрос:

Select a line object: выделяем прямую **AB**.

В ответ на следующий запрос: *Specify side to offset:*

Указываем примерное место параллельной прямой .

Чтобы получить вторую прямую, параллельную прямой **AB**, приведенный алгоритм следует повторить.

В итоге получили 4 точки пересечения красных прямых с синей окружностью. Это и есть решение поставленной задачи (рис.13.11):

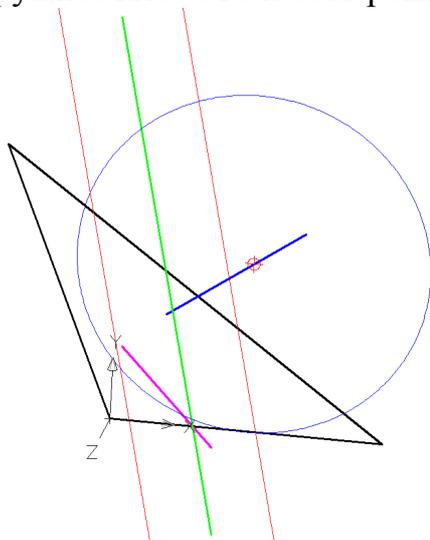


Рис. 14.11

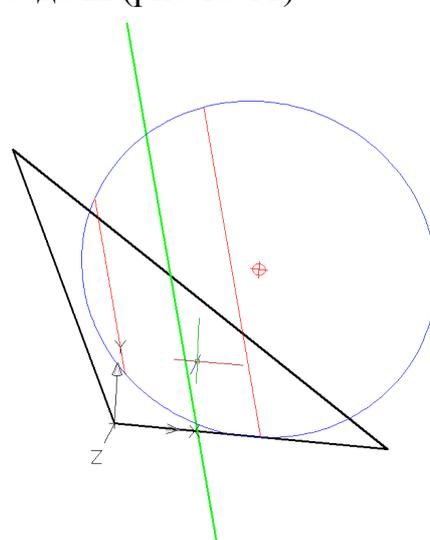


Рис. 14.12

С помощью команд **TRIM**  и **DELETE** можно удалить все лишние элементы (см. Рис. 14.12). Возврат к первоначальной системе координат.

Активировать команду **UCS** . На запрос ввести: *Specify origin of UCS:* W ↵.

Активизировать команду **LIST** ↵.

В ответ на запрос: *Select objects:* указать красные отрезки ↵.

В появившемся окне диалога получаем координаты точек пересечения и расстояние между ними: $3D Length_{12} = 20,9486$; $3D Length_{34} = 39,5359$.

$X_1=14,5384$; $Y_1=4,3672$; $Z_1=25,3682$

$X_2=21,6672$; $Y_2=1,9909$; $Z_2=5,8087$.

$X_3=21,9735$; $Y_3=14,1289$; $Z_3=36,8437$

$X_4=35,4274$; $Y_4=9,6442$; $Z_4=-0,0611$.

Задача 15

Построить тетраэдр с длиной ребра 77.

Алгоритм решения задачи

I. Построение основания.

1. Переход в пространство.

Активизировать команду .

2. Построение осей основания.

Предварительно необходимо изменить цвет линий на красный и тип линий на штрихпунктирный.

Активизировать команду **XLINE** .

В ответ на запрос:

Specify a point or [Hor/Ver/Ang/Bisect/Offset]: в боковом экранном меню активизировать опцию **Horizont** - построение горизонтальной прямой.

В ответ на следующий запрос:

Specify through point: указать любую точку на плоскости **XY** ↓.

Повторно активизировать команду **XLINE**, нажав ↓.

В ответ на запрос:

Specify a point or [Hor/Ver/Ang/Bisect/Offset]: в боковом экранном меню активизировать опцию **Vertical** - построение вертикальной прямой.

В ответ на следующий запрос:

Specify through point: указать любую точку на плоскости **XY** ↓.

3. Построение вспомогательных окружностей.

Активизировать команду **CIRCLE** .

В ответ на запрос:

Specify center point for circle or [3P/2P/Ttr (tan tan radius)]: указать точку начала координат.

В ответ на следующий запрос указать радиус окружности:

Specify radius of circle or [diameter]: **38.5** ↓.

Повторно активизировать команду **CIRCLE** .

В ответ на запрос:

Specify center point for circle or [3P/2P/Ttr (tan tan radius)]: указать точку пересечения первой окружности с горизонталью .

В ответ на следующий запрос указать радиус окружности:

Specify radius of circle or [diameter]: **77** ↓.

Изображение:

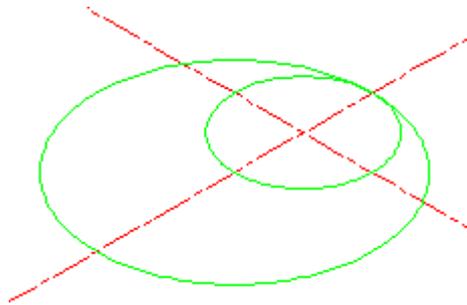


Рис.15.1

4. Построение основания.

Активизировать команду **POLYLINE** .

В ответ на запрос:

Specify start point: указать первую точку пересечения первой вспомогательной окружности с горизонталью.

В ответ на следующий запрос:

Specify next point: указать вторую точку пересечения первой вспомогательной окружности с горизонталью.

В ответ на следующий запрос:

Specify next point: указать точку пересечения второй вспомогательной окружности с вертикалью.

В ответ на следующий запрос:

Specify start point: опять указать первую точку пересечения первой вспомогательной окружности с горизонталью.

5. Найти центр основания.

Изображение:

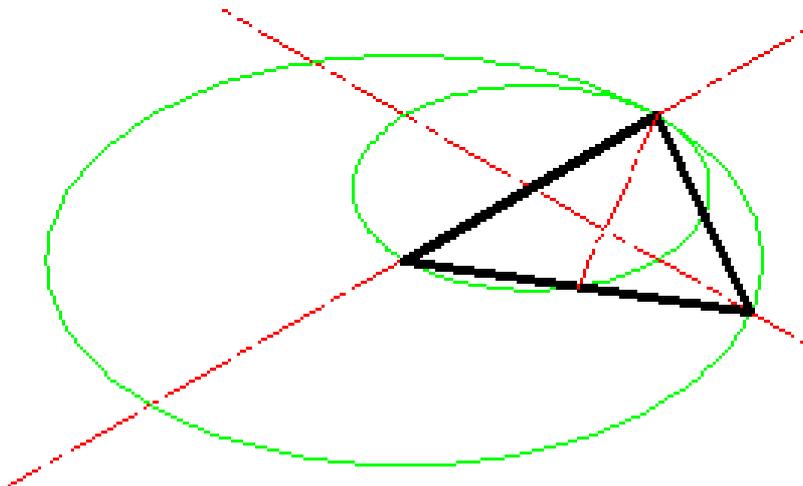


Рис.15.2

6. Удалить вспомогательные окружности и горизонталь с помощью кнопки **DELETE**.

7. Перенос **UCS** в точку центра основания.

Активизировать кнопку .

В ответ на запрос:

Specify new origin point <0,0,0>: указать центр основания.

8. Поворот системы координат вокруг оси **Y**, затем вокруг оси **Z** (чтобы плоскость **XY** стала вертикальной).

Активизировать кнопку .

В ответ на запрос:

Specify rotation angle about Y axis <90> : нажать .

Активизировать кнопку .

В ответ на запрос:

Specify rotation angle about Z axis <90> : нажать .

9. Построение вертикали в новой системе координат.

Активизировать команду **XLINE** .

В ответ на запрос:

Specify a point or [Hor/Ver/Ang/Bisect/Offset]: в боковом экранном меню активизировать опцию **Vertical** - построение вертикальной прямой.

В ответ на следующий запрос:

Specify through point: указать начала координат .

10. Построение вспомогательной окружности.

Активизировать команду **CIRCLE** .

В ответ на запрос:

Specify center point for circle or [3P/2P/Ttr (tan tan radius)]: указать вершину угла основания.

В ответ на следующий запрос указать радиус окружности:

Specify radius of circle or [diameter]: 77 .

11. Построение высоты боковой грани тетраэдра.

Активировать команду **LINE** .

В ответ на запрос:

Specify first point: указать точку пересечения стороны основания с горизонталью.

В ответ на следующий запрос:

Specify next point or [undo]: указать точку пересечения вспомогательной окружности с вертикалью.

Изображение:

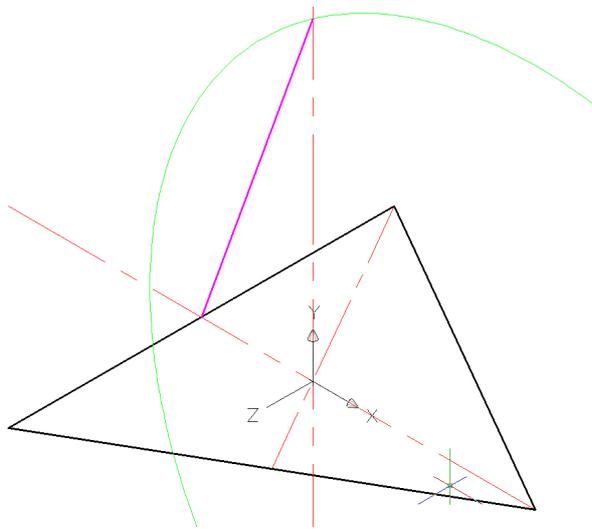


Рис.15.3

12. Перенос UCS на боковую грань пирамиды.

Активизировать кнопку .

В ответ на запрос:

Specify new origin point <0,0,0>: указать точку пересечения стороны основания с горизонталью.

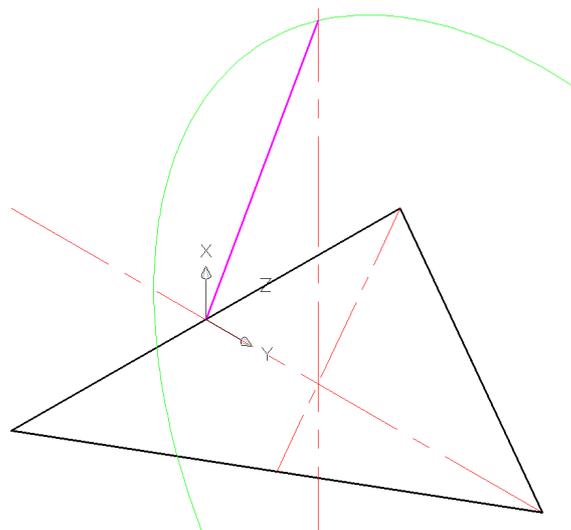


Рис.15.4

Решение этой задачи показывает, что построение геометрических тел по заданным размерам связано с определенными трудностями и не всегда возможно по известным командам (в этой задаче - команда **PYRAMID**), поэтому необходимо применять дополнительные построения и решение выполнять с помощью других команд.

II. Получение твёрдого тела по полученным габаритам.

13. Получение трёхгранной пирамиды.

Активизировать команду **EXTRUDE** .

В ответ на запрос:

Select objects to extrude: выделить треугольное основание .

В ответ на следующий запрос задать высоту:

Specify height of extrusion or [Direction/Path/Taper angle] <110.000>: **t** .

В ответ на следующий запрос: указать крайние точки высоты боковой грани тетраэдра (сиреневый отрезок) . В данном алгоритме угол сужения задается не цифрами, а ссылкой, т.е. **AutoCAD** читает угол между осью **X** и сиреневым отрезком (см. Рис.15.5).

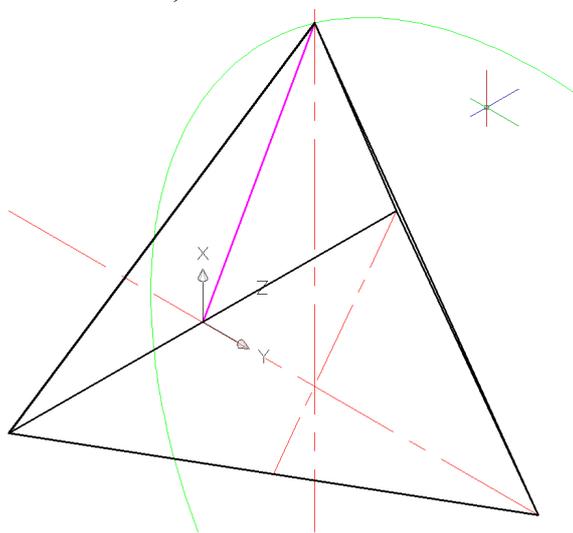


Рис.15.5

Далее с полученным тетраэдром можно выполнять дальнейшие операции. Например, получить сквозное квадратное отверстие (см. Рис.15.6).

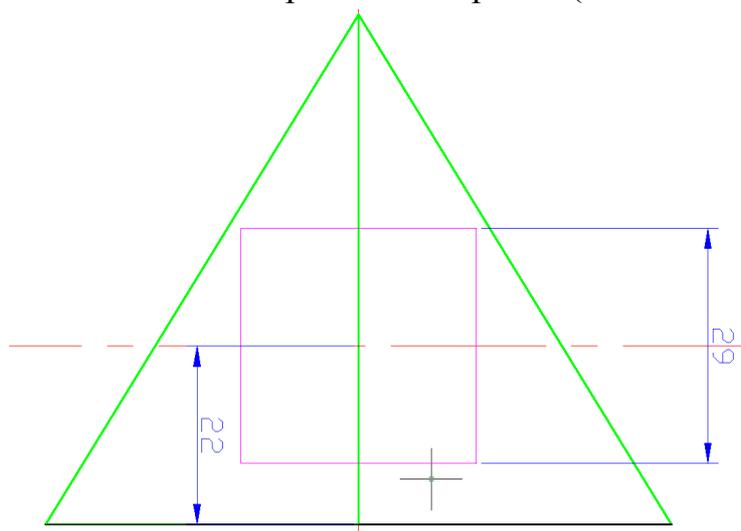


Рис.15.6

14. Перенос квадрата вне пирамиды.

Активизировать команду **COPY** .

В ответ на запрос:

Select objects: выделить квадрат (можно построить квадрат по заданным размерам) ↵.

В ответ на следующий запрос: ввести координаты базовой точки

Specify base point or [Displacement]: **0,0,55** ↵.

Изображение:

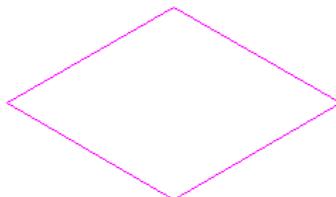


Рис.15.7

15. Получение призмы:

Активизировать команду **EXTRUDE** .

В ответ на запрос:

Select objects to extrude: выделить квадрат.

В ответ на следующий запрос задать высоту:

Specify height of extrusion or [Direction/Path/Taper angle] <110.000>:

здать высоту визуально ↵.

Изображение:

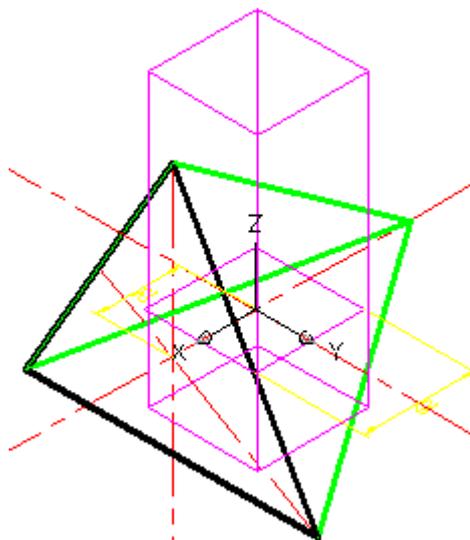


Рис.15.8

16.Получение пирамиды со сквозным отверстием.

Активизировать команду **SUBTRACT** .

В ответ на запрос: Select objects: выделить пирамиду ↵.

В ответ на следующий запрос: Select objects: выделить призму ↵.

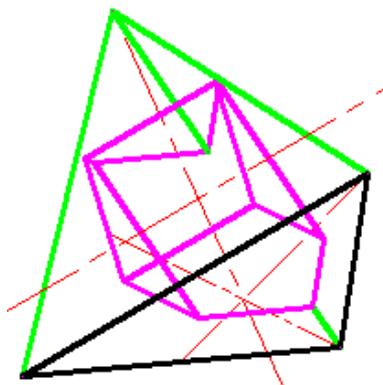


Рис.15.9

17.Получение трех проекций пирамиды и её пространственного изображения.

Активизировать команду **VPORTS**.

В открывшемся окне в графе <standard viewpoints> выбрать опцию **<Four: Equal>**, а в графе <setup> выбрать опцию **<3D>**, нажать **ОК**.

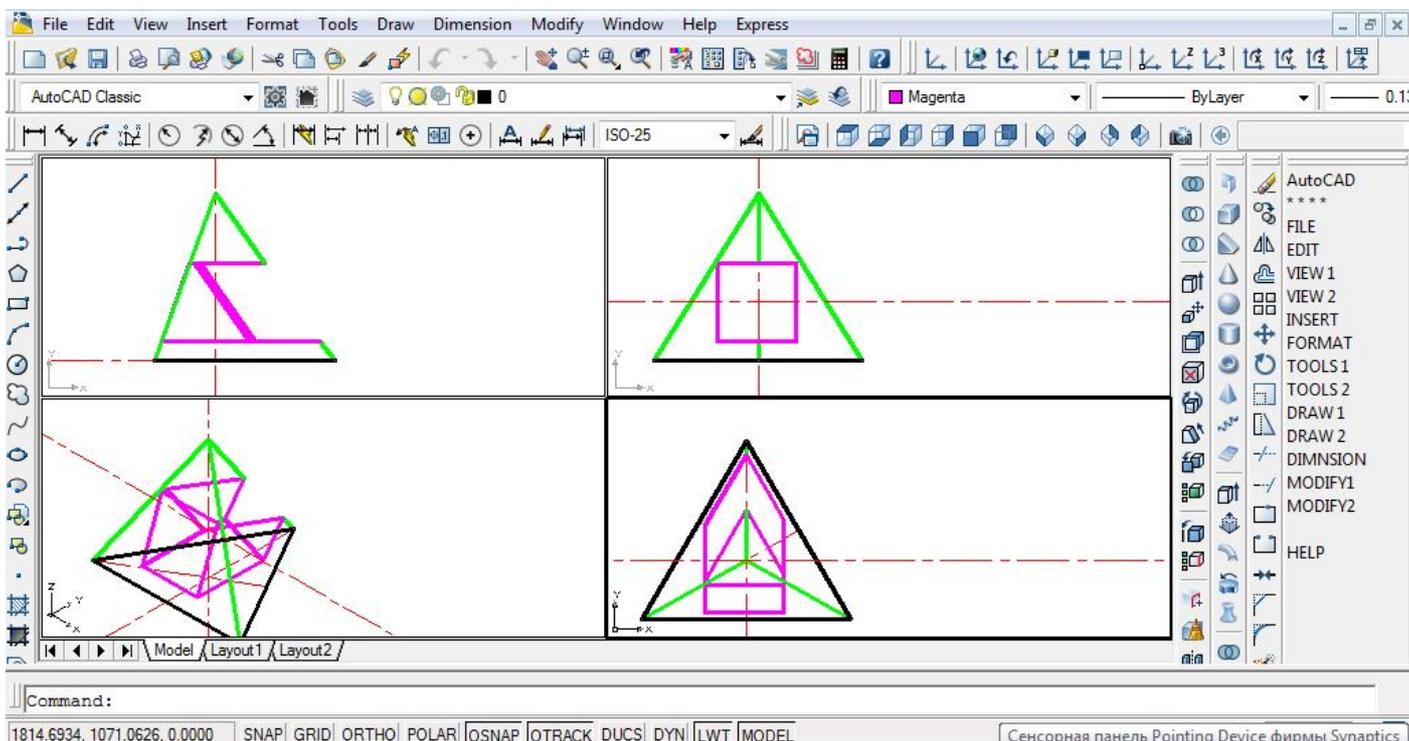


Рис.15.10

Задача 16

Получить сечение тетраэдра плоскостью, которая отсекает: на одном боковом ребре – $4/5$, на втором – $3/5$, на третьем – $1/5$. Получить развертку усеченной пирамиды.

Алгоритм решения задачи

1. Перенос **UCS** на одну из боковых граней с помощью команды .
2. Построение прямой, проходящей через начало координат.

Активизировать команду **XLINE** .

В ответ на запрос:

Specify a point or [Hor/Ver/Ang/Bisect/Offset]: указать точку начала координат ↵.

3. Построение окружности радиусом, равным длине бокового ребра при помощи команды **CIRCLE** .

Изображение:

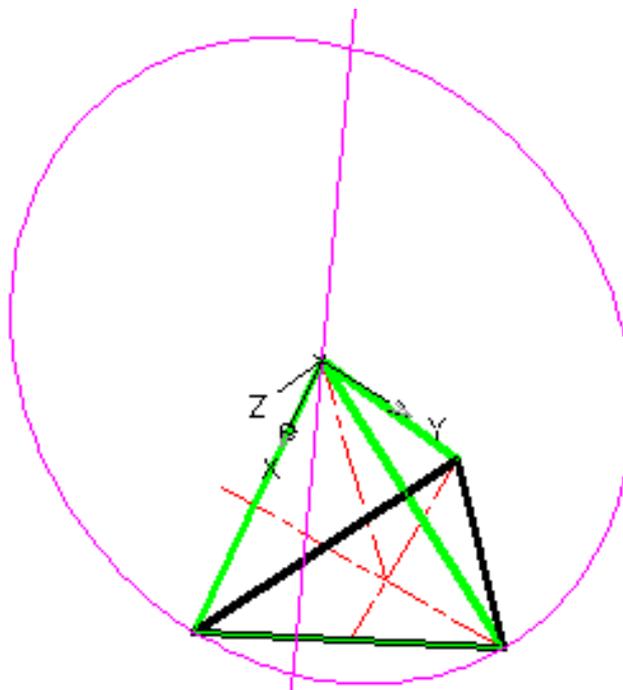


Рис.16.1.

4. Оставим на изображении отрезок, равный радиусу окружности, и поделим его на 5 частей при помощи команды **DIVIDE** ↵.

В ответ на запрос выделяем этот отрезок, а затем вводим **5** ↵.

При помощи команды **PDMODE** $\downarrow 2 \downarrow$ делаем маркеры видимыми.

При помощи команды **CIRCLE**  строим окружности радиусом, равным $\frac{4}{5}$ и $\frac{3}{5}$ длины бокового ребра (Рис.16.2). Точки пересечения окружностей с боковыми ребрами это точки, через которые будет проходить секущая плоскость.

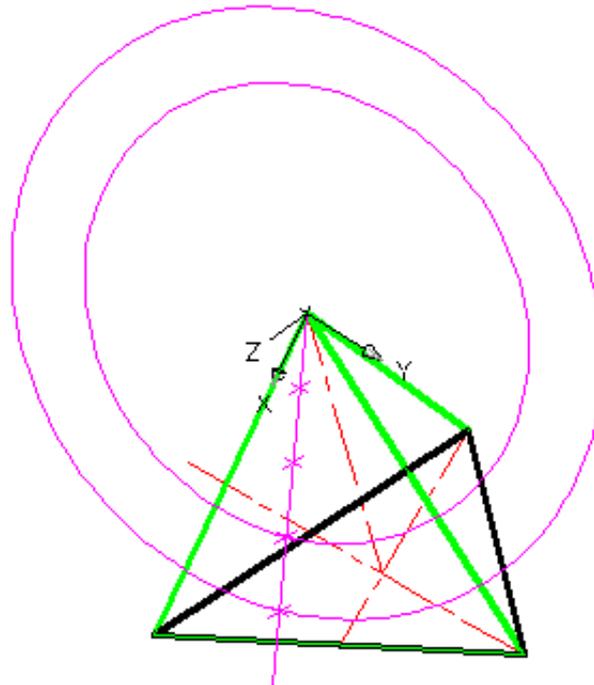


Рис.16.2.

5. Чтобы получить точку на третьем боковом ребре необходимо установить систему координат плоскостью **XY** на этом ребре и отрезке с маркерами и построить окружность радиусом, равным $\frac{1}{5}$ длины бокового ребра (Рис.16.3).

Следует обратить внимание, что для получения точности построения этих окружностей необходим следующий алгоритм:

Активизировать команду **CIRCLE** .

В ответ на запрос:

Specify center point for circle or [3P/2P/Ttr (tan tan radius)]: указать точку начала координат.

В ответ на следующий запрос указать радиус окружности:

Specify radius of circle or [diameter]: **NODE** \downarrow и с помощью привязок на отрезке с маркерами фиксируем радиус окружности.

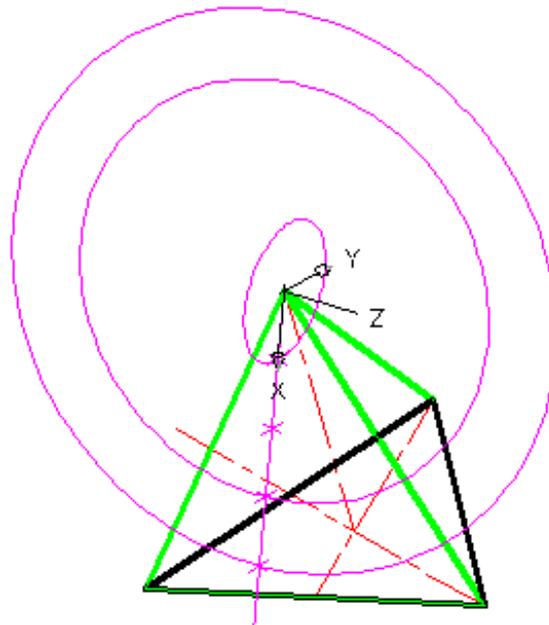


Рис.16.3.

6. Осталось отметить полученные точки пересечения окружностей с боковыми ребрами, например, соединить отрезками эти точки. Однако последняя точка для **AutoCAD** оказалась невидимой (так как окружность проходит внутри тела), поэтому необходимо на первой грани проводить и третью окружность, а затем строить окружность на второй грани (Рис.16.4.).

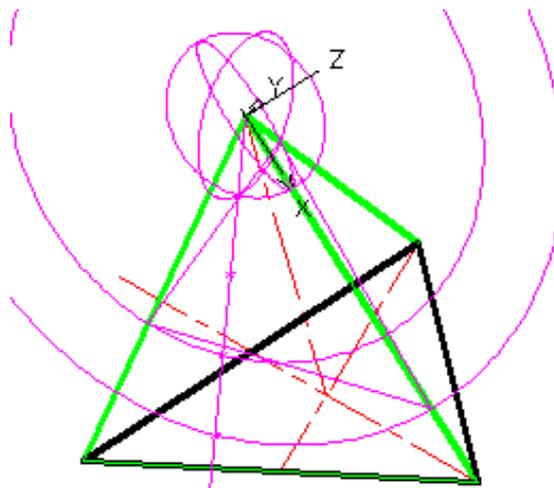


Рис.16.4.

Теперь, когда на боковых гранях пирамиды проведены отрезки секущей плоскости, все дополнительные построения можно удалить или отключить соответствующий слой (Рис.16.5.).

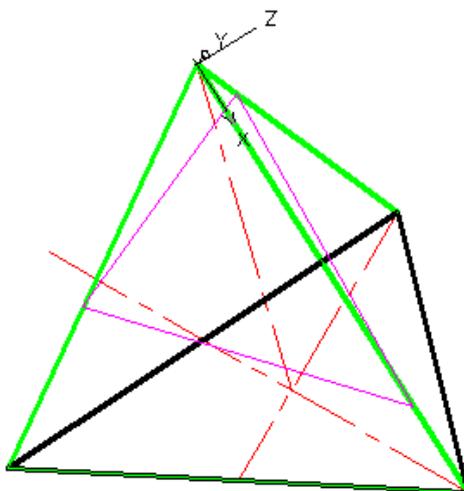


Рис.16.5.

7.Осталось отсечь верхнюю часть пирамиды. К сожалению команда **SECTION** позволяет получить только сечение, а не усеченную пирамиду, поэтому необходимы дополнительные построения.

Переносим систему координат на секущую плоскость.

Для этого необходимо активизировать кнопку .

В ответ на запрос:

Specify new origin point: фиксировать точку на одном боковом ребре.

В ответ на следующий запрос:

Specify point on positive of X-axis: фиксировать точку на другом боковом ребре.

В ответ на следующий запрос:

Specify point on positive – Y portion of the UCS XY plane: щелчком левой кнопки мыши указать любую точку пространства.

В полученной системе координат строим призму (Рис.16.6.).

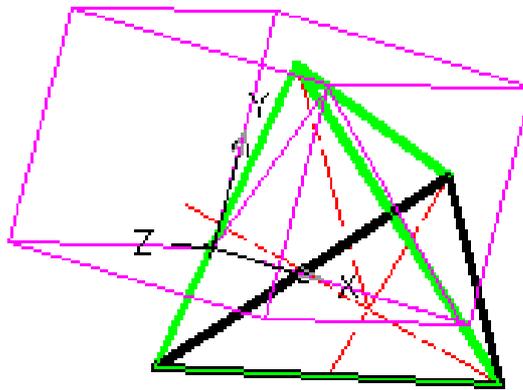


Рис.16.6.

Вычитание полученной призмы из пирамиды.

Активизировать команду **SUBTRACT** .

В ответ на запрос:

Select objects: выделить пирамиду ↵.

В ответ на следующий запрос:

Select objects: выделить призму ↵.

Изображение получено на Рис.16.7.

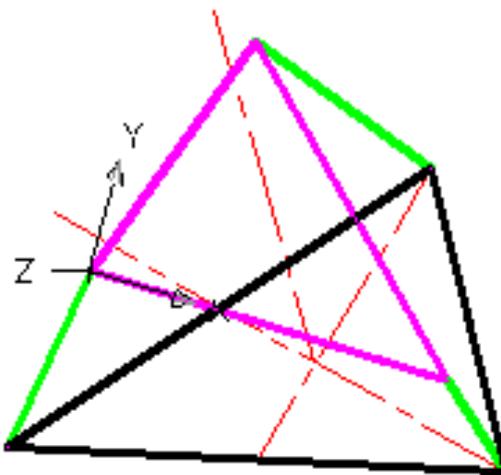


Рис.16.7.

8. С помощью команды **VPOINT** $\leftarrow 0,0,1 \leftarrow$ можно получить вид на натуральную форму сечения (сиреневый треугольник на Рис. 16.8.).

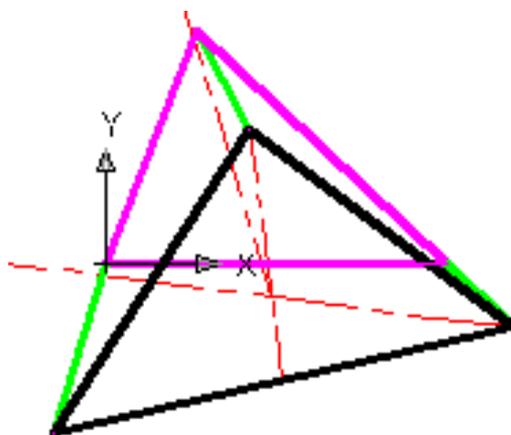


Рис.16.8.

9. С помощью команды **LIST** получаем значения площади (**1052,2931**) и периметра (**151,7955**) сечения пирамиды.

10. Получение 3 проекций пирамиды и её пространственного изображения.
Активизировать команду **VPORTS**.

В открывшемся окне в графе <standard viewpoints> выбрать опцию <**Four: Equal**>, а в графе <setup> выбрать опцию <**3D**>, нажать **ОК** (Рис.16.9.)

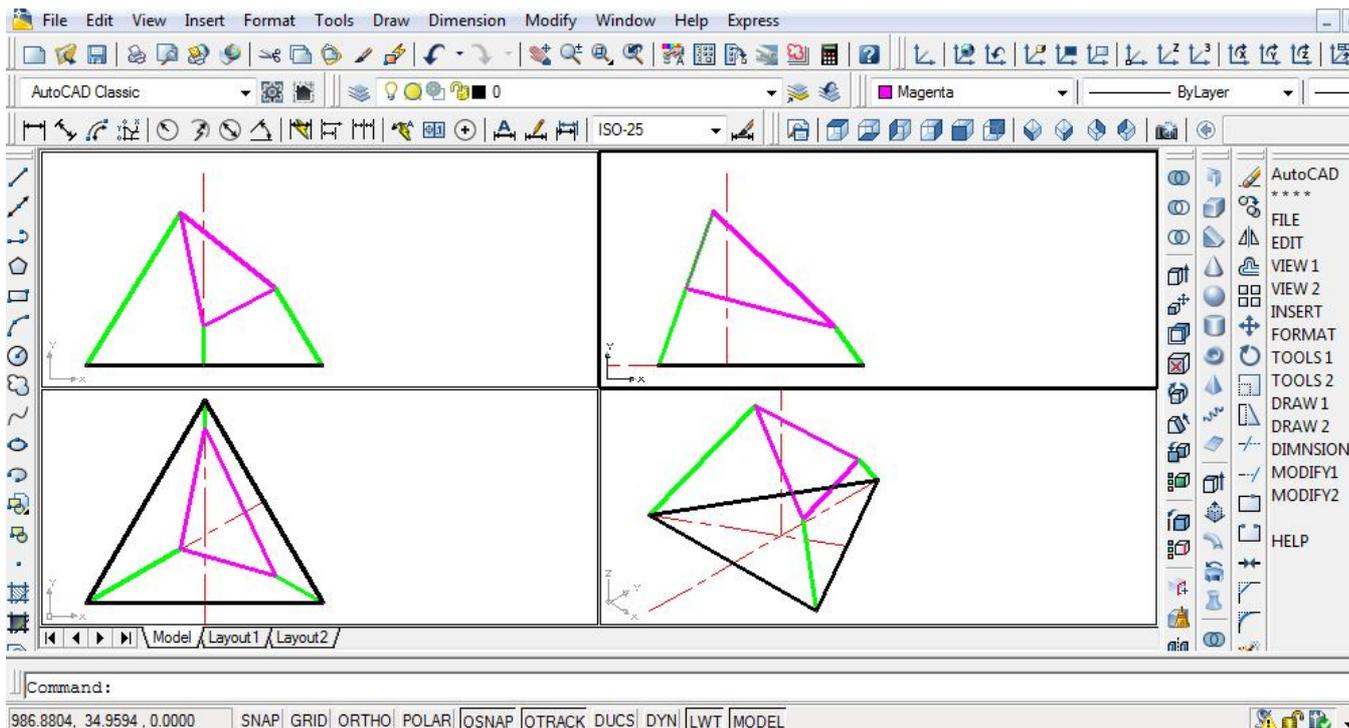


Рис.16.9.

Чтобы получить развертку усеченной пирамиды необходимо каждую грань совместить с плоскостью **XY**. Для этого копируем все грани а затем с помощью команды **ALIGN** укладываем ее на плоскость **XY** (Рис.16.10 и 16.11).

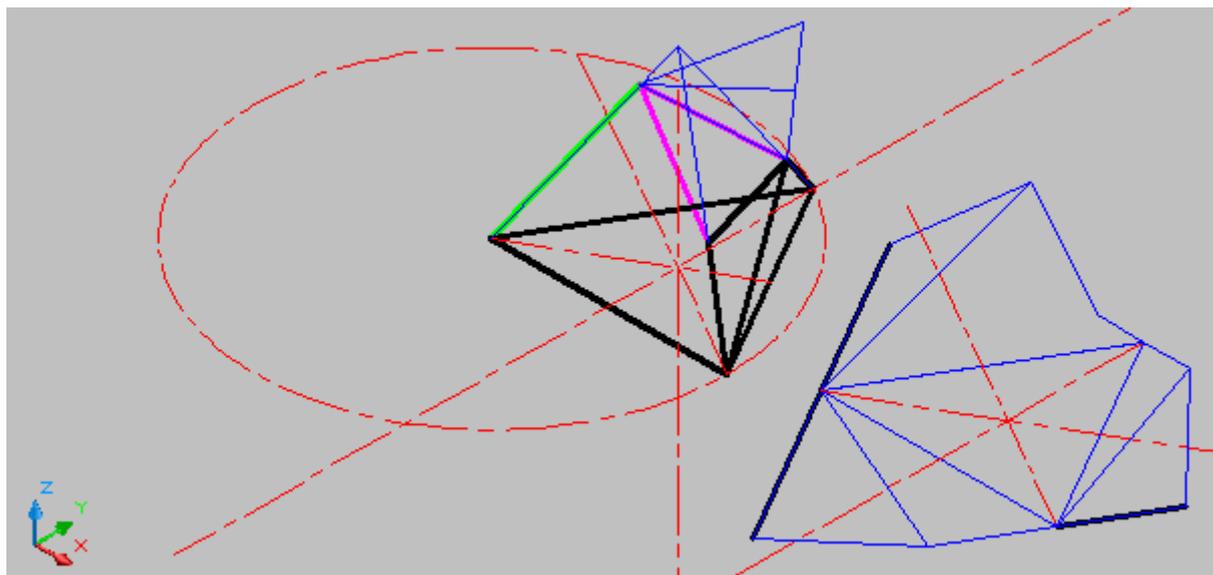


Рис.16.10.

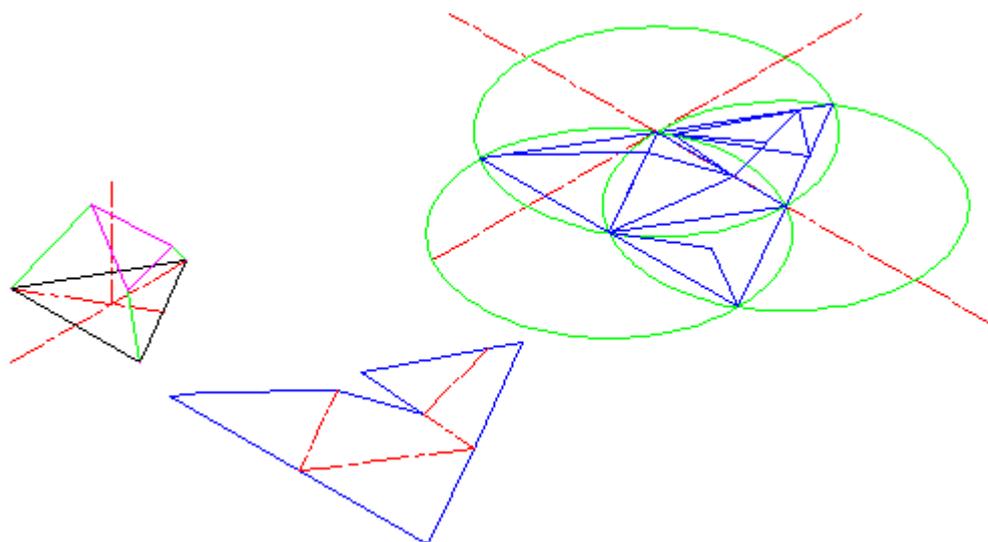
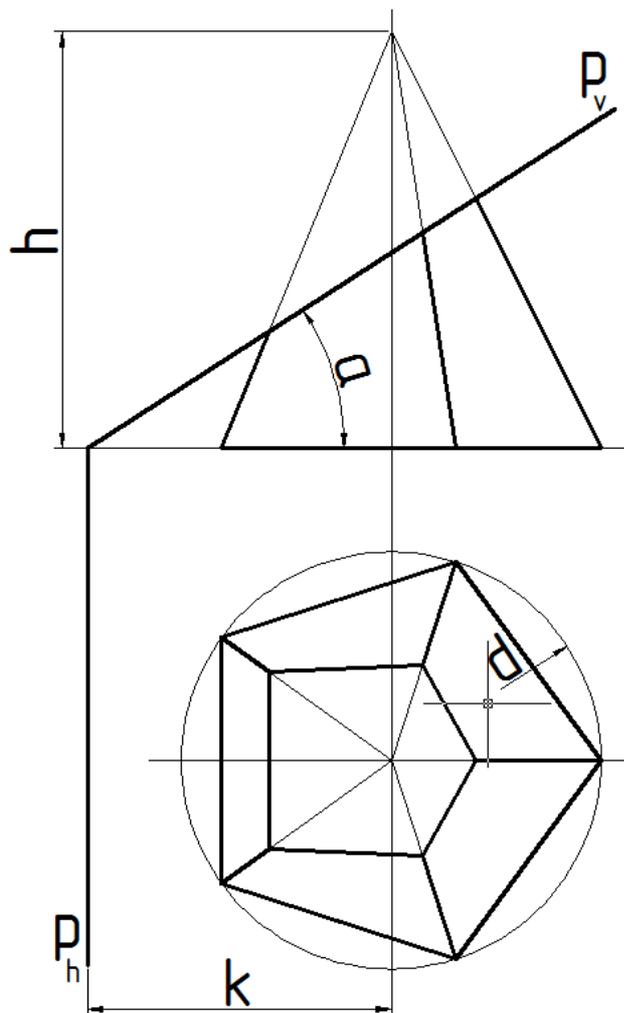


Рис.16.11.

Таблица индивидуальных заданий к задаче 16

№ варианта	размеры, мм			
	d	h	k	α^0
1	65	65	50	30
2	60	64	34	45
3	62	70	30	45
4	70	72	33	45
5	65	64	49	30
6	60	63	33	45
7	62	70	46	45
8	70	72	33	45
9	65	65	36	30
10	60	64	35	45
11	62	70	36	45
12	70	72	30	45
13	65	64	49	30
14	60	65	34	45
15	63	70	30	45
16	70	72	32	45
17	65	65	50	30
18	60	63	33	45
19	62	70	30	45
20	70	72	30	45
21	65	65	49	30
22	60	63	35	45
23	63	70	30	45
24	70	72	32	45
25	65	64	50	30
26	60	63	34	45
27	62	70	30	45
28	70	72	30	45
29	65	65	49	30
30	60	63	33	45

Рисунок для таблицы индивидуальных заданий к задаче 16



Задача 17

Тетраэдр с ребром **77** пересекает плоскость. В сечении получается равнобедренный треугольник с основанием **33** и боковыми сторонами **44**. Определить длину самого короткого бокового ребра тетраэдра.

Так как все грани тетраэдра (как получить его изображение см. зад. 11) правильные треугольники, то удобнее начать с основания **33**.

Для этого необходимо систему координат перенести в плоскость любой боковой грани тетраэдра (см. Рис.17.1).

 , а далее с помощью привязок фиксируем вершины треугольника:

- 1 – задаем положение начала координат;
- 2 – задаем положение оси X;
- 3 – задаем положение плоскости XY.

В полученной системе координат с помощью команды  изображаем окружность радиусом **33**, и получаем точки пресечения окружности со сторонами треугольника, а далее с помощью привязок и команды  строим отрезок прямой, соединив эти точки (см. Рис.17.1).

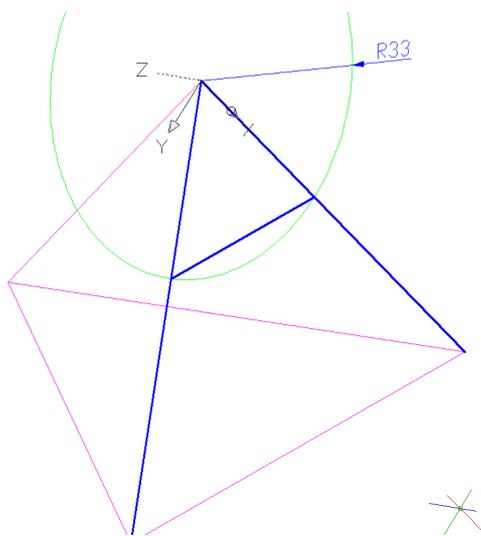


Рис.17.1

С помощью команды **DELETE** удалить вспомогательные построения. Аналогичными действиями получаем на второй грани тетраэдра боковую сторону **44** заданного сечения: с помощью команды  изображаем окружность радиусом **44**, и чтобы получить точку пресечения окружности с боковым ребром, с помощью привязок и команды  строим синим цветом отрезок прямой, соединив крайние точки этого ребра, а далее с помощью привязок и команды  строим боковую сторону **44** заданного сечения (см. Рис.17.2)

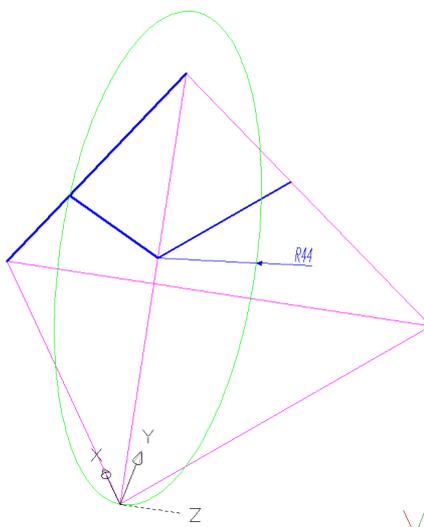


Рис.17.2

С помощью команды **DELETE** удаляем вспомогательные построения. Теперь можно получить заданное сечение тетраэдра.

Для этого необходимо систему координат перенести в плоскость, образованную двумя пересекающимися отрезками **33** и **44**(см. Рис.17.3).



, а далее с помощью привязок фиксируем концы этих отрезков:

- 1 – задаем положение начала координат;
- 2 – задаем положение оси X;
- 3 – задаем положение плоскости XY.

В полученной системе координат изображаем вспомогательный ящик.

Активизировать команду **BOX** .

В ответ на следующие запросы последовательно ввести координаты точки основания; координаты точки основания по диагонали; высоту:

Specify corner of box or [Center] <0,0,0>: -11,-11,0 ↵

Specify corner or [Cube/Length]: 55, 55,0 ↵

Specify height: 55 ↵ .

Изображение (Рис.17. 3):

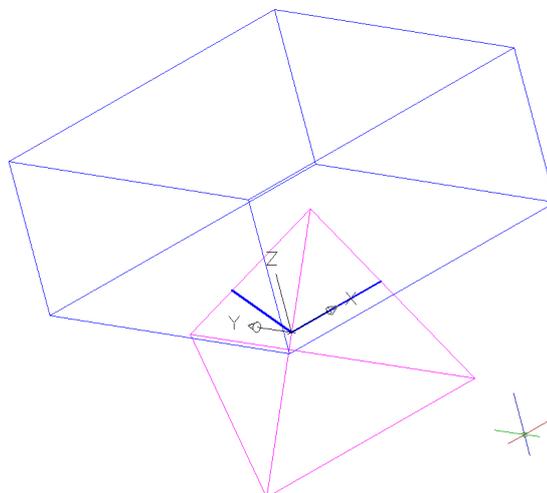


Рис.17.3

Получение усечённого тетраэдра.

Активизировать команду **SUBTRACT** .

В ответ на запрос:

Select objects: выделить тетраэдр ↵.

В ответ на следующий запрос:

Select objects: выделить параллелепипед ↵.

Получаем изображение Рис.17.4:

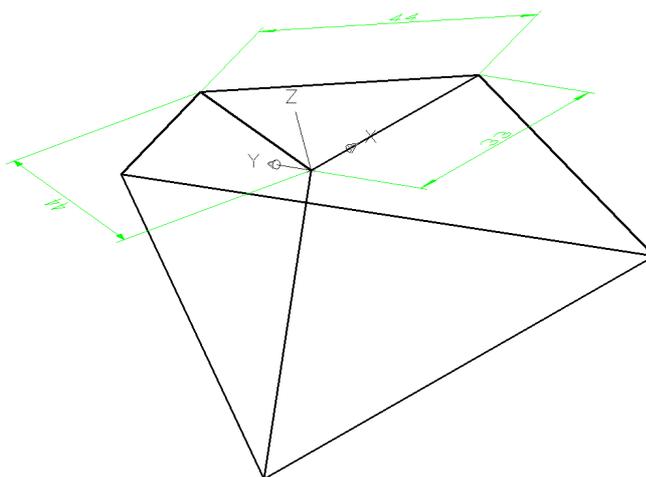


Рис.17.4

Осталось получить длину самого короткого ребра тетраэдра.

Для этого необходимо систему координат перенести в плоскость боковой грани тетраэдра (см. Рис.17.5) :



, а далее с помощью привязок фиксируем три вершины трапеции:

- 1 – задаем положение начала координат;
- 2 – задаем положение оси X;
- 3 – задаем положение плоскости XY.

В полученной системе координат с помощью команды **ALIGN** и привязок определяем длину самого короткого бокового ребра тетраэдра (см. Рис.17.5) .

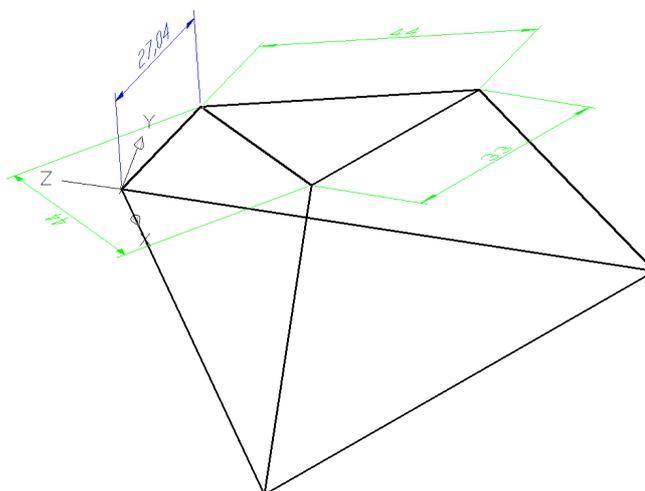


Рис.17.5

Задача 18

Тетраэдр с ребром **77** пересекает плоскость. В сечении получается треугольник со сторонами **55, 59** и **61**. Определить положение секущей плоскости.

Изобразим все боковые грани и произвольно проведем на них стороны заданного сечения. Так как все грани тетраэдра (как получить его изображение см. **задачу 12**) правильные треугольники, то получаем одно изображение, а затем получаем копии с помощью команды , по запросам которой выделяем треугольник – «**Enter**». Указываем базовую точку – любую вершину треугольника. Далее необходимо указать точку, куда переносим любую удобную точку – «**Enter**» - «**Enter**». Далее с помощью команды  изображаем окружность радиусом **55**, и получаем точки пресечения окружности со сторонами треугольника, а далее с помощью привязок и команды  строим отрезок прямой (см. Рис.18.1). Теперь полученный треугольник (сиреневый) с помощью привязок и с помощью команды **POLYLINE**  (на все запросы <указать точку> привязками фиксируем вершины треугольника) превращаем в единую полилинию. Аналогично получаем отрезки **59** и **61**.

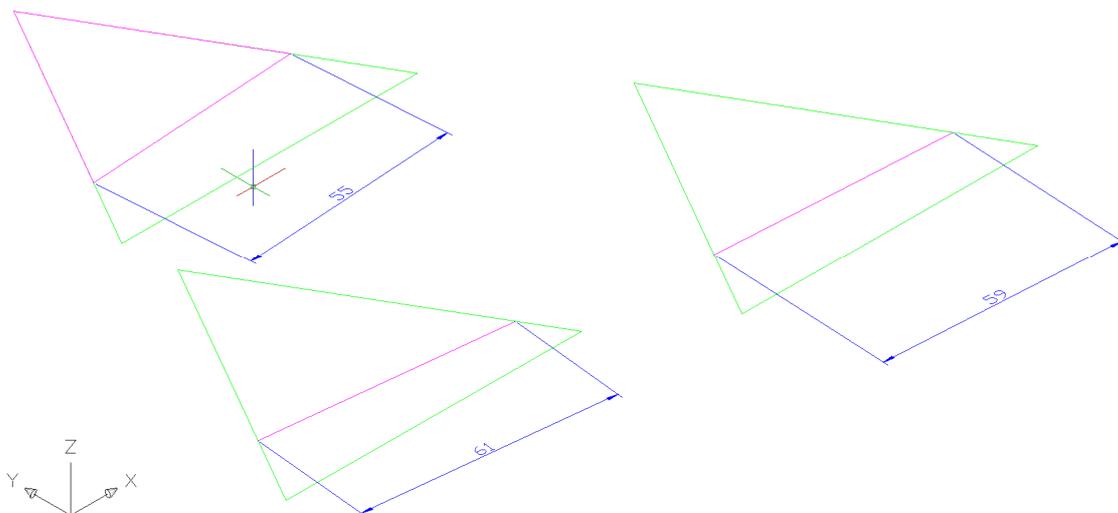


Рис.18.1

Теперь по заданным размерам изображаем требуемое сечение тетраэдра и к нему пристраиваем три полученных треугольника с помощью команды **ALIGN**, по запросам которой выделяем треугольник – «**Enter**».

На запрос <указать точку> привязками фиксируем в сиреновом треугольнике один конец отрезка **55**, а затем фиксируем новое положение, т.е. на вершине требуемого сечения.

На следующий запрос <указать точку> привязками фиксируем в сиреновом треугольнике другой конец отрезка **55**, а затем фиксируем новое положение, т.е. вторую вершину требуемого сечения (см. Рис.18.2).

Аналогично пристраиваем два полученных треугольника для отрезков **59** и **61**.

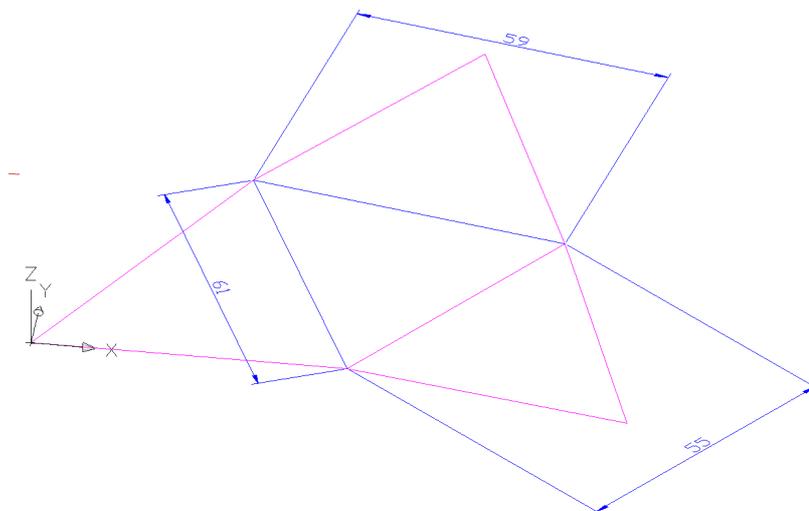


Рис.18.2

Точное положение сечения неизвестно, поэтому отрезки на боковых гранях проведены произвольно (см. Рис.18.3).

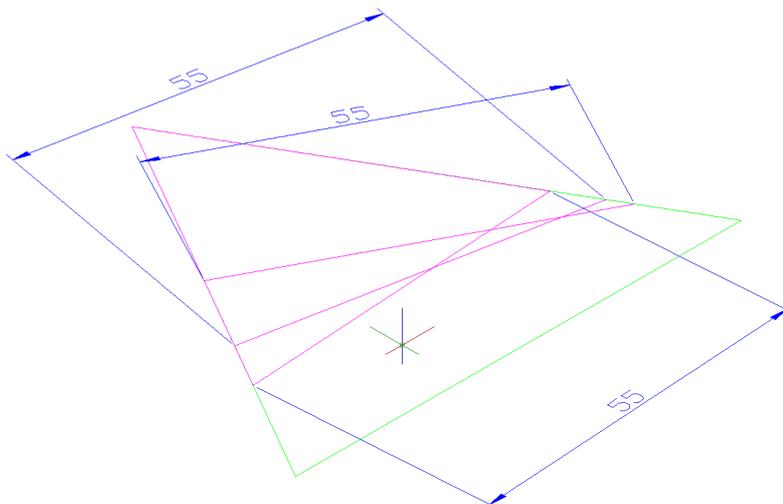


Рис.18.3

Но можно утверждать, что неизвестно точное положение вершины треугольника, и в этом случае закономерность решений более очевидна: так как угол равен 60° , то геометрическое место точек, на которых может располагаться эта вершина будет дуга окружности, в которую вписан угол вершины (все вписанные углы, опирающиеся на одну дугу, равны между собой) (см. Рис.18.4).

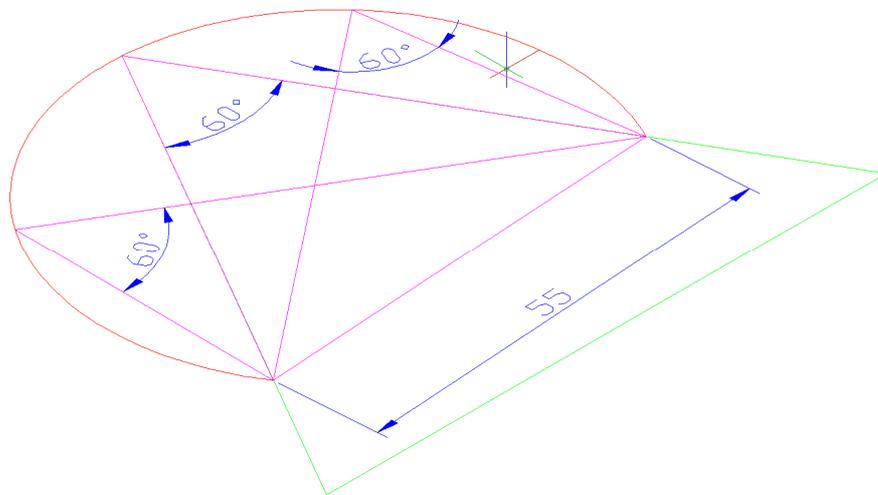


Рис.18.4

Итак, на плоскости это дуга, а в пространстве – это тело, полученное от вращения этой дуги вокруг отрезка. Значит, поверхности трех тел пересекутся в такой точке, которая будет общей вершиной для всех трех боковых граней. Такова идея решения этой задачи.

Итак, вокруг пристроенных треугольников необходимо описать дуги. С помощью команды **ARC**, выбрав в боковом меню **3-point**, привязками фиксируем вершины треугольника (см. Рис.18.5).

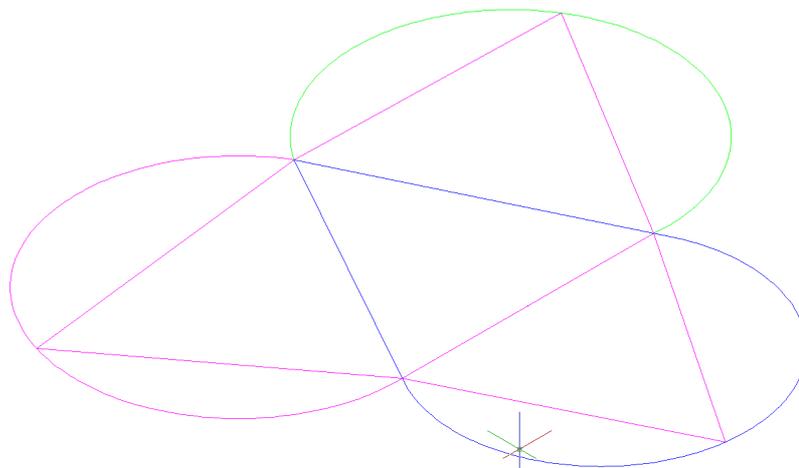


Рис.18.5

Для наглядности и большей доступности изображаем дуги разными цветами. Теперь поочередно изображаем тела, полученные от вращения этих дуг вокруг своих отрезков.

- Активизировать команду **REVOLVE** .

Левой кнопкой мыши выделить ранее построенную дугу.

В ответ на запрос:

Specify start point for axis of revolution or define axis by [Object/X (axis)/Y (axis)]: привязками фиксируем оба конца отрезка **55**.

В ответ на следующий запрос указать угол поворота:

Specify angle of revolution <180>: ↵.

Аналогично изображаем тела, полученные от вращения дуг вокруг отрезков **59** и **61**. Далее необходимо активизировать команду **UNION** . В ответ на следующие запросы левой кнопкой мыши выделить тела, полученные от вращения дуг вокруг своих отрезков ↵. Чтобы линия пересечения тел была достаточно заметной выполняем ее другим цветом. В итоге получается изображение, на котором видно, как три линии пересечения сходятся в одной точке (Рис.18.6):

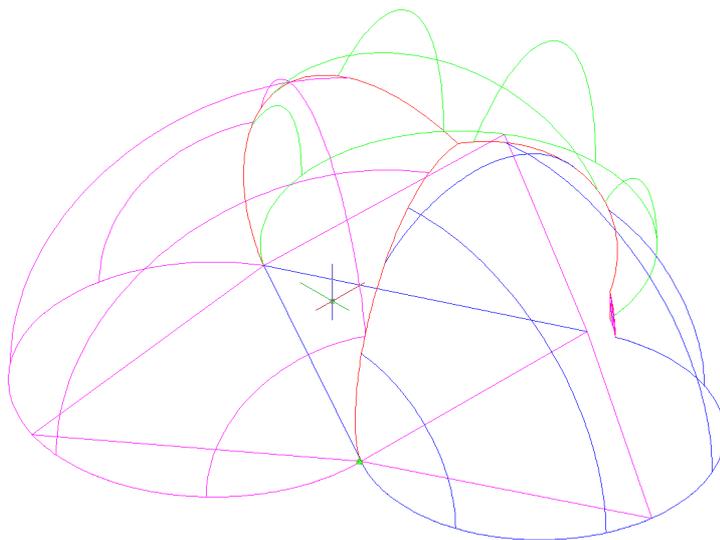


Рис.18.6

Для создания реального пространственного ощущения полученный объект можно закрасить, исследовать его и убедиться в правильности выбора точки с помощью команды  (**3D ORBIT** – «Enter») (см. Рис.18.7).

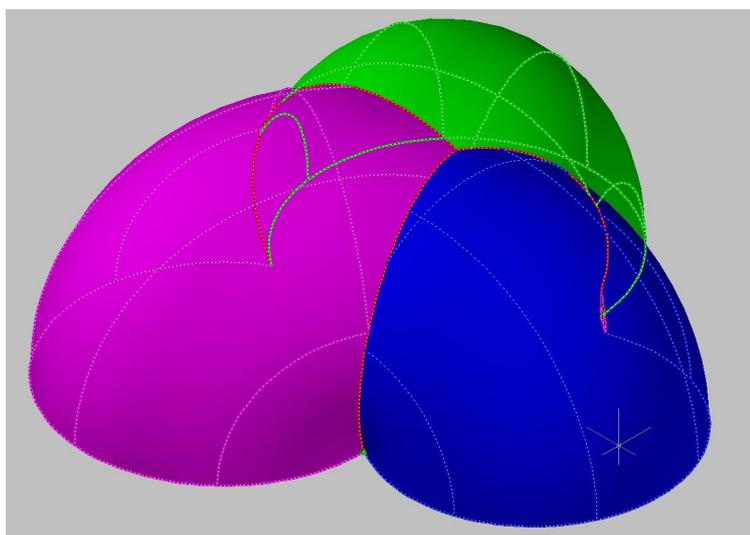


Рис.18.7

Итак, полученная точка пересечения трех линий должна быть вершиной отсеченной части тетраэдра. С помощью привязок и команды  соединим ее с вершинами треугольника, который должен быть сечением тетраэдра.

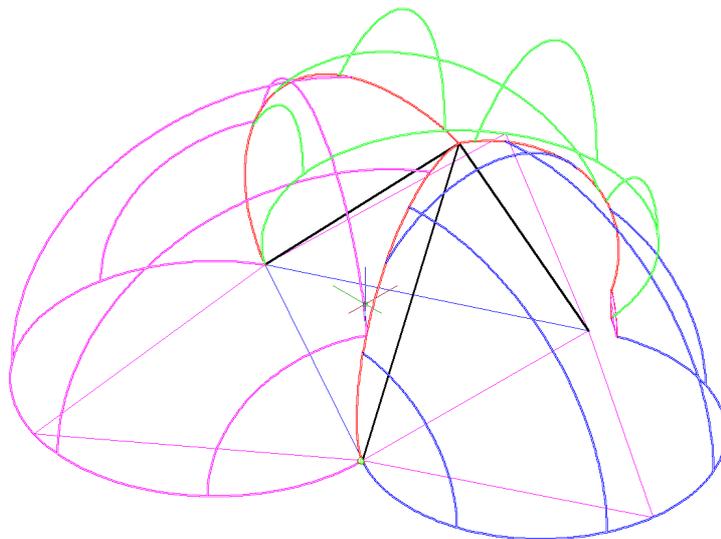


Рис.18.8

Теперь полученную пирамиду с помощью привязок и команды **POLYLINE**  (на все запросы <указать точку> привязками фиксируем вершины) превращаем в единую полилинию. Получаем копию с помощью команды , по запросам которой выделяем полученную пирамиду – «Enter». Указываем базовую точку- любую вершину. Далее необходимо указать точку, куда переносим любую удобную точку (рядом с тетраэдром) – «Enter» - «Enter» (см. Рис.18.9).

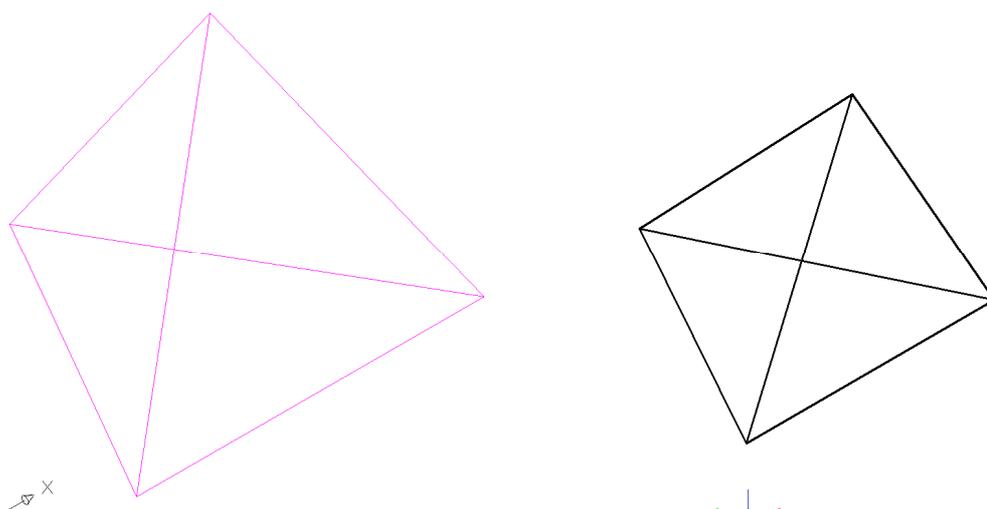


Рис.18.9

Теперь к заданному тетраэдру (как получить его изображение см. **задачу 11**) пристраиваем полученную отсеченную часть тетраэдра с помощью команды **ALIGN**, по запросам которой выделяем отсеченную часть – «**Enter**».

На запрос <указать точку> привязками фиксируем вершину черной пирамиды, а затем фиксируем новое положение, т.е. вершину тетраэдра.

На следующий запрос <указать точку> привязками фиксируем вершину основания черной пирамиды, затем фиксируем новое положение, т.е. вершину основания сиреневой пирамиды.

На следующий запрос <указать точку> привязками фиксируем вторую вершину основания черной пирамиды, затем фиксируем новое положение, т.е. вторую вершину основания сиреневой пирамиды (см. Рис.18.10).

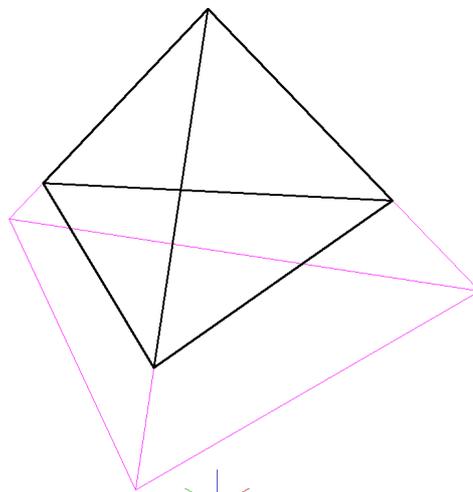


Рис.18.10

Осталось проверить заданные параметры и определить положение секущей плоскости, что выполняется в предварительно установленной системе координат с помощью команды **ALIGN** и привязок (см. Рис.18.11) .

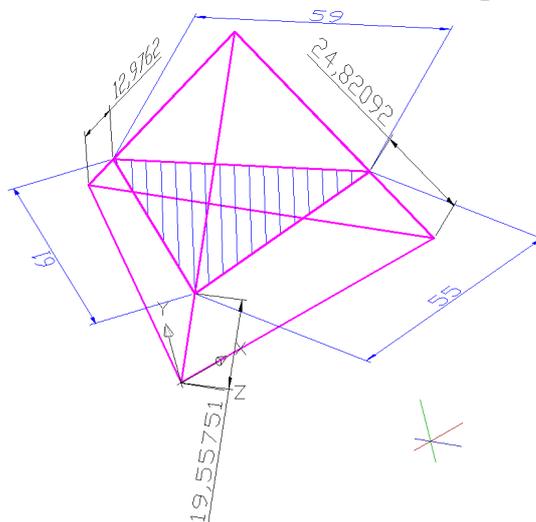


Рис.18.11

Задача 19

Провести через прямую **AB** плоскость, пересекающую шар по кругу радиусом **R12,5**, если центр шара расположен в точке **C**, а его радиус **R15**. Координаты точек: **A(35;39;40)**, **B(10;11;13)**, **C(30;20;20)**.

Алгоритм решения задачи

1. Построение прямой **AB**.

Активизировать команду **3DPOLY**.

В ответ на запрос ввести координаты точки **A**:

Specify start point of polyline: **35, 39, 40** ↵.

В ответ на следующий запрос ввести координаты точки **B**:

Specify endpoint of line or [Undo]: **10, 11, 13** ↵ ↵.

2. Для облегчения визуального восприятия целесообразно не загромождать изображение сферой, а покажем вначале только ее центр, т.е. точку **C**, с этой целью необходимо изменить цвет линий на зелёный и точку **C** представить точкой пересечения двух зеленых линий.

Ввести в командной строке **3DPOLY**.

В ответ на запрос *Specify start point of polyline*: указать левой кнопкой мыши положение точки **A**: ↵.

В ответ на следующий запрос ввести координаты точки **C**:

Specify endpoint of line or [Undo]: **30, 20, 20** ↵.

В ответ на следующий запрос *Specify endpoint of line or [Undo]*: указать левой кнопкой мыши положение точки **B**: ↵.

3. Получение изображения на весь экран.

Активизировать команду **ZOOM** .

Левой кнопкой мыши выделить необходимую область.

Получаем изображение (Рис. 19.1):

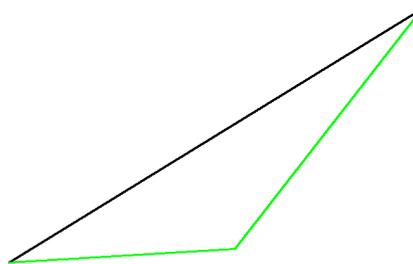
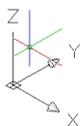


Рис. 19.1

Для перехода к пространственному изображению можно сразу



активизировать одну из пиктограмм.

4. Теперь выполним дополнительные построения. Проведем из точки **C** перпендикуляр **CD** на прямую **AB**.

Для удобства восприятия необходимо изменить цвет линий на красный. Повторно активизировать команду **3DPOLY**, нажав ↵.

В ответ на запрос *Specify start point of polyline*: указать левой кнопкой мыши положение точки **C**: ↵.

В ответ на следующий запрос *Specify endpoint of line or [Undo]*: в боковом экранном меню активизировать кнопку ******** (розовая объектная привязка) и её опцию **Perpend**, указать левой кнопкой мыши примерное положение точки **D** на прямой **AB** ↵↵.

Получим изображение (Рис. 19.2):

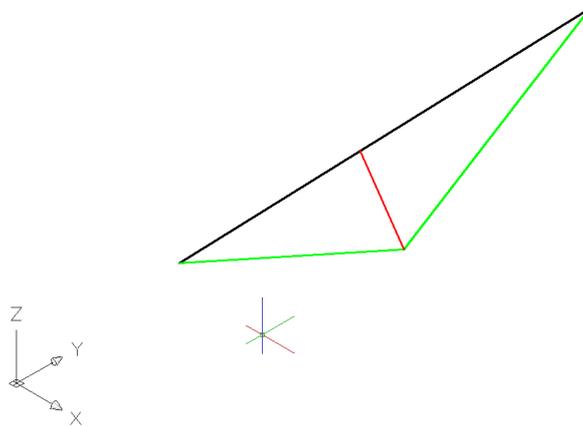


Рис. 19.2

5. Проведем через центр шара секущую плоскость, перпендикулярную прямой **AB**. Очевидно, в сечении будет круг радиусом **R15**, проходящий через перпендикуляр **CD**. Для этого необходимо предварительно перенести систему координат в плоскость треугольника:

активизируем команду , а далее

с помощью привязок поочередно фиксируем точки треугольника:

а) – задаем положение начала координат (фиксируем точку **D**);

б) – задаем положение оси **X** (фиксируем точку **C**);

в) – задаем положение плоскости **XY** (фиксируем точку **A**).

Поворачиваем систему координат вокруг оси **X**, чтобы плоскость **XY** проходила через центр шара, т.е. точку **C**:

ЛКМ активизируем пиктограмму  
В командной строке — **90°**
Enter

В итоге получаем изображение (Рис. 19.3):

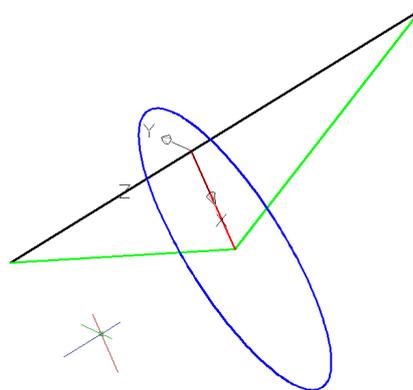


Рис. 19.3

С помощью команд ,  можно вращать объект вокруг своей оси или точки, выбираем более удачный ракурс.

Теперь можно сформулировать идею решения нашей задачи: нам необходимо из точки **D** (основания перпендикуляра) провести прямую, пересекающую синюю окружность так, чтобы длина полученной хорды была равна **25**. Так как синяя окружность – это сечение шара, то хорда – это диаметр другого сечения шара, перпендикулярного плоскости синей окружности. Это и будет сечение, требуемое в задаче.

Для этого, выполним следующие действия.

6. На синей окружности построим произвольную хорду длиной **25**.

7. Для этого необходимо на этой окружности выбрать любую точку и из нее провести окружность радиусом **25**, а затем полученную точку пересечения окружностей соединить отрезком с первой точкой.

8. Построение окружности.

Активизировать команду **CIRCLE** .

Так как в **AutoCAD** по умолчанию окружность изображают по центру и радиусу, то в боковом экранном меню не нужно активизировать никакую опцию, а сразу в ответ на запрос ввести координаты центра окружности:

Specify center point for circle or [3P/2P/Ttr (tan tan radius)]:

активизировать команду  ******** (разовая объектная привязка) и с помощью опции **Nearest** (привязка к точке объекта), выбрать любую точку на заданной окружности.

В ответ на следующий запрос ввести величину радиуса:

Specify radius of circle or [Diameter]: **25** ↵ (Рис. 19.4).

9. Построение хорды.

Активизировать команду **LINE** .

В ответ на запрос:

Specify first point :

в боковом экранном меню активизировать команду  ******** (разовая объектная привязка) и её опцию  **Intersec** (привязка к точке пересечения двух объектов), задать полученную точку пересечения окружностей.

В ответ на следующий запрос:

Specify next point or [Undo]:

активизировать команду  ******** (разовая объектная привязка) и с помощью опции **Center** (привязка к центру объекта) указать построенную окружность радиусом **25** и с помощью привязки зафиксировать появившейся символ центра (Рис. 19.4).

Далее необходимо нажать на клавишу **Enter**, чтобы выключить команду.

10. Получение изображения на весь экран.

Активизировать команду **ZOOM** .

Левой кнопкой мыши выделить необходимую область.

Получаем изображение (Рис. 19.4):

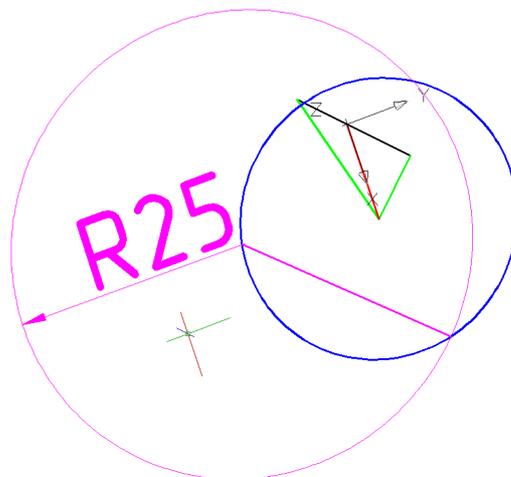


Рис.19.4

11. Теперь построим геометрическое место точек, позволяющих получать множество таких хорд. Очевидно, это будет окружность, касательная к построенной хорде и концентричная с синей окружностью.

12. Построение окружности.

Активизировать команду **CIRCLE** .

в ответ на запрос ввести координаты центра окружности:

Specify center point for circle or [3P/2P/Ttr (tan tan radius)]:

активизировать команду  ******** (разовая объектная привязка) и с помощью привязки зафиксировать точку **C**.

В ответ на следующий запрос ввести величину радиуса:

Specify radius of circle or [Diameter]:

в боковом экранном меню активизировать команду  (разовая объектная привязка) и её опцию  **Tangent** (построение касательной), задать примерную точку касания (Рис. 19.5).

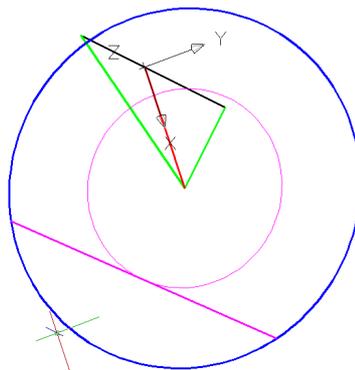


Рис.19.5

13. С помощью команды **DELETE** удаляем дополнительные построения и из точки **D** проводим отрезок, касательный к построенной окружности. Для этого необходимо:

14. Активизировать команду **LINE** .

В ответ на запрос:

Specify first point:

Фиксируем точку **D**

В ответ на следующий запрос:

Specify next point or [Undo]:

в боковом экранном меню активизировать команду  (разовая объектная привязка) и её опцию  **Tangent** (построение касательной), задать примерную точку касания (Рис. 19.6).

Далее необходимо нажать на клавишу **Enter**, чтобы выключить команду.

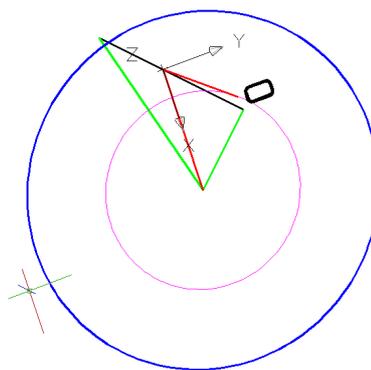


Рис.19.6

В итоге получаем точку касания **O** и требуемую плоскость, которая должна пересечь шар по кругу радиусом **R12,5**. Полученная плоскость определяется положением прямой **AB** и точки **O**. Точное положение полученной плоскости определяется координатами точек: **A**, **B** и **O**.

Координаты точек **A** и **B** известны из условия задачи, а координаты точки **O**, определяем с помощью команды **LIST**:

15. Возврат к первоначальной системе координат.

Активировать команду UCS .

В ответ на запрос ввести:

Specify origin of UCS: **W** ↵.

16. Активизировать команду **LIST**.

В ответ на запрос *Select objects*: указать отрезок **OD** ↵.

Нажав ещё раз ↵, можно увидеть координаты концов отрезка, из них выбираем координаты точки **O**: (25.1596;18.0953;26.4570).

Точное положение требуемой плоскости определили, значит, задачу можно считать решенной. Осталось проверить полученный результат, т.е. убедиться, что полученная плоскость пересекает шар по кругу радиусом **R12,5**.

Чтобы получить это сечение, выполним следующие действия.

17. Для большей наглядности изменим точку взгляда и проведем в полученной плоскости окружность с центром в точке **O**. Для этого необходимо предварительно перенести систему координат в полученную плоскость:

активизируем команду , а далее

с помощью привязок поочередно фиксируем точки:

а) – задаем положение начала координат (фиксируем точку **D**);

б) – задаем положение оси **X** (фиксируем точку **O**);

в) – задаем положение плоскости **XY** (фиксируем точку **A**).

Для построения окружности активизируем команду **CIRCLE** .

в ответ на запрос ввести координаты центра окружности:

Specify center point for circle or [3P/2P/Ttr (tan tan radius)]:

активизировать команду  ******** (розовая объектная привязка) и с помощью привязки фиксируем точку **O**.

В ответ на следующий запрос ввести величину радиуса:
Specify radius of circle or [Diameter]: задаем удобный радиус (Рис. 19.7).

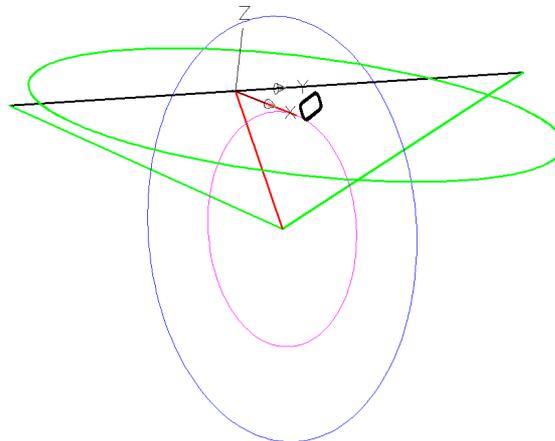


Рис.19.7

18. Настало время изобразить сферу:

- а) вводим команду **SPHERE** (пиктограмма —  Шар)
- б) машина просит указать центр сферы
- в) ЛКМ фиксируем точку **С**
- г) по запросу машины указываем радиус сферы: **15**
- д) подтверждаем команду нажатием **Enter**

На чертеже это выглядит так:

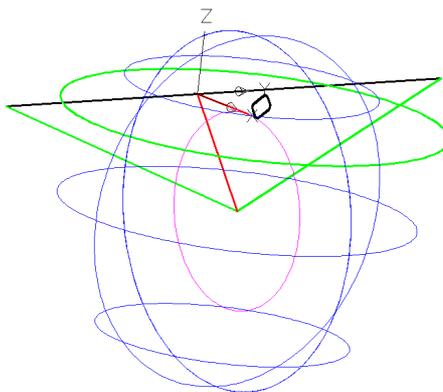


Рис.19.8

19. Чтобы получить сечение шара, строим цилиндр:

Активизировать команду **EXTRUDE** .

В ответ на запрос:

Select objects to extrude: выделить зеленую окружность.

В ответ на следующий запрос задать высоту:

Specify height of extrusion or [Direction/Path/Taper angle] <110.000>:

задать высоту визуально.

Получим следующее изображение:

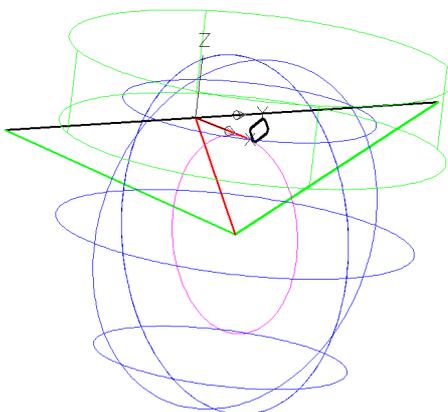


Рис.19.9

Для получения срезанного шара активизируем команду **SUBTRACT** .

В ответ на запрос: Select objects: выделить шар ↵.

В ответ на следующий запрос: Select objects: выделить цилиндр ↵.

20. И чтобы был виден окончательный итог — создадим тело объекта.

а) выделить объект

б) выбрать цвет

в) в строке падающих меню открываем **View**

г) наводим курсор на пункт **Visual Styles**

д) ЛКМ активизируем опцию **Realistic** (пиктограмма —  Реалистичный)

е) Осталось измерить радиус окружности полученного сечения шара:

- активизировать кнопку 

- квадратиком обозначить в любом месте контур окружности;

- и зафиксировать полученный размер.

После чего на экране видим:

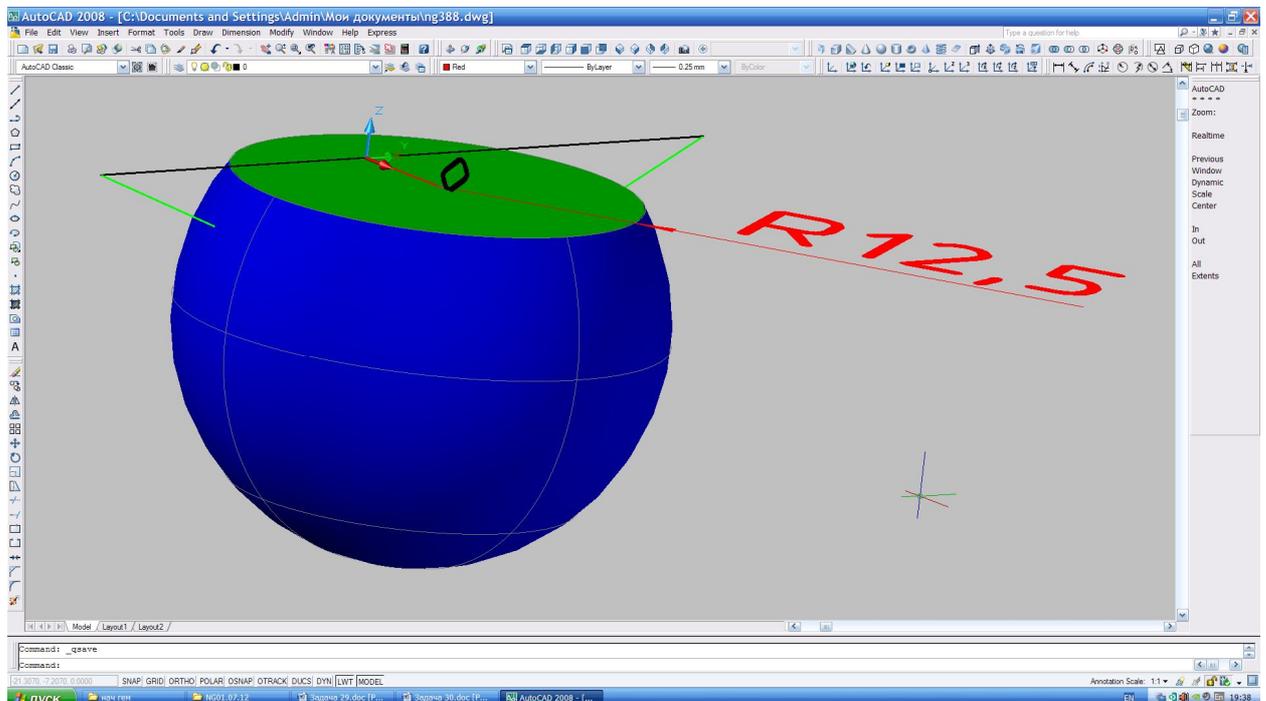


Рис.19.10

Задача 20

Найти точки пересечения прямой с поверхностью конуса (Рис.20.0).

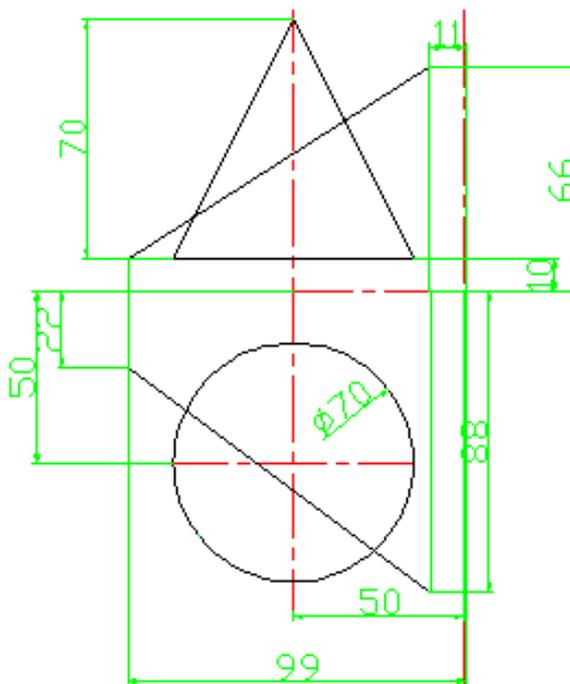


Рис.20.0

I. Построение конуса.

1. Переход в пространство.

Активизировать кнопку  или активизировать команду **VPOINT**.

В ответ на запрос ввести:

Specify a view point or [Rotate] <display compass and tripod>: **1,1,1** ↵.

2. Построение осей.

Предварительно необходимо изменить цвет линий на красный и тип линий на штрихпунктирный.

Активизировать команду **XLINE** .

В ответ на запрос:

Specify a point or [Hor/Ver/Ang/Bisect/Offset]: в боковом экранном меню активизировать опцию **Horizont** - построение горизонтальной прямой.

В ответ на следующий запрос:

Specify through point: указать любую точку на плоскости **XY** ↵.

Повторно активизировать команду **XLINE**, нажав ↵.

В ответ на запрос:

Specify a point or [Hor/Ver/Ang/Bisect/Offset]: в боковом экранном меню активизировать опцию **Vertical** - построение вертикальной прямой.

В ответ на следующий запрос:

Specify through point: указать любую точку на плоскости **XY** ↵.

3. Перенос **UCS** в точку пересечения осей.

Активизировать кнопку .

В ответ на запрос:

Specify new origin point <0,0,0>: указать точку пересечения осей.

4. Построение конуса.

Активизировать команду **CONE** .

В ответ на запрос ввести координаты центра основания конуса:

Specify center point of base or [3P/2P/Tr/Elliptical]: **50,50,10** ↵.

В ответ на следующий запрос указать радиус основания:

Specify base radius or [diameter]: **35** ↵.

В ответ на следующий запрос задать высоту конуса:

Specify height or [2point/Axis endpoint/Top radius]: **60** ↵.

II. Построение прямой MN.

5. Построение прямой **MN**.

Активизировать команду **3DPOLY**.

В ответ на запрос ввести координаты точки **M**:

Specify start point of polyline: **99, 22, 10** ↵.

В ответ на следующий запрос ввести координаты точки **N**:

Specify endpoint of line or [Undo]: **11, 88, 66** ↵ ↵.

Изображение:

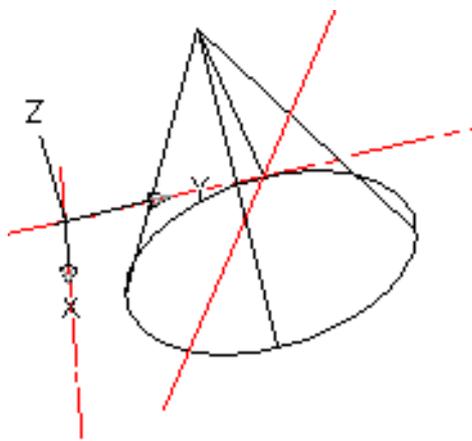


Рис.20.1

6. Перенос системы координат на прямую MN.

Активизировать кнопку .

В ответ на запрос:

Specify new origin point: фиксировать точку N.

В ответ на следующий запрос:

Specify point on positive of X-axis: фиксировать точку M.

В ответ на следующий запрос:

Specify point on positive – Y portion of the UCS XY plane: щелчком левой кнопки мыши указать любую точку пространства.

Изображение:

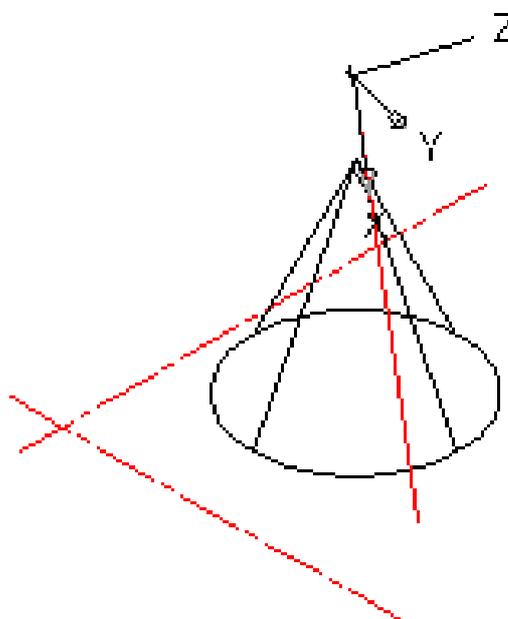


Рис.20.2

7. Построение вспомогательного параллелепипеда.

Активизировать команду **RECTANG** .

В ответ на запрос:

Specify first corner point or [Chamfer/Elevation/Fillet/Thickness/Width]:
указать точку начала координат.

В ответ на следующий запрос:

Specify other corner point or [Area/Dimensions/Rotation]: визуально построить прямоугольник.

Изображение:

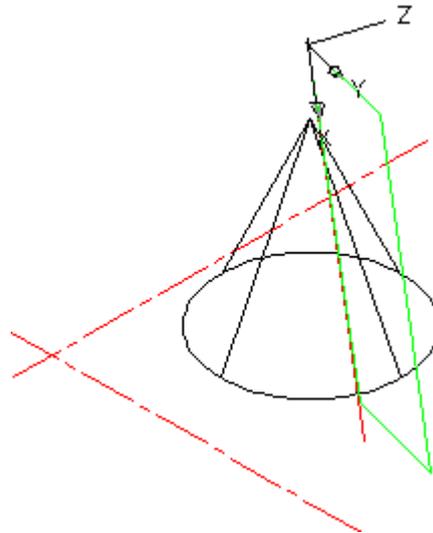


Рис.20.3

8. Активизировать команду **EXTRUDE** .

В ответ на запрос:

Select objects to extrude: выделить прямоугольник.

В ответ на следующий запрос:

Specify height of extrusion or [Direction/Path/Taper angle] <110.000>:

высоту задать визуально.

Изображение:

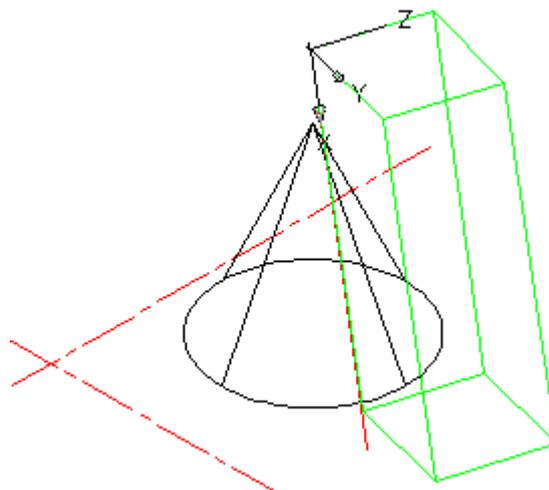


Рис.20.4

9. Получение линии пересечения полученных тел.

Активизировать команду **UNION** .

В ответ на запрос:

Select objects: выделить конус, затем призму ↵.

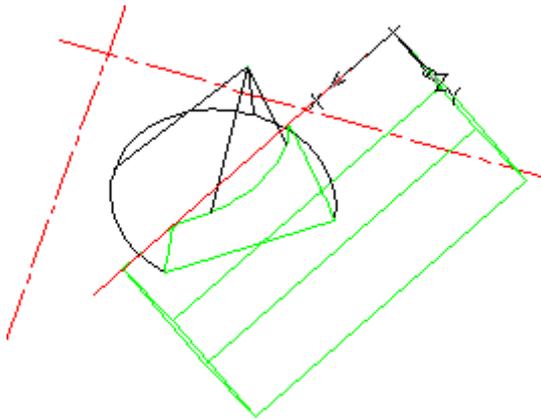


Рис.20.5

С помощью команды **3D ORBIT** ↵ выбираем удобный ракурс, где точки пересечения красной линии очевидны. Соединяем их отдельным синим отрезком. Далее возвращаемся к первоначальной системе координат: **UCS** ↵ **W** ↵ (см. Рис.20.6)

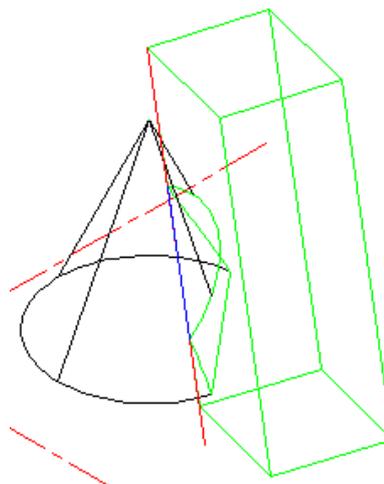


Рис.20.6

С помощью команды **LIST** ↓ определяем координаты искомых точек:

X=75,492 **Y**= 39,631 **Z**= 24,9596

X=41,9424 **Y**=64,7932 **Z**= 46,3094

А также расстояние между ними: 47,0588

Перепады координат:

Delta **X**=33,5497 Delta **Y**= 25,1622 Delta **Z**=21,3498

И угол наклона прямой к плоскости **XY**: 27.

Полученные результаты совпадают с решением традиционным, однако следует отметить, что:

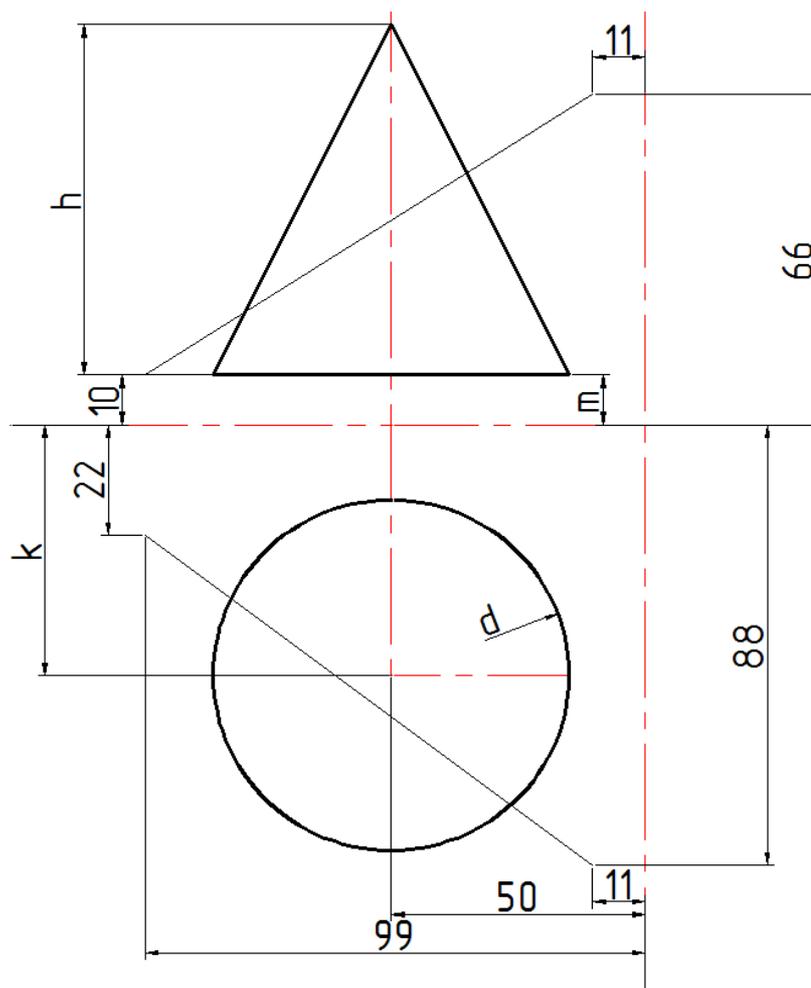
- точность выше;
- оперативность выше;
- доступность решения тоже выше.

Начинающему метод решения, применяемый в классической геометрии, более труден и специфичен, а моделируя в **AutoCAD**, любой ощущает и понимает суть задачи. Что же касается задач, в которых геометрическое тело расположено произвольно, то в **AutoCAD** алгоритм решения остается тем же, а решения, применяемые в классической геометрии, могут оказаться значительно затруднительными или недоступными. В качестве примера рассмотрим решение следующей задачи.

Таблица индивидуальных заданий к задаче 20

№ варианта	размеры, мм			
	d	h	k	m
1	60	70	50	9
2	70	65	43	12
3	65	70	45	11
4	62	72	50	10
5	72	66	40	13
6	65	72	40	8
7	60	70	50	7
8	68	64	43	6
9	65	70	40	5
10	62	72	50	4
11	70	65	40	3
12	64	68	40	2
13	62	70	48	1
14	72	66	43	0
15	66	70	40	9
16	60	72	50	12
17	68	65	40	11
18	64	72	40	10
19	62	70	50	13
20	70	66	40	8
21	66	70	40	7
22	60	70	48	6
23	68	65	40	5
24	64	68	45	4
25	62	70	50	3
26	72	64	40	2
27	64	70	40	1
28	60	70	52	0
29	70	65	42	12
30	64	72	45	11

Рисунок для таблицы индивидуальных заданий к задаче 20



Задача 21

Найти точки пересечения прямой **MN** с поверхностью эллиптического конуса, у которого центр основания **O**, высота равна **77**, вершина **S** расположена на прямой **OK**, большая ось основания расположена в плоскости треугольника **OKD**, большая и малая оси основания равны соответственно **88** и **55**. Положение точек в пространстве определяется следующими координатами: **D**(111;222;333) **M**(22;22;22) **N**(111;111;55) **K**(222;111;111) **O** (55;66;11).

Решение:

1. Построение прямой **OK** (красная, осевая).

Активизировать команду **3DPOLY**.

В ответ на запрос ввести координаты точки **O**:

Specify start point of polyline: **55, 66, 11** ↵.

В ответ на следующий запрос ввести координаты точки **K**:

Specify endpoint of line or [Undo]: **222, 111, 111** ↵ ↵.

2. Теперь пристраиваем к ней плоскость **OKD**.

Для удобства восприятия необходимо изменить цвет линий на зелёный.

Ввести в командной строке **3DPOLY**.

В ответ на запрос *Specify start point of polyline*: указать левой кнопкой мыши положение точки **O**: ↵.

В ответ на следующий запрос ввести координаты точки **C**:

Specify endpoint of line or [Undo]: **0, 0, 30** ↵.

В ответ на следующий запрос *Specify endpoint of line or [Undo]*: указать левой кнопкой мыши положение точки **K**: ↵.

Переносим систему координат в точку **O** (Рис.21.1).

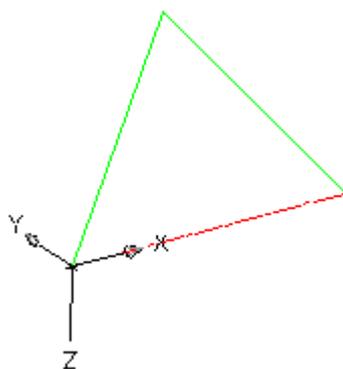


Рис.21.1

3. Проводим в полученной плоскости большую ось основания, на которой с помощью окружности диаметром **88** определяем крайние точки этой оси:

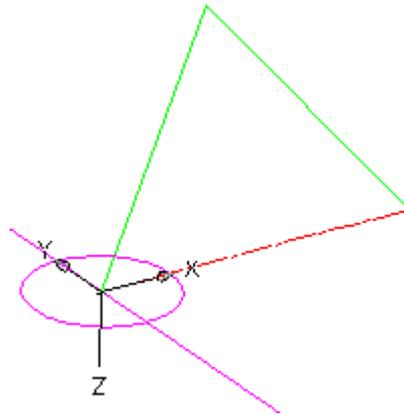


Рис.21.2

4. Аналогично (с помощью окружности диаметром 55) определяем крайние точки малой оси основания конуса (Рис.21.3):

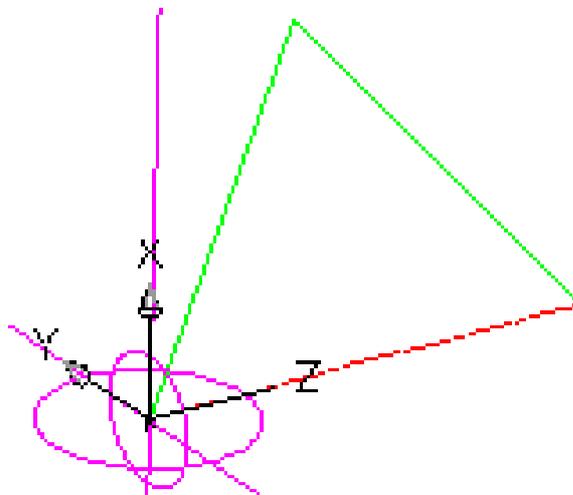


Рис.21.3

5. Теперь можно изображать конус (переходим в белый цвет).

Активизировать команду **CONE** .

Выбираем вариант **E** .

В ответ на запрос ввести координаты центра основания конуса:

Specify center point of base or [3P/2P/Tr/Elliptical]: с помощью привязок поочередно фиксируем крайние точки малой оси основания конуса, затем одну (любую) крайнюю точку большой оси .

В ответ на следующий запрос задать высоту конуса:

Specify height or [2point/Axis endpoint/Top radius]: 77 .

Получаем изображение Рис.21.4:

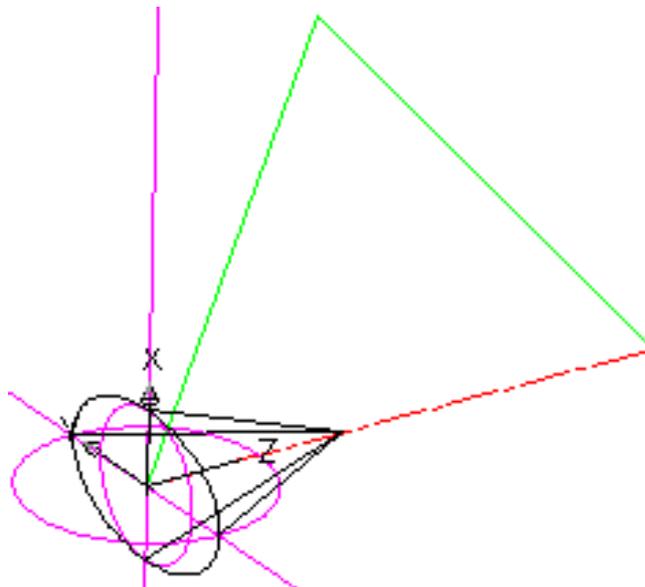


Рис.21.4

6. Далее удаляем все лишнее и возвращаемся в мировую систему координат

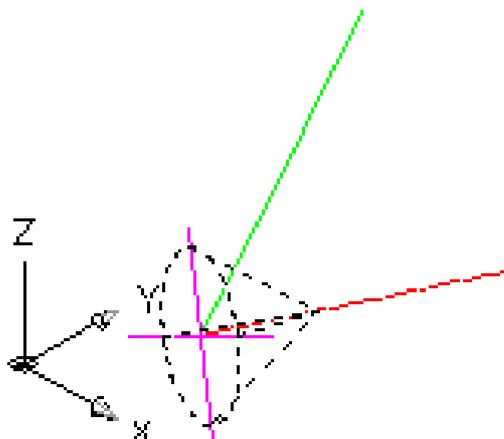


Рис.21.5

7. Построение прямой **MN** (применяем желтый цвет).

Активизировать команду **3DPOLY**.

В ответ на запрос ввести координаты точки **M**:

Specify start point of polyline: **22, 22, 22** ↵.

В ответ на следующий запрос ввести координаты точки **N**:

Specify endpoint of line or [Undo]: **111,111, 55** ↵ ↵.

Изображение (см. Рис.21.6):

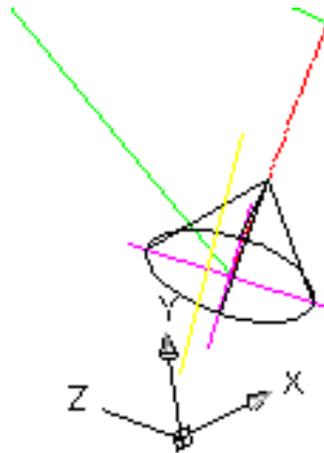


Рис.21.6

8. А далее применяем алгоритм такой же, как в предыдущей задаче: превращаем **MN** в ребро параллелепипеда (Рис.21.7):

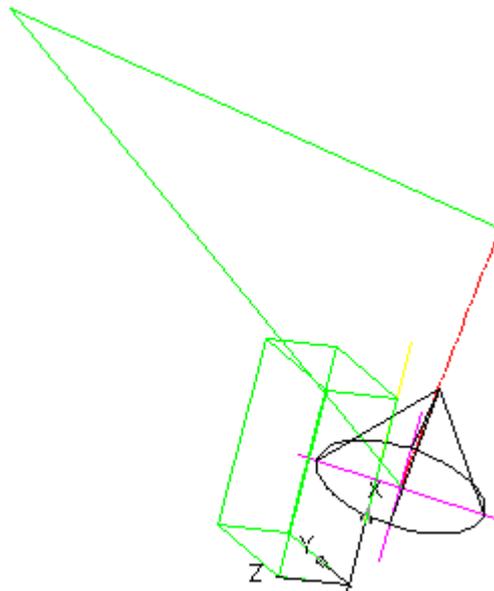


Рис.21.7

9. Получение линии пересечения полученных тел.
Активизировать команду **UNION** .

В ответ на запрос:

Select objects: выделить конус, затем призму  (см. Рис.21.8):

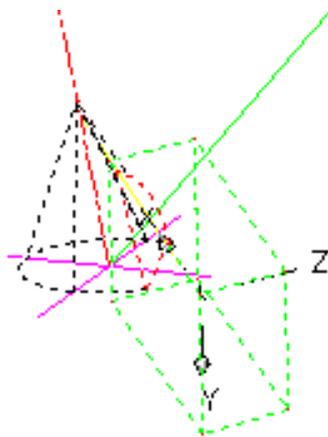


Рис.21.8

Получаем линию пересечения полученных тел (красный цвет):

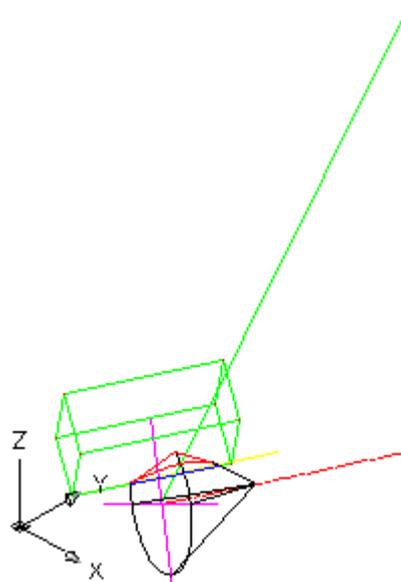


Рис.21.9

10. Для получения более наглядного изображения можно вместо команды **UNION**  применить команду **SUBTRACT** . С помощью команды **3D ORBIT**  выбираем удобный ракурс, где точки пересечения желтой линии очевидны. Соединяем их отдельным синим отрезком (см. Рис.21.10).

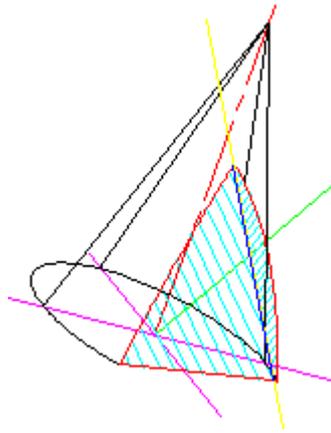


Рис.21.10

11. Далее можно применить команду **HIDE** ↓, в результате все невидимые линии исчезнут (см. Рис.21.11).

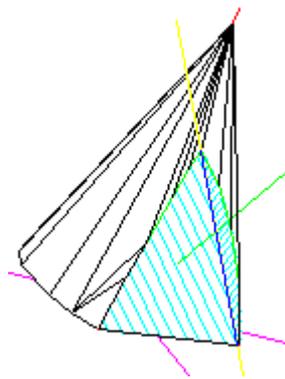


Рис.21.11

12. Осталось с помощью команды **LIST** ↓ определить координаты и другие параметры точек пересечения прямой **MN** с поверхностью эллиптического конуса (Рис.21.12.):

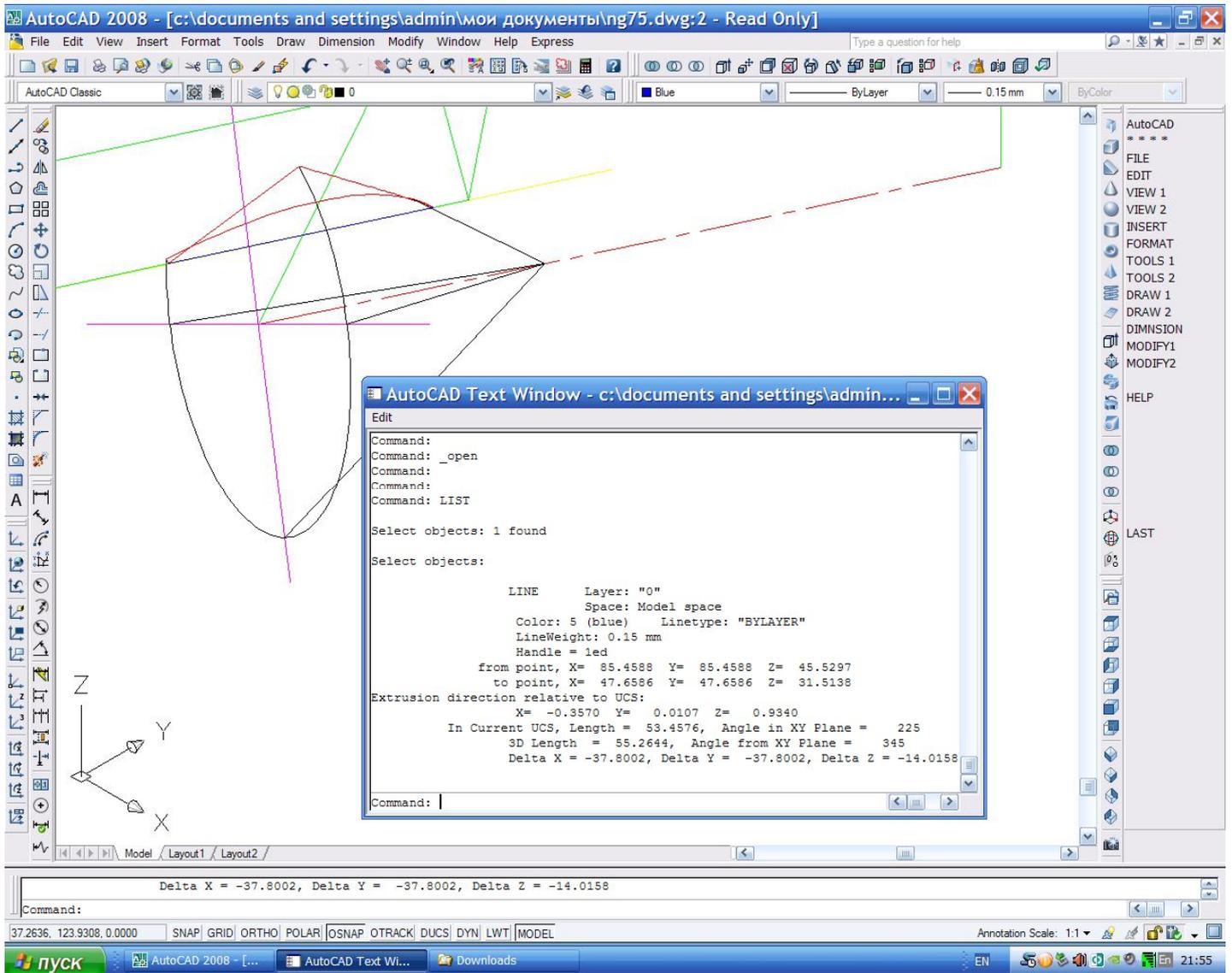


Рис.21.12

Задача 22

Построить в трёх проекциях линию пересечения поверхностей конуса и цилиндра (Рис. 22.0).

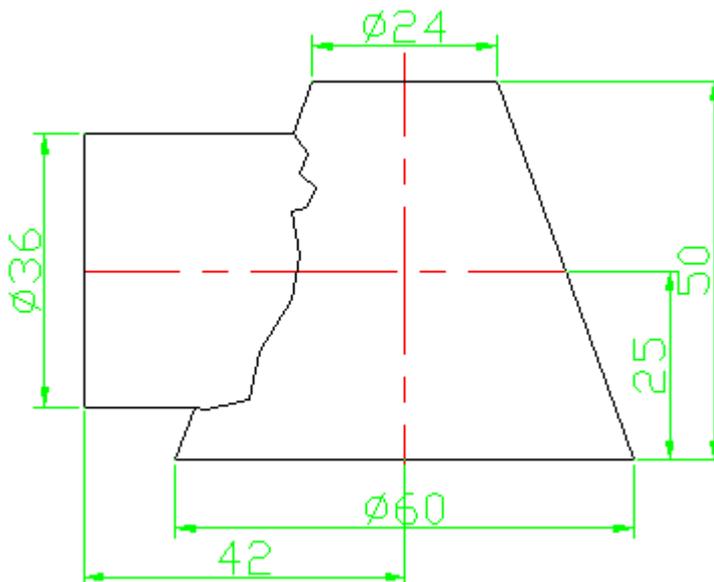


Рис.22.0.

Алгоритм решения задачи

1. Переход в пространство.

Активизировать команду .

2. Построение осей основания цилиндра.

Предварительно необходимо изменить цвет линий на красный и тип линий на штрихпунктирный.

Активизировать команду **XLINE** .

В ответ на запрос:

Specify a point or [Hor/Ver/Ang/Bisect/Offset]: в боковом экранном меню активизировать опцию **Horizont** - построение горизонтальной прямой.

В ответ на следующий запрос:

Specify through point: указать любую точку на плоскости **XY** ↵.

Повторно активизировать команду **XLINE**, нажав ↵.

В ответ на запрос:

Specify a point or [Hor/Ver/Ang/Bisect/Offset]: в боковом экранном меню активизировать опцию **Vertical** - построение вертикальной прямой.

В ответ на следующий запрос:

Specify through point: указать любую точку на плоскости **XY** ↵.

3. Перенос **UCS** в точку пересечения осей.

Активизировать кнопку .

В ответ на запрос:

Specify new origin point <0,0,0>: указать точку пересечения осей.

4. Построение вертикальной оси конуса.

Предварительно необходимо повернуть систему координат вокруг оси Y

Активизировать кнопку .

В ответ на запрос:

Specify rotation angle about Y axis <90> : нажать .

Активизировать команду **XLINE** .

В ответ на запрос:

Specify a point or [Hor/Ver/Ang/Bisect/Offset]: в боковом экранном меню активизировать опцию **Horizont** - построение горизонтальной прямой.

В ответ на следующий запрос:

Specify through point: указать точку начала координат .

Изображение:

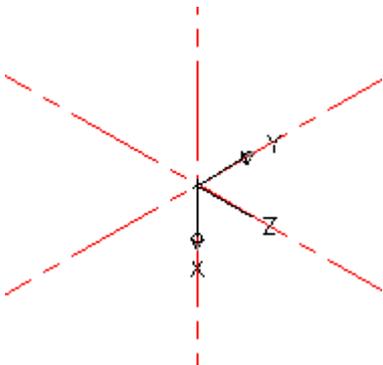


Рис.22.1.

5. Построение половины сечения конуса.

5.1. Построение высоты усечённого конуса.

Активизировать команду **LINE** .

В ответ на запрос:

Specify first point: указать точку начала координат .

В ответ на следующий запрос ввести:

Specify next point or [Undo]: **-50,0,0**  .

5.2. Построение вспомогательной прямой.

Активизировать команду **XLINE** .

В ответ на запрос:

Specify a point or [Hor/Ver/Ang/Bisect/Offset]: в боковом экранном меню активизировать опцию **Vertical** - построение вертикальной прямой.

В ответ на следующий запрос:

Specify through point: указать точку конца построенного отрезка (точка с координатами: - 50,0,0) ↵.

5.3. Построение оснований усечённого конуса.

Активизировать команду **CIRCLE** .

В ответ на запрос:

Specify center point for circle or [3P/2P/Ttr (tan tan radius)]: указать точку начала координат.

В ответ на следующий запрос указать радиус основания конуса:

Specify radius of circle or [diameter]: **30** ↵.

Повторно активизировать команду **CIRCLE**, нажав ↵.

В ответ на запрос:

Specify center point for circle or [3P/2P/Ttr (tan tan radius)]: указать точку пересечения построенного отрезка и вспомогательной линии (точка с координатами: - 50,0,0) .

В ответ на следующий запрос указать радиус второго сечения усеченного конуса:

Specify radius of circle or [diameter]: **12** ↵.

5.4. Проставление размеров.

Активизировать кнопку .

В ответ на запрос:

Select arc or circle: выделить одну из окружностей ↵.

Повторно активизировать кнопку .

В ответ на запрос:

Select arc or circle: выделить вторую окружность ↵.

Активизировать кнопку .

В ответ на запрос:

Specify first extension line origin or <select objects>: указать центр первой окружности, затем центр второй окружности; указать щелчком местоположение размерной линии.

5.5. Построение направляющей конуса.

Активизировать команду **POLYLINE** .

В ответ на запрос:

Specify start point: указать точку начала координат.

В ответ на следующий запрос:

Specify next point: указать точку пересечения первой окружности с осью Y .

В ответ на следующий запрос:

Specify next point: указать точку пересечения второй окружности с вспомогательной прямой.

В ответ на следующий запрос:

Specify next point: указать центр основания второй окружности.

В ответ на следующий запрос:

Specify next point: указать точку начала координат ↴.

Изображение:

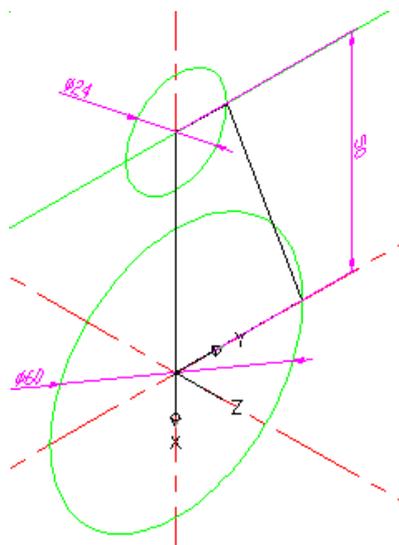


Рис.22.2.

Дополнительное построение необходимо удалить при помощи кнопки **DELETE**.

6. Построение усеченного конуса.

Активизировать команду **REVOLVE**  ↴.

В ответ на запрос:

Select objects to revolve: указать контур половины сечения конуса.

В ответ на следующий запрос:

Specify axis start point or define axis by: указать первую точку на оси Z – оси вращения сечения.

В ответ на следующий запрос:

Specify axis endpoint: указать вторую точку на оси Z ↴.

Изображение:

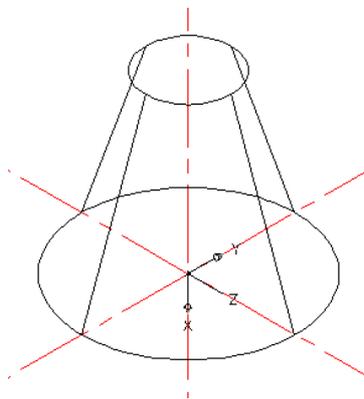


Рис.22.3.

7. Построение осей цилиндра.

Активизировать команду **XLINE** .

В ответ на запрос:

Specify a point or [Hor/Ver/Ang/Bisect/Offset]: в боковом экранном меню активизировать опцию **Offset**.

В ответ на следующий запрос указать расстояние между осью цилиндра и осью основания конуса:

Specify offset distance or: **25** ↵.

В ответ на следующий запрос:

Select a line object: выделить ось **Y**.

В ответ на следующий запрос:

Specify side to offset: щелчком левой кнопки мыши произвести построение оси цилиндра.

Повторно активизировать команду **XLINE**, нажав ↵.

В ответ на запрос:

Specify a point or [Hor/Ver/Ang/Bisect/Offset]: в боковом экранном меню активизировать опцию **Offset**.

В ответ на следующий запрос указать расстояние между основанием цилиндра и осью конуса:

Specify offset distance or: **42** ↵.

В ответ на следующий запрос:

Select a line object: выделить ось **X**.

В ответ на следующий запрос:

Specify side to offset: щелчком левой кнопки мыши произвести построение оси основания цилиндра.

8. Перенос UCS в точку пересечения осей цилиндра.

Активизировать кнопку .

В ответ на запрос:

Specify new origin point <0,0,0>: указать точку пересечения осей цилиндра ↵.

Повернуть систему координат вокруг оси X:

Активировать кнопку .

В ответ на запрос:

Specify rotation angle about X axis <90>: ↵.

Изображение:

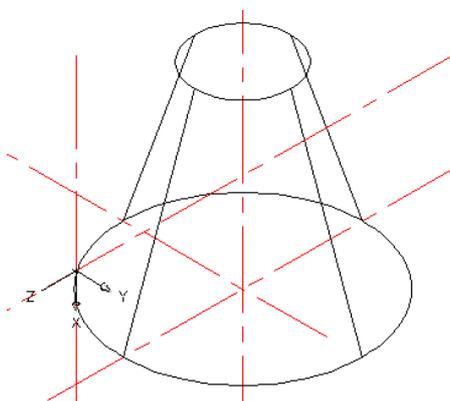


Рис.22.4.

9. Построение цилиндра.

Активизировать команду **CYLINDER** .

В ответ на запрос:

Specify center point of base or [3P/2P/Tr/Elliptical]: при помощи привязок фиксировать центр основания цилиндра ↵.

В ответ на следующий запрос указать радиус основания:

Specify base radius or [diameter]: **18** ↵.

В ответ на следующий запрос задать высоту цилиндра:

Specify height or [2point/Axis endpoint]: **- 44** ↵ (высоту можно построить визуально).

Изображение:

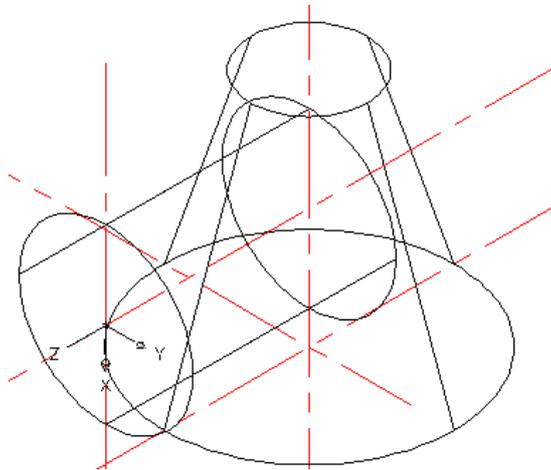


Рис.22.5.

10. Получение линии пересечения цилиндра и конуса.

Активизировать команду **UNION** .

В ответ на запрос:

Select objects: выделить цилиндр, затем конус ↵.

Изображение:

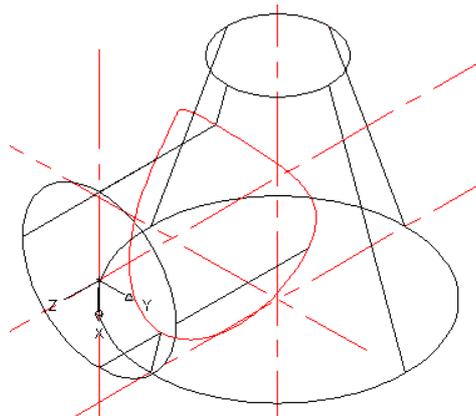


Рис.22.6.

11. Удаление невидимых линий.

Активизировать команду **HIDE** ↵.

Изображение:

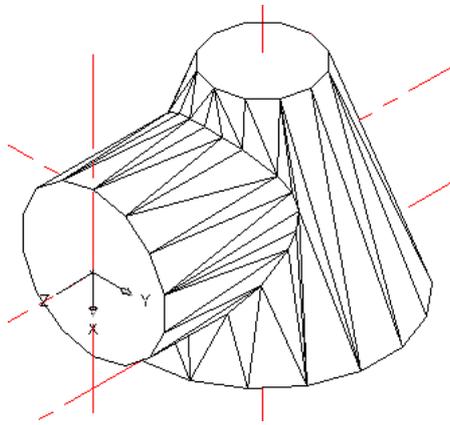


Рис.22.7.

12. Получение проекций.

Активизировать команду **VPORTS**.

В открывшемся окне в графе <standard viewpoints> выбрать опцию <**Four: Equal**>, а в графе <setup> выбрать опцию <**3D**>, нажать **ОК**. Необходимо поставить одинаковый масштаб на все виды. Для этого, выделив поочередно каждый из видов, ввести в командной строке: **ZOOM** ↓ **3** ↓.

Изображение:

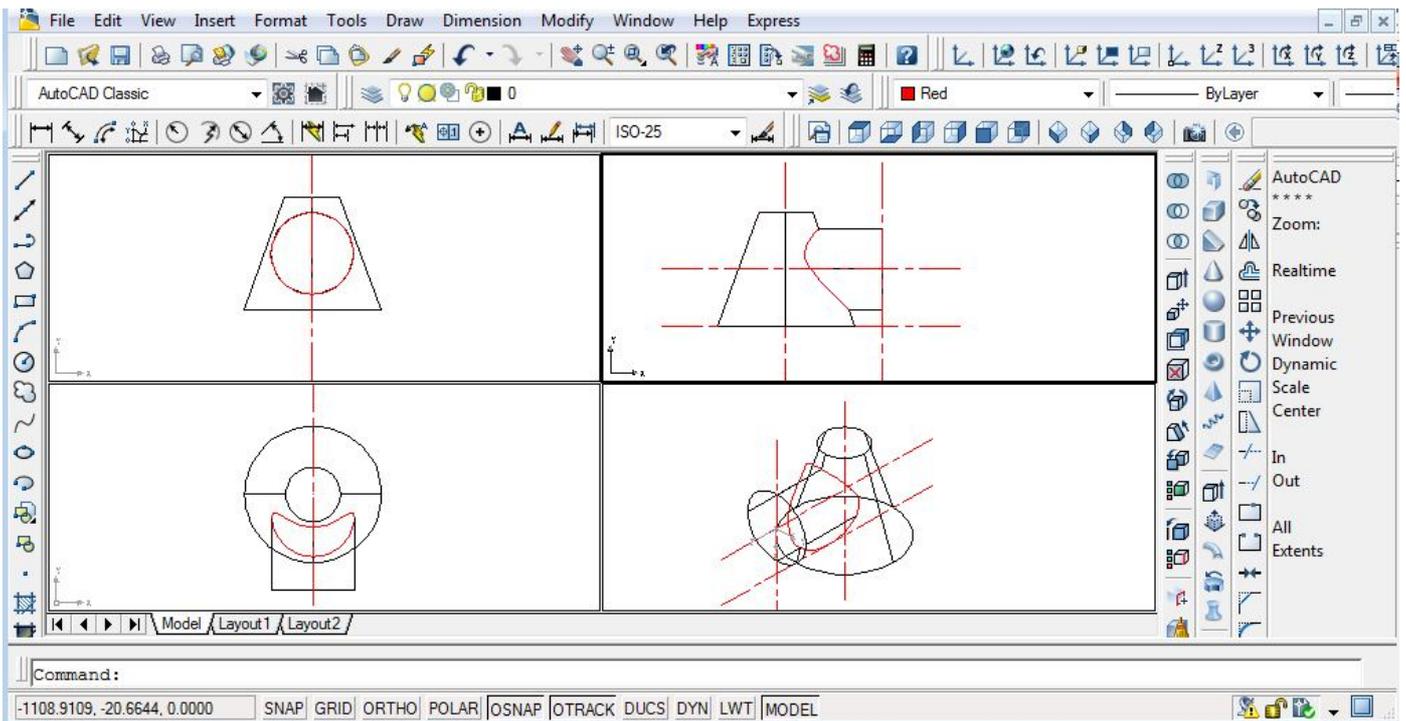
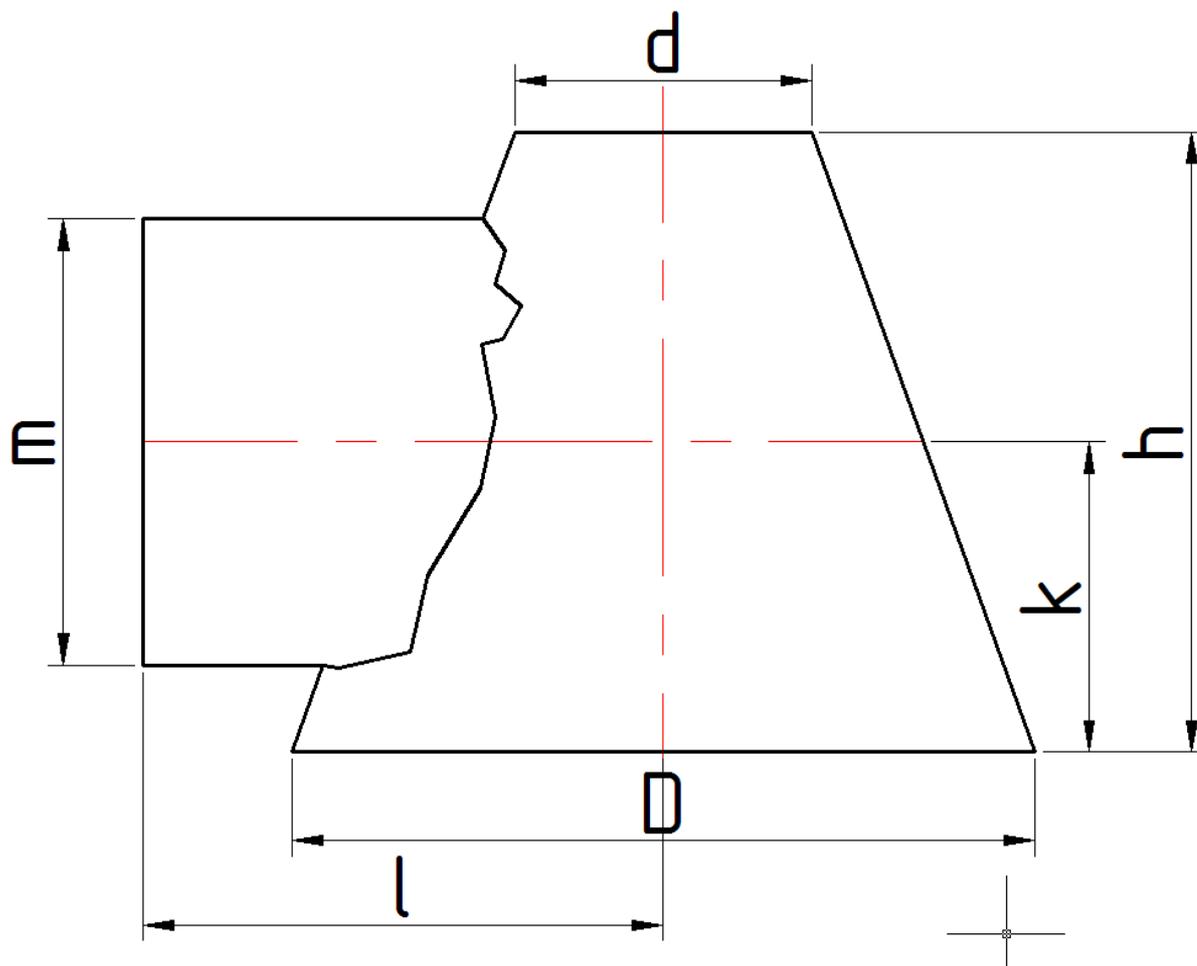


Рис.22.8.

Таблица индивидуальных заданий к задаче 22

№ варианта	размеры, мм					
	D	d	h	k	l	m
1	60	24	50	25	42	36
2	70	20	45	23	40	32
3	70	22	46	22	45	38
4	62	24	50	24	40	35
5	70	20	45	23	40	32
6	70	22	46	21	44	38
7	60	24	52	25	40	36
8	70	20	45	23	40	32
9	72	22	46	22	45	38
10	62	24	50	24	40	35
11	70	20	45	23	40	32
12	70	22	46	21	44	38
13	60	24	52	25	40	36
14	70	20	45	23	40	32
15	72	22	46	22	45	38
16	62	24	50	24	40	35
17	70	20	45	23	40	32
18	60	24	52	25	40	36
19	70	22	46	21	44	38
20	72	22	45	22	45	38
21	62	24	50	24	40	35
22	70	20	45	23	40	32
23	60	24	52	25	40	36
24	70	22	46	21	44	38
25	72	23	45	22	45	36
26	62	24	50	24	40	35
27	70	20	45	23	40	32
28	60	24	52	25	40	36
29	70	22	46	20	44	38
30	62	24	50	24	40	35

Рисунок для таблицы индивидуальных заданий к задаче 22



Задача 23

Усложним предыдущую задачу: пусть оси конуса и цилиндра смещены друг относительно друга на 7 мм и ось цилиндра имеет уклон 7 градусов.

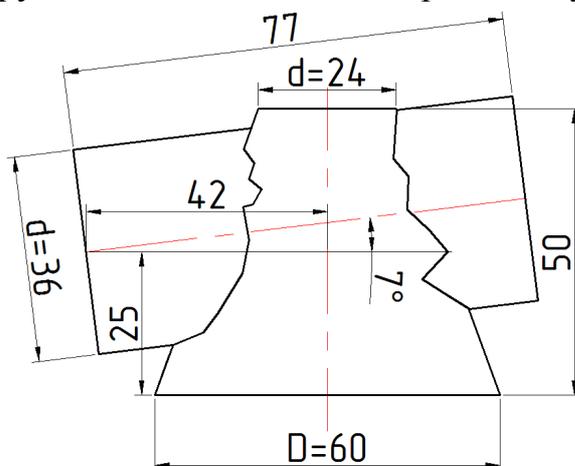


Рис.23.0.

Алгоритм решения задачи с помощью AutoCad остается прежним

1. Переход в пространство.

Активизировать команду .

2. Построение осей основания цилиндра.

Предварительно необходимо изменить цвет линий на красный и тип линий на штрихпунктирный.

Активизировать команду **XLINE** .

В ответ на запрос:

Specify a point or [Hor/Ver/Ang/Bisect/Offset]: в боковом экранном меню активизировать опцию **Horizont** - построение горизонтальной прямой.

В ответ на следующий запрос:

Specify through point: указать любую точку на плоскости **XY** ↵.

Повторно активизировать команду **XLINE**, нажав ↵.

В ответ на запрос:

Specify a point or [Hor/Ver/Ang/Bisect/Offset]: в боковом экранном меню активизировать опцию **Vertical** - построение вертикальной прямой.

В ответ на следующий запрос:

Specify through point: указать любую точку на плоскости **XY** ↵.

3. Перенос **UCS** в точку пересечения осей.

Активизировать кнопку .

В ответ на запрос:

Specify new origin point <0,0,0>: указать точку пересечения осей.

4. Построение вертикальной оси конуса.

Предварительно необходимо повернуть систему координат вокруг оси **Y**

Активизировать кнопку .

В ответ на запрос:

Specify rotation angle about Y axis <90> : нажать ↵.

Активизировать команду **XLINE** .

В ответ на запрос:

Specify a point or [Hor/Ver/Ang/Bisect/Offset]: в боковом экранном меню активизировать опцию **Horizont** - построение горизонтальной прямой.

В ответ на следующий запрос:

Specify through point: указать точку начала координат ↵.

Изображение:

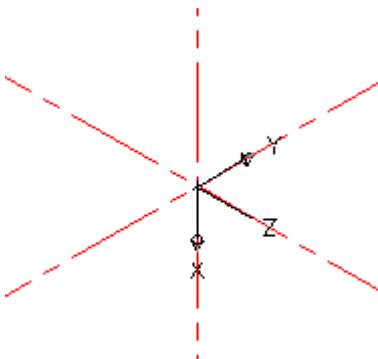


Рис.23.1.

5. Построение половины сечения конуса.

5.1. Построение высоты усечённого конуса.

Активизировать команду **LINE** .

В ответ на запрос:

Specify first point: указать точку начала координат ↵.

В ответ на следующий запрос ввести:

Specify next point or [Undo]: **-50,0,0** ↵ ↵.

5.2. Построение вспомогательной прямой.

Активизировать команду **XLINE** .

В ответ на запрос:

Specify a point or [Hor/Ver/Ang/Bisect/Offset]: в боковом экранном меню активизировать опцию **Vertical** - построение вертикальной прямой.

В ответ на следующий запрос:

Specify through point: указать точку конца построенного отрезка (точка с координатами: - 50,0,0) ↵.

5.3. Построение оснований усечённого конуса.

Активизировать команду **CIRCLE** .

В ответ на запрос:

Specify center point for circle or [3P/2P/Ttr (tan tan radius)]: указать точку начала координат.

В ответ на следующий запрос указать радиус основания конуса:

Specify radius of circle or [diameter]: **30** ↵.

Повторно активизировать команду **CIRCLE**, нажав ↵.

В ответ на запрос:

Specify center point for circle or [3P/2P/Ttr (tan tan radius)]: указать точку пересечения построенного отрезка и вспомогательной линии (точка с координатами: - 50,0,0) .

В ответ на следующий запрос указать радиус второго сечения усеченного конуса:

Specify radius of circle or [diameter]: **12** ↵.

5.4. Проставление размеров.

Активизировать кнопку .

В ответ на запрос:

Select arc or circle: выделить одну из окружностей ↵.

Повторно активизировать кнопку .

В ответ на запрос:

Select arc or circle: выделить вторую окружность ↵.

Активизировать кнопку .

В ответ на запрос:

Specify first extension line origin or <select objects>: указать центр первой окружности, затем центр второй окружности; указать щелчком местоположение размерной линии.

5.5. Построение направляющей конуса.

Активизировать команду **POLYLINE** .

В ответ на запрос:

Specify start point: указать точку начала координат.

В ответ на следующий запрос:

Specify next point: указать точку пересечения первой окружности с осью Y.

В ответ на следующий запрос:

Specify next point: указать точку пересечения второй окружности с вспомогательной прямой.

В ответ на следующий запрос:

Specify next point: указать центр основания второй окружности.

В ответ на следующий запрос:

Specify next point: указать точку начала координат ↵.

Изображение:

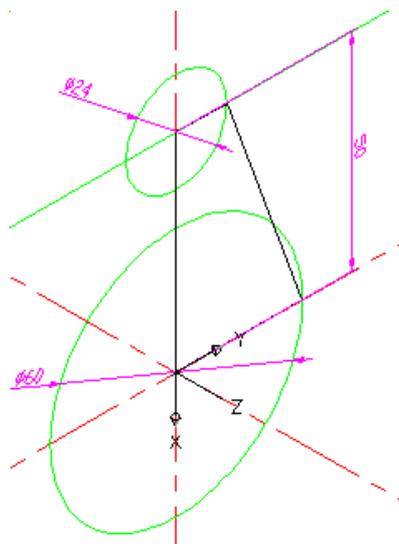


Рис.23.2.

Дополнительное построение необходимо удалить при помощи кнопки **DELETE**.

6. Построение усеченного конуса.

Активизировать команду **REVOLVE**  ↵.

В ответ на запрос:

Select objects to revolve: указать контур половины сечения конуса.

В ответ на следующий запрос:

Specify axis start point or define axis by: указать первую точку на оси **Z** – оси вращения сечения.

В ответ на следующий запрос:

Specify axis endpoint: указать вторую точку на оси **Z** ↵.

Изображение:

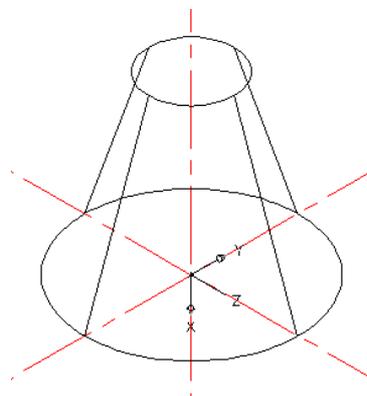


Рис.23.3.

7. Построение осей цилиндра.

Перенос UCS в центр основания цилиндра.

Активизировать кнопку .

В ответ на запрос:

Specify new origin point $\langle 0,0,0 \rangle$: **-25,-42,-7** ↵.

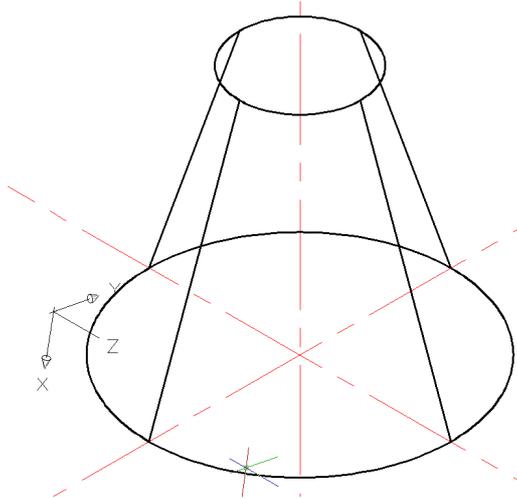


Рис.23.4.

Повернуть систему координат вокруг оси **Z**:

Активизировать кнопку.

В ответ на запрос:

Specify rotation angle about X axis $\langle 90 \rangle$: **7** ↵.

Активизировать команду **XLINE** .

В ответ на запрос:

Specify a point or [Hor/Ver/Ang/Bisect/Offset]: в боковом экранном меню активизировать опцию **Horizont** - построение горизонтальной прямой.

В ответ на следующий запрос:

Specify through point: **0,0,0** ↵↵.

Повторно активизировать команду **XLINE**, нажав ↵.

В ответ на запрос:

Specify a point or [Hor/Ver/Ang/Bisect/Offset]: в боковом экранном меню активизировать опцию **Vertical** - построение вертикальной прямой.

В ответ на следующий запрос:

Specify through point: **0,0,0** ↵↵.

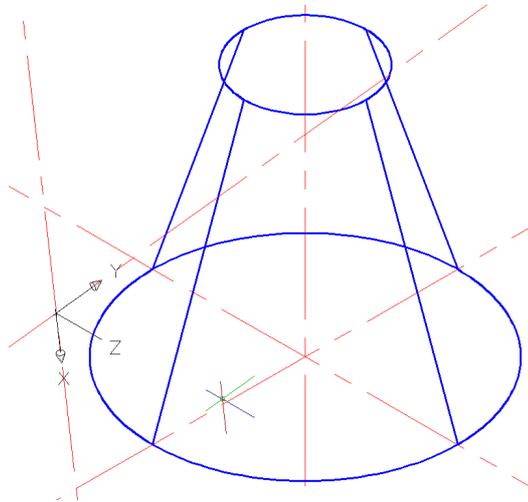


Рис.23.5.

Повернуть систему координат вокруг оси **X**:

Активизировать кнопку .

В ответ на запрос:

Specify rotation angle about X axis <90>: ↵.

8. Построение цилиндра.

Активизировать команду **CYLINDER** .

В ответ на запрос:

Specify center point of base or [3P/2P/Tr/Elliptical]: при помощи привязок фиксировать центр основания цилиндра ↵.

В ответ на следующий запрос указать радиус основания:

Specify base radius or [diameter]: 18 ↵.

В ответ на следующий запрос задать высоту цилиндра:

Specify height or [2point/Axis endpoint]: - 77 ↵.

Изображение:

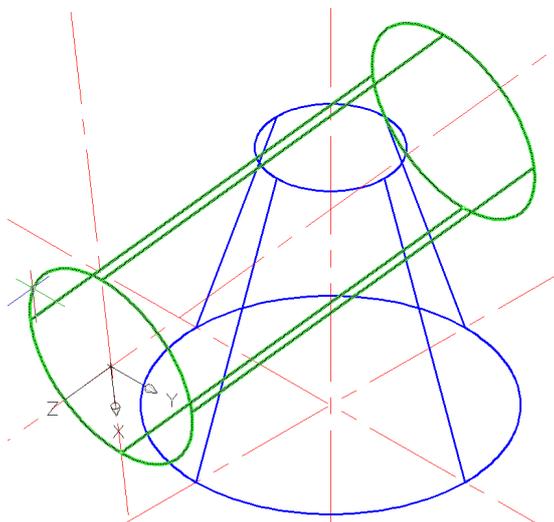


Рис.23.6.

9. Получение линии пересечения цилиндра и конуса.

Активизировать команду **UNION** .

В ответ на запрос:

Select objects: выделить цилиндр, затем конус ↵.

Для наглядности и большей доступности предварительно задаем цвет линии пересечения красным.

Изображение:

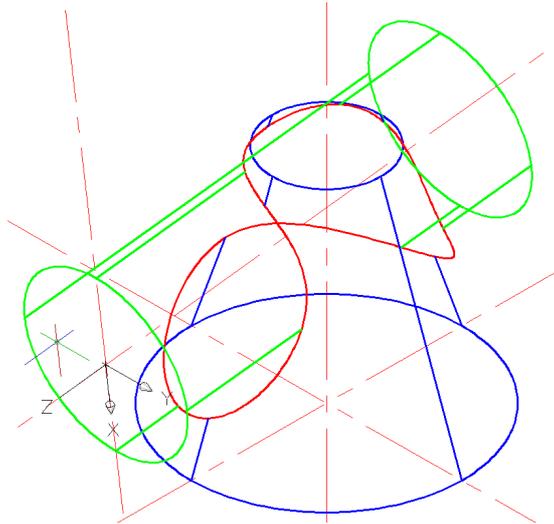


Рис.23.7.

10. Удаление невидимых линий.

Активизировать команду **HIDE** ↵.

Изображение:

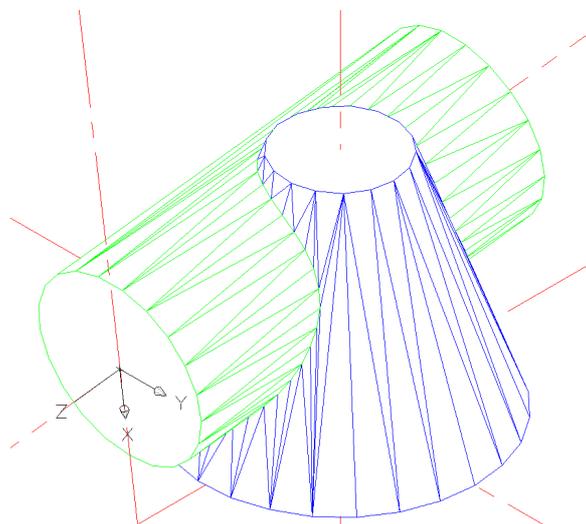


Рис.23.8.

11. Получение проекций.

Активизировать команду **VPORTS**.

В открывшемся окне в графе <standard viewpoints> выбрать опцию <**Three: Right**>, а в графе <setup> выбрать опцию <**3D**>, нажать **ОК**.

Необходимо поставить одинаковый масштаб на все виды. Для этого, выделив поочередно каждый из видов, ввести в командной строке: **ZOOM ↵ 5 ↵**.

Получаем изображение:

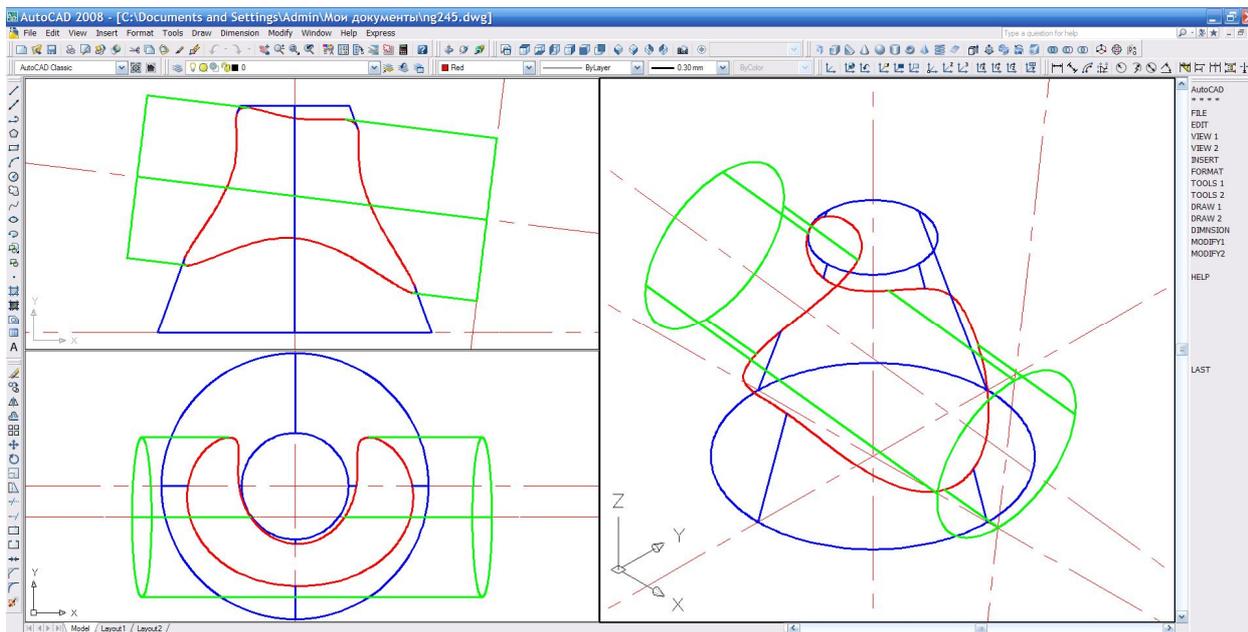
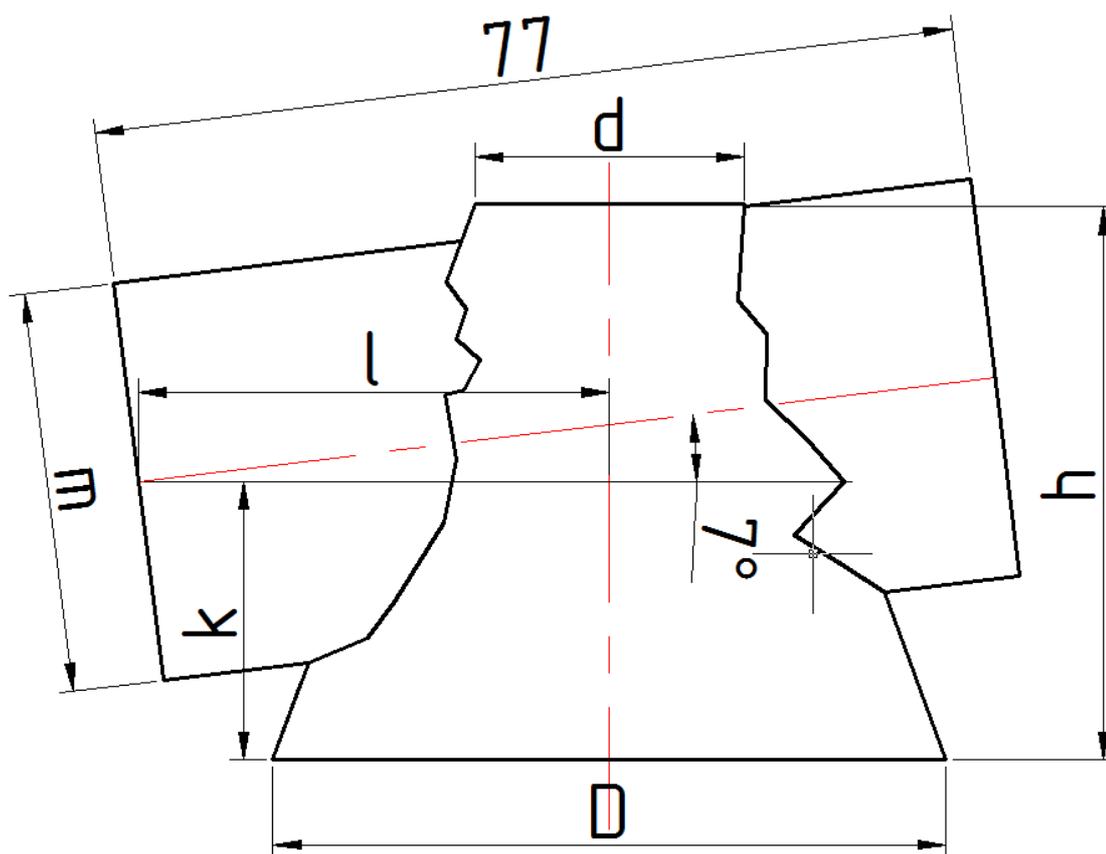


Рис.23.9.

Таблица индивидуальных заданий к задаче 23

№ варианта	размеры, мм						
	D	d	h	k	l	m	G
1	60	24	50	25	42	36	1
2	70	20	45	23	40	32	2
3	70	22	46	22	45	38	3
4	62	24	50	24	40	35	4
5	70	20	45	23	40	32	5
6	70	22	46	21	44	38	6
7	60	24	52	25	40	36	7
8	70	20	45	23	40	32	8
9	72	22	46	22	45	38	9
10	62	24	50	24	40	35	0
11	70	20	45	23	40	32	1
12	70	22	46	21	44	38	2
13	60	24	52	25	40	36	3
14	70	20	45	23	40	32	4
15	72	22	46	22	45	38	5
16	62	24	50	24	40	35	6
17	70	20	45	23	40	32	7
18	60	24	52	25	40	36	8
19	70	22	46	21	44	38	9
20	72	22	45	22	45	38	0
21	62	24	50	24	40	35	1
22	70	20	45	23	40	32	2
23	60	24	52	25	40	36	3
24	70	22	46	21	44	38	4
25	72	23	45	22	45	36	5
26	62	24	50	24	40	35	6
27	70	20	45	23	40	32	7
28	60	24	52	25	40	36	8
29	70	22	46	20	44	38	9
30	62	24	50	24	40	35	0

Рисунок для таблицы индивидуальных заданий к задаче 23



Примечание: G- смещение осей конуса и цилиндра друг относительно друга

Задача 24

Построить линию пересечения поверхностей призм в трёх проекциях и аксонометрии (Рис.24.0).

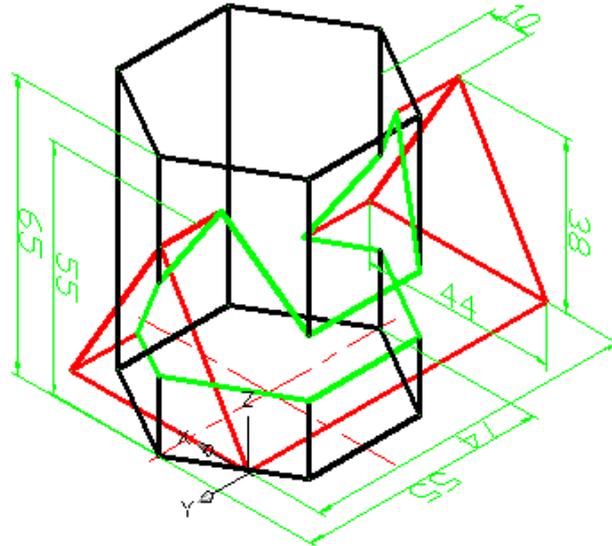


Рис.24.0

Алгоритм решения задачи

I. Построение шестиугольной призмы.

1. Переход в пространство.

Активизировать команду .

2. Построение осей основания шестиугольной призмы.

Предварительно необходимо изменить цвет линий на красный и тип линий на штрихпунктирный.

Активизировать команду **XLINE** .

В ответ на запрос:

Specify a point or [Hor/Ver/Ang/Bisect/Offset]: в боковом экранном меню активизировать опцию **Horizont** - построение горизонтальной прямой.

В ответ на следующий запрос:

Specify through point: указать любую точку на плоскости **XY** ↵.

Повторно активизировать команду **XLINE**, нажав ↵.

В ответ на запрос:

Specify a point or [Hor/Ver/Ang/Bisect/Offset]: в боковом экранном меню активизировать опцию **Vertical** - построение вертикальной прямой.

В ответ на следующий запрос:

Specify through point: указать любую точку на плоскости **XY** ↵.

3. Перенос UCS в точку пересечения осей.

Активизировать кнопку .

В ответ на запрос:

Specify new origin point <0,0,0>: указать точку пересечения осей.

4. Построение окружности с диаметром 55 для ориентации нижнего основания призмы.

Активизировать команду **CIRCLE** .

В ответ на запрос:

Specify center point for circle or [3P/2P/Ttr (tan tan radius)]: указать точку начала координат.

В ответ на следующий запрос указать радиус окружности:

Specify radius of circle or [diameter]: 27.5 ↵.

Изображение:

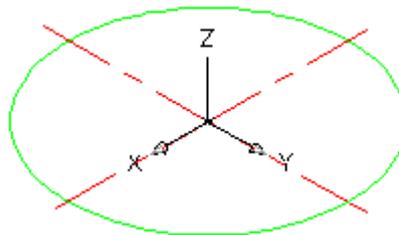


Рис.24.1

5. Построение шестиугольной призмы.

Активизировать команду **POLYGON** .

В ответ на запрос ввести количество граней призмы:

_polygon Enter number of sides <4>: 6 ↵.

В ответ на следующий запрос указать центр окружности:

Specify center of polygon or [Edge]: указать точку начала координат.

В ответ на следующий запрос:

Enter an option [Inscribed in circle/Circumscribed about circle] <I>: в

боковом экранном меню выбрать опцию **I-scribe** - многоугольник, вписанный в окружность.

В ответ на следующий запрос:

Specify radius of circle: фиксировать точку пересечения окружности с горизонталью щелчком левой кнопки мыши.

Изображение:

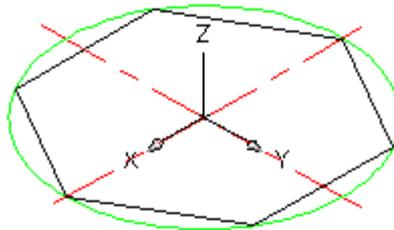


Рис.24.2

Активизировать команду **EXTRUDE** .

В ответ на запрос:

Select objects to extrude: выделить шестиугольник.

В ответ на следующий запрос задать высоту призмы:

Specify height of extrusion or [Direction/Path/Taper angle] <110.000>:65 ↓.

Изображение:

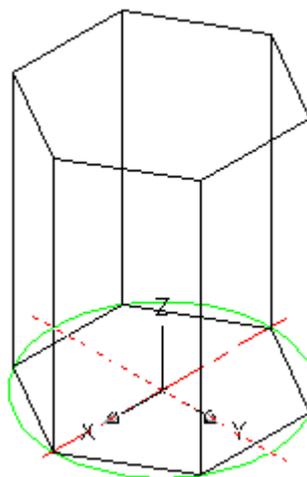


Рис.24.3

Построение треугольной призмы.

6. Перенос системы координат.

Активизировать команду **UCS** .

В ответ на запрос:

Specify origin of UCS or: в боковом экранном меню выбрать опцию **Origin**.

В ответ на следующий запрос указать координаты точки начала новой системы координат:

Specify new origin point <0,0,0> : **37,10,55** ↵.

7. Поворот системы координат вокруг оси Y.

Активизировать кнопку  .

В ответ на запрос:

Specify rotation angle about Y axis <90> : нажать ↵.

8. Построение осей основания треугольной призмы.

Предварительно необходимо изменить цвет линий на красный и тип линий на штрихпунктирный.

Активизировать команду **XLINE**  .

В ответ на запрос:

Specify a point or [Hor/Ver/Ang/Bisect/Offset]: в боковом экранном меню активизировать опцию **Horizont** - построение горизонтальной прямой.

В ответ на следующий запрос задать координаты точки, через которую должна проходить горизонталь:

Specify through point: 0,0,0 ↵ ↵.

Повторно активизировать команду XLINE, нажав ↵.

В ответ на запрос:

Specify a point or [Hor/Ver/Ang/Bisect/Offset]: в боковом экранном меню активизировать опцию **Vertical** - построение вертикальной прямой.

В ответ на следующий запрос задать координаты точки, через которую должна проходить вертикаль:

Specify through point: **38,0,0** ↵ ↵.

9. Построение вспомогательной окружности, точки пересечения которой с вертикалью дают две вершины треугольника.

Активизировать команду **CIRCLE**  .

В ответ на запрос:

Specify center point for circle or [3P/2P/Ttr (tan tan radius)]: указать точку пересечения горизонтали с вертикалью.

В ответ на следующий запрос указать радиус окружности:

Specify radius of circle or [diameter]: **22** ↵.

10. Построение треугольника (основания призмы).

Предварительно следует изменить цвет и тип линий.

Активизировать команду **POLYLINE**  .

В ответ на запрос:

Specify start point: указать первую точку пересечения вспомогательной окружности с вертикальюю.

В ответ на следующий запрос:

Specify next point: указать вторую точку пересечения вспомогательной окружности с вертикальюю.

В ответ на следующий запрос:

Specify next point: указать точку начала координат.

В ответ на следующий запрос:

Specify next point: опять указать первую точку пересечения вспомогательной окружности с вертикальюю.

Изображение:

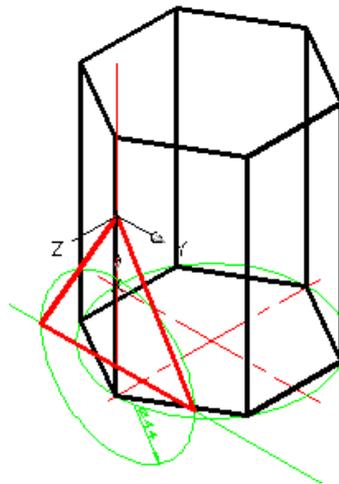


Рис.24.4

11. Построение треугольной призмы.

Активизировать команду **EXTRUDE** .

В ответ на запрос:

Select objects to extrude: выделить треугольник.

В ответ на следующий запрос задать высоту призмы:

Specify height of extrusion or [Direction/Path/Taper angle] <110.000>:-74↓.

Необходимо удалить все дополнительные построения при помощи кнопки **DELETE**.

Изображение:

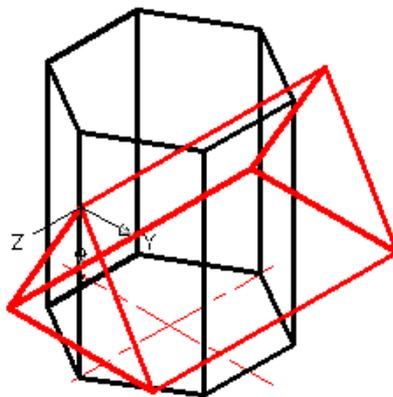


Рис.24.5

12. Получение линии пересечения поверхностей призм.

Активизировать команду **UNION** .

В ответ на запрос:

Select objects: выделить одну призму, затем вторую ↵.

Изображение:

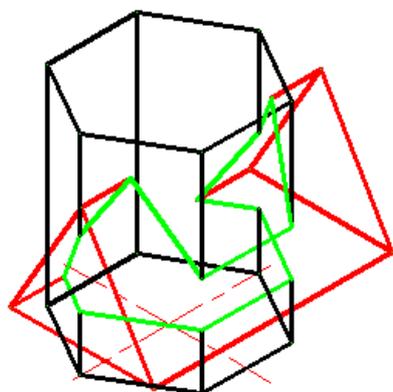


Рис.24.6

13. Удаление невидимых линий.

Активизировать команду **HIDE** ↵. Получаем изображение:

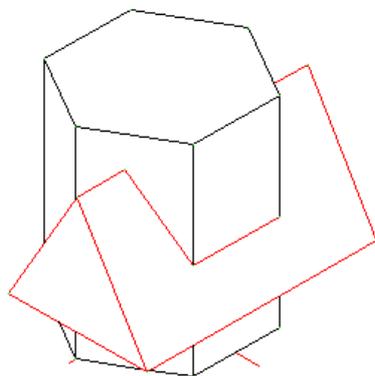


Рис.24.7

14. Получение 4 проекций.

Активизировать команду **VPORTS**.

В открывшемся окне в графе <standard viewpoints> выбрать опцию <**Four: Equal**>, а в графе <setup> выбрать опцию <**3D**>, нажать **ОК**.

Изображение:

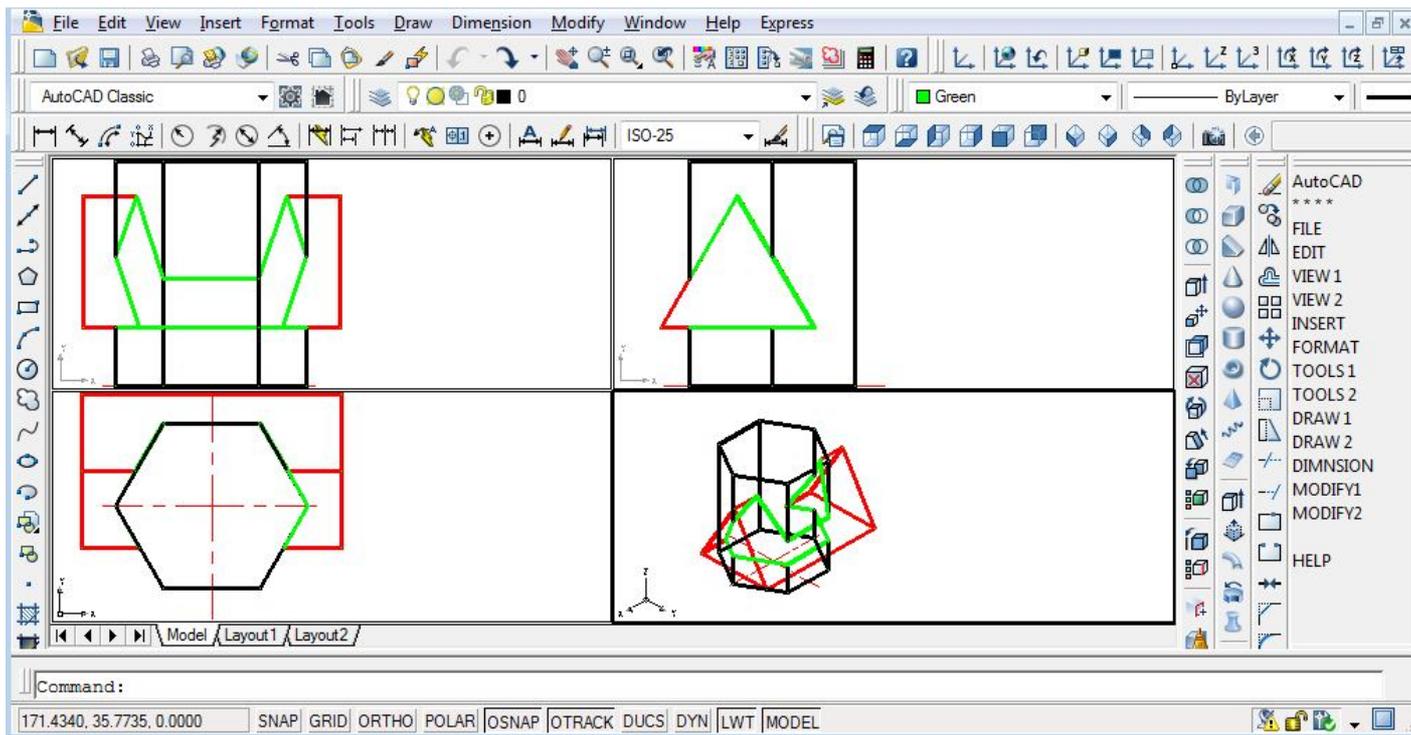


Рис.24.8

Рисунок для таблицы индивидуальных заданий к задаче 24

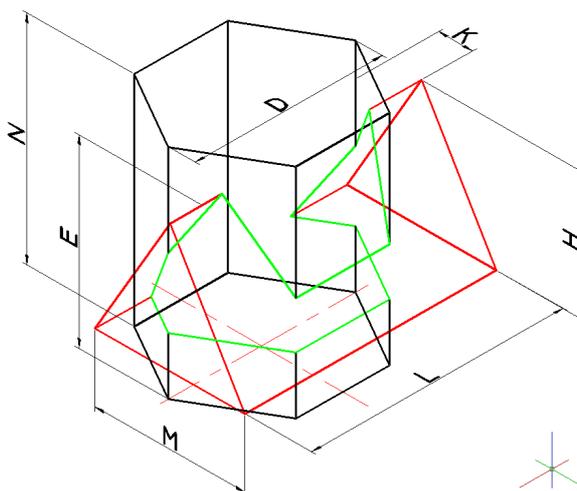


Таблица индивидуальных заданий к задаче 24

№ варианта	размеры, мм						
	D	N	K	E	H	M	L
1	55	65	10	55	38	44	74
2	54	72	8	72	45	45	84
3	70	70	15	75	48	52	108
4	56	68	16	60	40	40	70
5	55	64	10	56	38	44	74
6	54	72	8	72	45	45	84
7	70	68	14	76	47	50	110
8	56	68	16	60	40	40	70
9	55	65	9	55	38	44	74
10	54	71	8	71	45	45	84
11	70	70	14	75	48	52	110
12	56	68	16	60	40	40	70
13	55	62	10	55	38	44	74
14	54	72	8	72	45	45	84
15	70	70	15	76	47	50	108
16	56	68	16	60	40	40	72
17	55	65	10	55	38	44	74
18	54	72	8	72	45	45	84
19	70	68	14	77	48	52	110
20	56	70	16	60	40	40	70
21	55	65	10	55	38	44	74
22	54	72	8	72	45	45	84
23	70	68	15	76	47	52	108
24	56	70	16	60	40	40	70
25	55	65	10	55	38	44	74
26	54	72	8	72	45	45	84
27	70	70	14	75	48	52	110
28	56	68	16	60	40	40	75
29	55	65	10	54	38	44	74
30	54	72	8	72	45	45	84

Задача 25

Треугольная пирамида с основанием **ABC**, у которого **A(141;75;0)**; **B(122;14;77)**; **C(87;100;40)** и вершиной **D(0;50;40)** пересекает усеченную пирамиду с основанием **EKGU**, у которого **E(100;50;0)**; **K(74;20; 0)**; **G(16;20; 0)**; **U(55;95; 0)**. Высота пирамиды 85, а угол скоса боковых граней равен 15 градусам. Построить линию пересечения поверхностей пирамид в двух проекциях и аксонометрии.

Вначале изобразим контур треугольной пирамиды. Для этого в строке падающего меню выбираем **Draw**. Из упавшего меню выбираем **3D POLY**.

В ответ на запрос ввести координаты точки **A**:

Specify start point of polyline: **141,75,0** ↵.

В ответ на следующий запрос ввести координаты точки **B**:

Specify endpoint of line or [Undo]: **122,14,77** ↵.

В ответ на следующий запрос ввести координаты точки **C**:

Specify start point of polyline: **87,100,40** ↵.

В ответ на следующий запрос ввести координаты точки **A**:

Specify start point of polyline: с помощью клавиши **C** выполняем замыкание полученного изображения. ↵.

Далее для удобства восприятия необходимо изменить цвет линий на зелёный. Повторно активизировать команду **3DPOLY**, нажав ↵.

В ответ на запрос ввести координаты точки **A**:

Specify first point: указать левой кнопкой мыши положение точки **A**: ↵.

В ответ на следующий запрос ввести координаты точки **D**:

Specify next point or [Undo]: **0,50,40** ↵.

В ответ на следующий запрос ввести координаты точки **B**:

Specify next point or [Undo]: указать левой кнопкой мыши положение точки **B**: ↵↵.

Осталось изобразить последнее боковое ребро пирамиды.

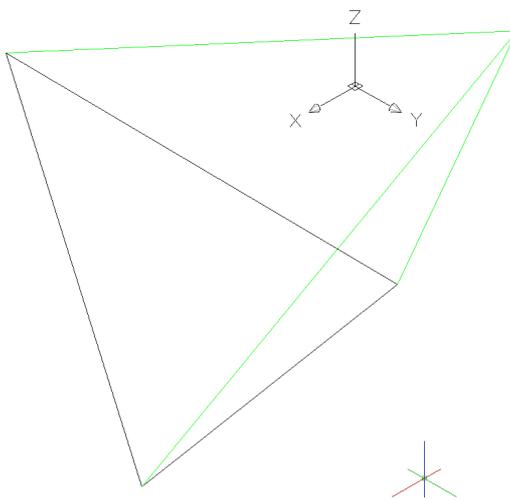


Рис.25.1

Активизировать команду **3DPOLY** и в ответ на запрос ввести координаты точки поочередно указать левой кнопкой мыши положение точек **C** и **D**. Далее с помощью команды  получаем пространственное изображение (Рис.25.1).

Теперь по заданным габаритам полученный каркас необходимо превратить в твёрдое тело. Для этого можно применить команду выдавливания, но чтобы не промахнуться с направлением выдавливания предварительно на одной из граней проводят высоту и получают сначала наклонную призму, одна из граней которой совпадает с гранью будущей пирамиды, а высота ограничена вершиной пирамиды, т.е. точкой **D**.

Алгоритм следующий:

Активизировать кнопку . В ответ на запрос:

Specify new origin point: фиксировать вершину основания пирамиды.

В ответ на следующий запрос:

Specify point on positive of X-axis: фиксировать вторую вершину основания пирамиды.

В ответ на следующий запрос:

Specify point on positive – Y portion of the UCS XY plane: щелчком левой кнопки мыши указать вершину пирамиды, т.е. точку **D**.

Построение перпендикуляра, т.е. высоты грани.

Для удобства восприятия необходимо изменить цвет линий на красный.

Активизировать команду **3DPOLY**.

В ответ на запрос *Specify start point of polyline*: указать левой кнопкой мыши вершину пирамиды, т.е. точку **D**.: ↓.

В ответ на следующий запрос *Specify endpoint of line or [Undo]*: в боковом экранном меню активизировать кнопку  (розовая объектная привязка) и её опцию **Perpend**, задать левой кнопкой мыши примерное положение основания перпендикуляра (на прямой **AB**) ↓ (Рис.25.2).

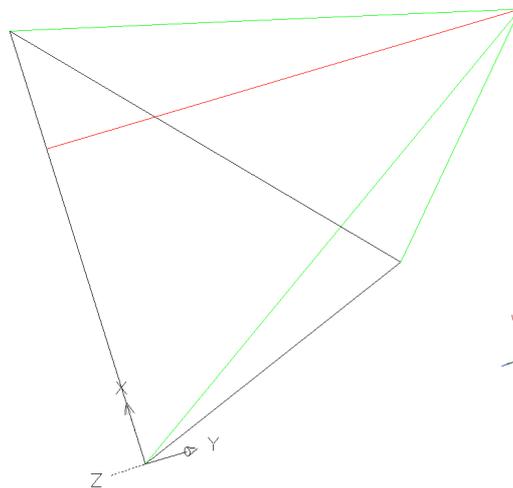


Рис.25.2

Активизировать команду **EXTRUDE** .

В ответ на запрос:

Select objects to extrude: выделить треугольное основание.

В ответ на следующий запрос задать высоту:

Specify height of extrusion or [Direction/Path/Taper angle] <110.000>: **d** ↵.

В ответ на следующий запрос: указать крайние точки высоты боковой грани пирамиды (красный отрезок) ↵. В данном алгоритме угол сужения задается не цифрами, а ссылкой, т.е. **AutoCAD** читает угол между осью **X** и сиреневым отрезком (см. Рис.25.2). ↵.

Получаем изображение наклонной призмы, представленное на Рис.25.3:

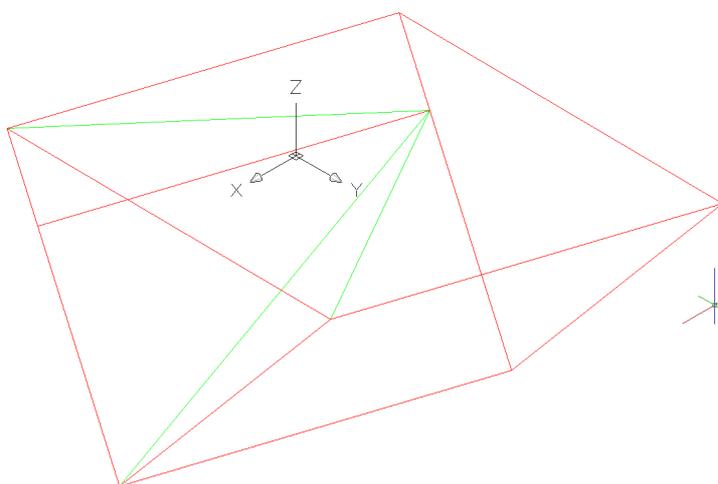


Рис.25.3

Для создания боковых граней пирамиды необходимо отрезать от призмы лишнее.

Перенос **UCS** на боковую грань пирамиды.

Активизировать кнопку .

В ответ на запрос:

Specify new origin point: щелчком левой кнопки мыши указать вершину пирамиды, т.е. точку **D**.

В ответ на следующий запрос:

Specify point on positive of X-axis: фиксировать вершину основания пирамиды.

В ответ на следующий запрос:

Specify point on positive – Y portion of the UCS XY plane: фиксировать вторую вершину основания пирамиды (см. Рис.25.4).

В плоскости **XY** синим цветом изобразить прямоугольник.

Активизировать команду **RECTANG** .

В ответ на запрос:

Specify first corner point or [Chamfer/Elevation/Fillet/Thickness/Width]:

указать точку начала координат.

В ответ на следующий запрос:

Specify other corner point or [Area/Dimensions/Rotation]: указать

произвольную точку пространства (см. Рис.25.4).

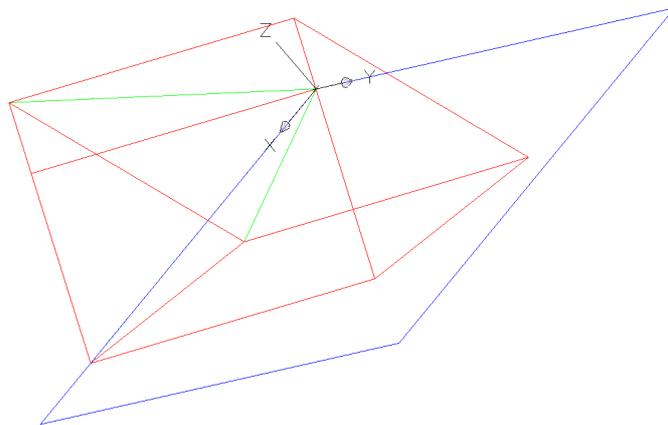


Рис.25.4

Активизировать команду **EXTRUDE** .

В ответ на запрос:

Select objects to extrude: выделить прямоугольник.

В ответ на следующий запрос:

Specify height of extrusion or [Direction/Path/Taper angle] <110.000>:

высоту задать визуально (см. Рис.25.5).

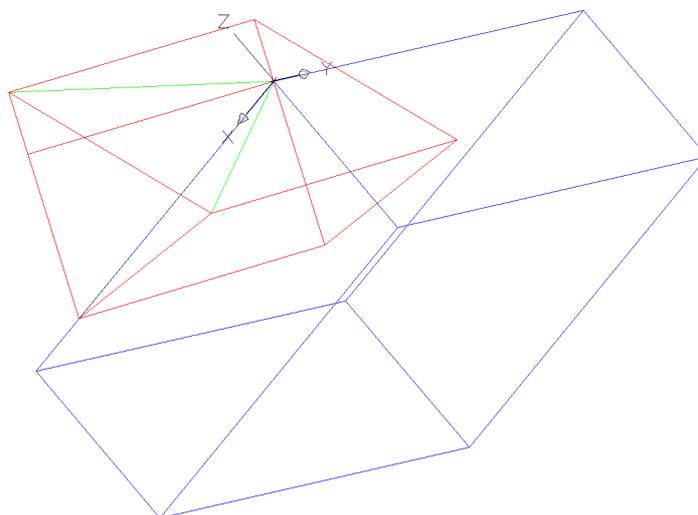


Рис.25.5

Вычитание полученной призмы из первой.

Активизировать команду **SUBTRACT** .

В ответ на запрос:

Select objects: выделить красную призму ↵.

В ответ на следующий запрос:

Select objects: выделить синюю призму ↵.

Изображение:

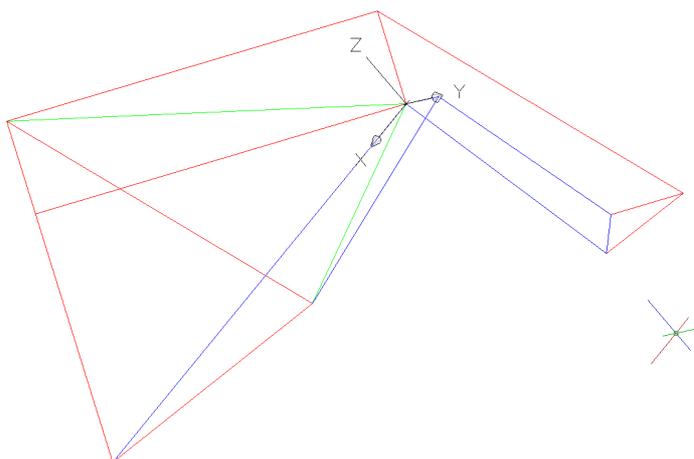


Рис.25.6

Аналогичными действиями отрезаем лишнее от последней грани пирамиды и окончательно получаем требуемую пирамиду в качестве тела. На последующих рисунках поэтапно представлены эти действия, а на Рис.25.10 окончательный результат.

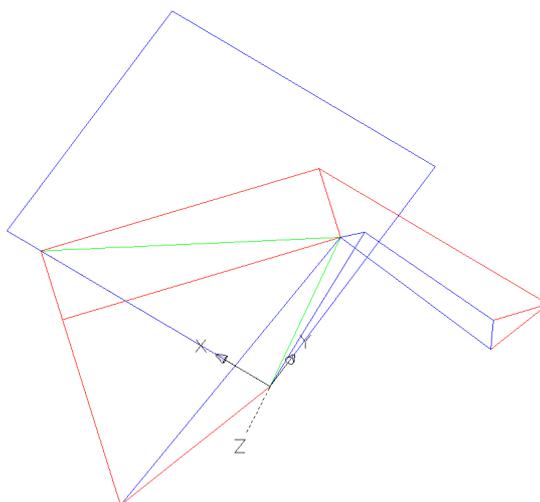


Рис.25.7

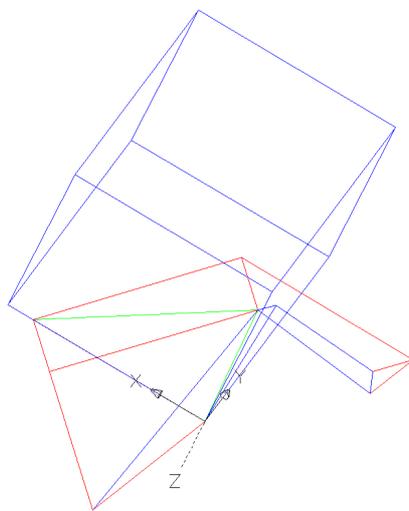


Рис.25.8

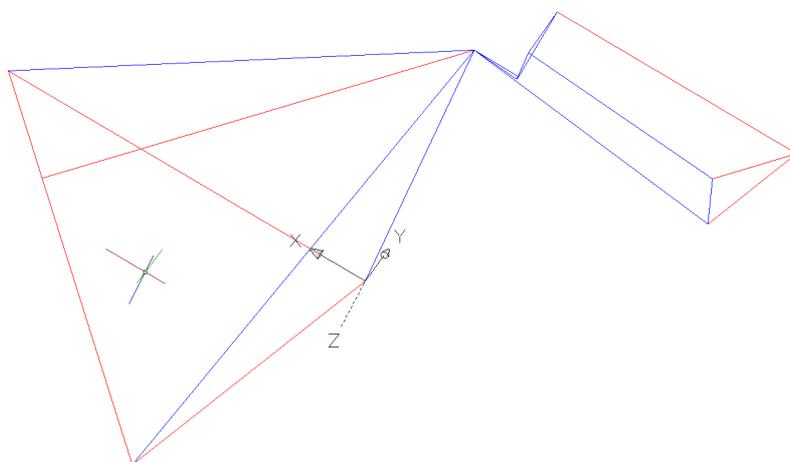


Рис.25.9

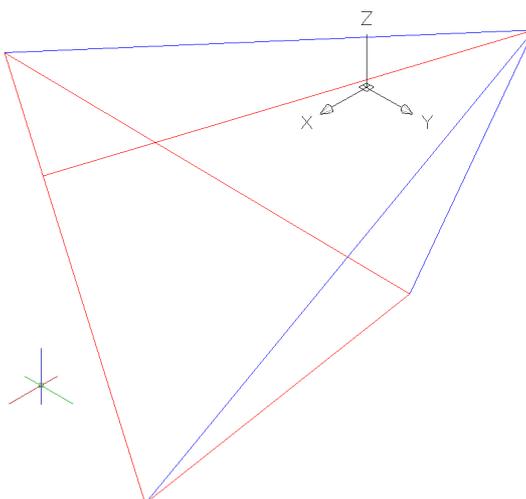


Рис.25.10

Теперь изобразим контур основания четырехугольной усеченной пирамиды. Для этого в строке падающего меню выбираем **Draw**. Из упавшего меню выбираем **3D POLY**.

В ответ на запрос ввести координаты точки **E**:

Specify start point of polyline: **100,50,0** ↵.

В ответ на следующий запрос ввести координаты точки **K**:

Specify endpoint of line or [Undo]: **74,20,0** ↵.

В ответ на следующий запрос ввести координаты точки **G**:

Specify start point of polyline: **16,20,0** ↵.

В ответ на следующий запрос ввести координаты точки **U**:

Specify start point of polyline: **55,95,0** ↵.

В ответ на следующий запрос ввести координаты точки **E**:

Specify start point of polyline: с помощью клавиши **C** выполняем замыкание полученного изображения ↵ (см. Рис.25.11).

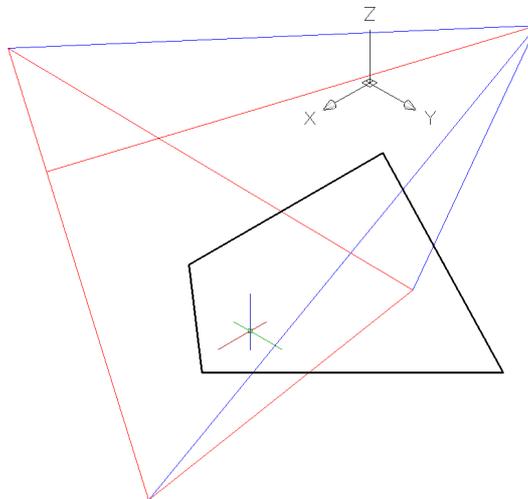


Рис.25.11

Активизировать команду **EXTRUDE** .

В ответ на запрос:

Select objects to extrude: выделить треугольное основание ↵.

В ответ на следующий запрос задать высоту:

Specify height of extrusion or [Direction/Path/Taper angle] <110.000>: **t** ↵.

В ответ на следующий запрос: задать угол сужения цифрами : **15** ↵.

В ответ на следующий запрос задать высоту:

Specify height of extrusion or [Direction/Path/Taper angle] <110.000>: **85** ↵.

(см. Рис.25.12).

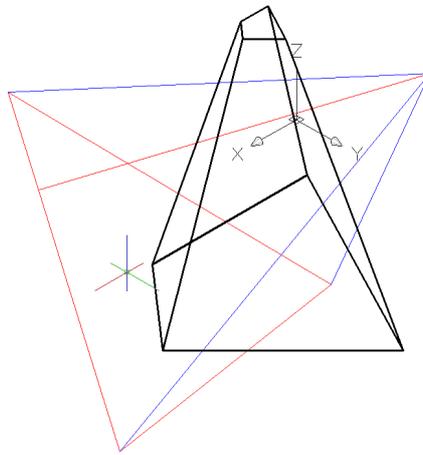


Рис.25.12

Линия пересечения многогранников определяется по точкам пересечения ребер каждого из них с гранями другого многогранника или построением линий пересечения граней многогранников. Соединяя пары точек одних и тех же граней отрезками прямых в начертательной геометрии получают линию пересечения многогранников. Решение таких задач требует много времени и сил. В **AutoAD** результат получают значительно легче.

Чтобы получить линию пересечения поверхностей пирамид необходимо их объединить.

Активизировать команду **UNION** .

В ответ на запрос:

Select objects: выделить поочередно обе пирамиды ↵.

Чтобы получить изображение чётким -- необходимо предварительно задать зеленый цвет (см. Рис.25.13).

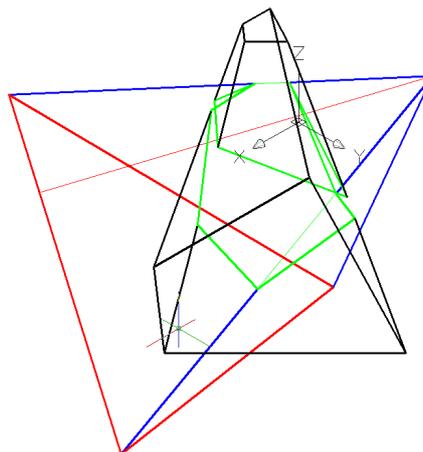


Рис.25.13

Далее с помощью **3D ORBIT** - «Enter» (или с помощью **View – Orbit – Free**) можно выбрать любое положение модели, которое позволяет досконально исследовать каждый участок полученной линии пересечения поверхностей пирамид.

Получение двух проекций и аксонометрии.
Активизировать команду **VPORTS**.
В открывшемся окне в графе <standard viewpoints> выбрать опцию
<**Three: Right**>, а в графе <setup> выбрать опцию <**3D**>, нажать **OK**.

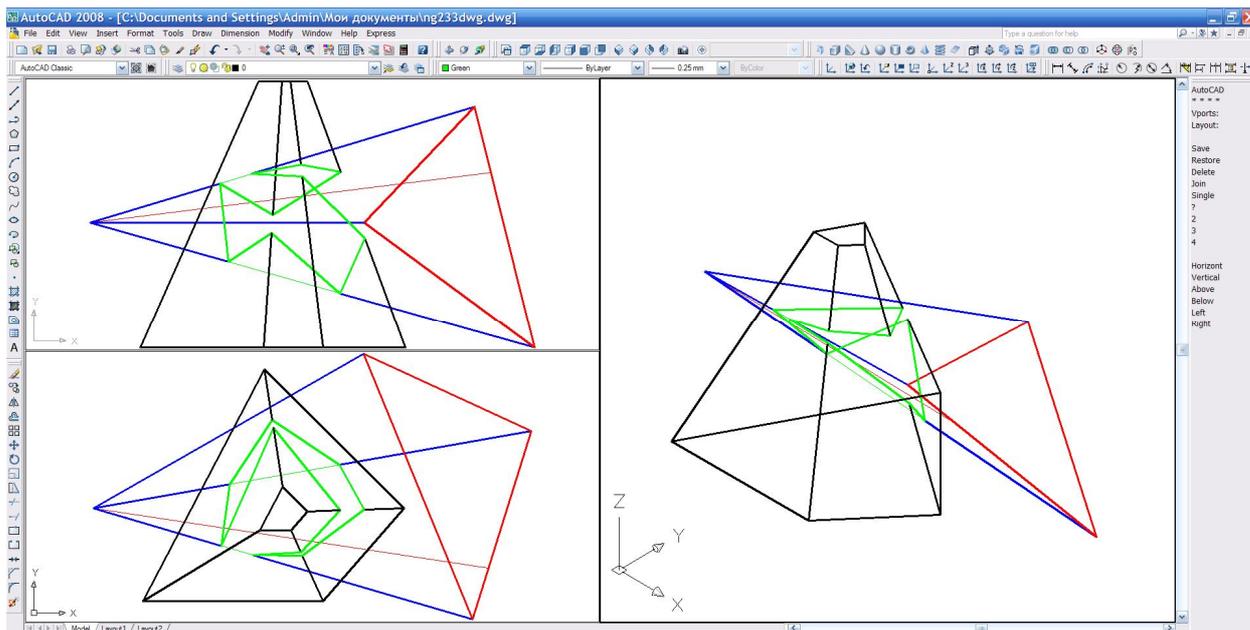


Рис.25.14

С помощью команды **HIDE** исчезают невидимые линии.

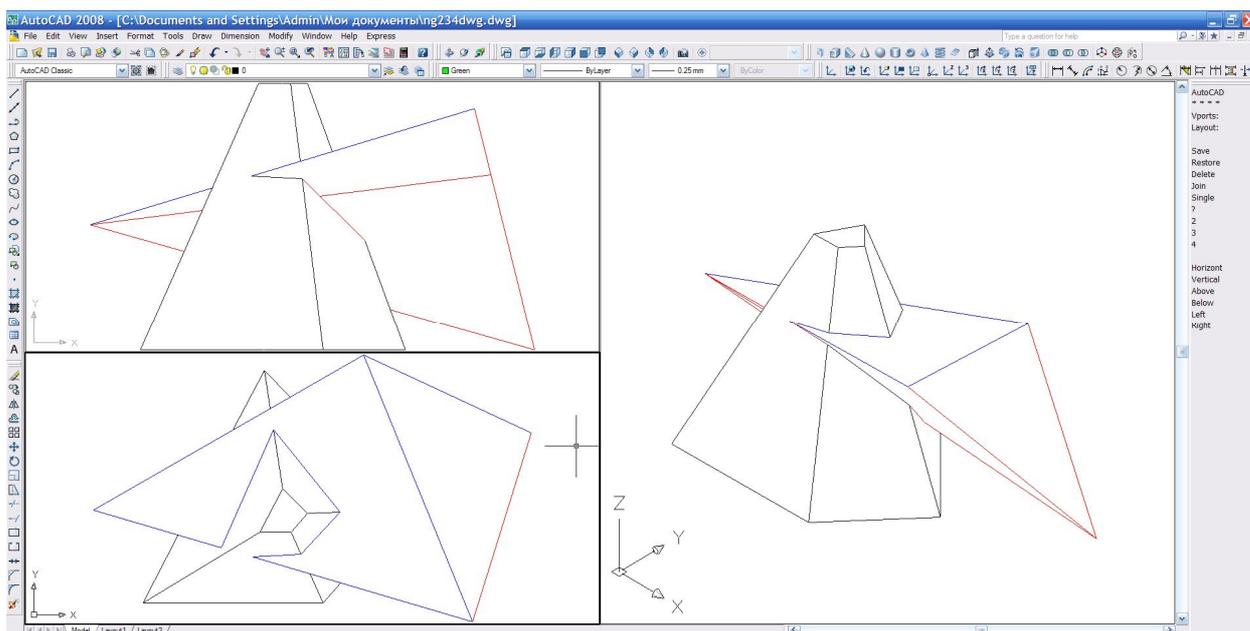


Рис.25.15

Таблица индивидуальных заданий к задаче 25

№ варианта	Координаты, мм											
	А			В			С			D		
	x	y	z	x	y	z	x	y	z	x	y	z
1	141	75	0	122	14	77	87	100	40	0	50	40
2	0	70	0	20	9	77	53	95	40	14	45	40
3	0	80	0	20	19	77	53	110	40	14	55	40
4	0	68	0	20	7	77	53	93	40	14	43	40
5	0	75	0	20	14	77	53	100	40	14	50	40
6	0	82	0	20	21	77	53	112	40	14	57	40
7	0	85	0	20	24	77	53	115	40	14	60	40
8	0	90	0	20	29	77	53	120	40	14	65	40
9	0	85	0	15	30	80	55	120	40	14	66	40
10	141	70	0	122	9	77	87	95	40	0	45	40
11	142	80	0	122	19	77	87	110	40	0	55	44
12	143	68	0	122	7	77	87	93	40	0	44	44
13	144	82	0	122	21	77	87	112	40	0	57	44
14	145	85	0	122	24	77	87	115	40	0	60	44
15	146	90	0	122	29	77	87	120	40	0	66	44
16	135	75	0	116	14	77	81	100	40	0	50	44
17	148	75	0	126	14	77	91	100	40	0	50	44
18	145	95	0	120	34	77	87	120	40	0	70	44
19	145	70	0	122	10	80	90	95	40	0	70	44
20	145	65	0	122	20	70	85	100	40	0	68	44
21	122	14	77	141	75	0	87	100	40	0	50	55
22	120	15	80	140	75	0	85	100	40	0	50	55
23	125	20	80	140	75	0	85	100	40	0	55	55
24	140	70	0	120	15	80	85	95	40	0	50	55
25	140	65	0	115	20	75	80	90	40	0	50	55
26	135	65	0	120	20	75	80	90	40	0	55	55
27	135	60	0	115	20	80	85	90	40	0	50	55
28	136	70	77	111	55	76	66	111	44	14	44	55
29	137	80	66	111	66	78	88	99	44	14	55	55
30	140	90	88	111	77	79	77	111	44	14	50	55

Продолжение таблицы индивидуальных заданий к задаче 25

№ варианта	Координаты и размеры, мм												h
	E			K			G			U			
	x	y	z	x	y	z	x	y	z	x	y	z	
1	100	50	0	74	20	0	16	20	0	55	95	0	85
2	40	50	0	67	20	0	125	20	0	86	95	0	81
3	40	50	0	67	20	0	125	20	0	86	95	0	82
4	40	50	0	67	20	0	125	20	0	86	95	0	83
5	40	50	0	67	20	0	125	20	0	86	95	0	84
6	40	50	0	67	20	0	125	20	0	86	95	0	85
7	40	50	0	67	20	0	125	20	0	86	95	0	86
8	40	50	0	67	20	0	125	20	0	86	95	0	87
9	40	50	0	67	20	0	125	20	0	86	95	0	88
10	100	50	0	74	20	0	16	20	0	55	95	0	89
11	100	50	0	74	20	0	16	20	0	55	90	0	81
12	100	50	0	74	20	0	16	20	0	55	95	0	82
13	100	50	0	74	20	0	16	20	0	55	95	0	83
14	100	50	0	74	20	0	16	20	0	55	95	0	84
15	100	50	0	74	20	0	16	20	0	55	95	0	85
16	100	50	0	74	20	0	16	20	0	55	95	0	86
17	100	50	0	74	20	0	16	20	0	55	95	0	87
18	100	50	0	74	20	0	16	20	0	55	95	0	88
19	100	50	0	74	20	0	16	20	0	55	95	0	89
20	100	50	0	74	20	0	16	20	0	55	95	0	81
21	105	55	0	80	15	0	20	20	0	50	95	0	82
22	105	55	0	80	15	0	20	20	0	50	95	0	83
23	98	52	0	76	20	0	18	22	0	57	95	0	84
24	100	50	0	75	22	0	20	20	0	60	90	0	85
25	100	45	0	75	17	0	22	25	0	60	95	0	86
26	100	48	0	70	15	0	20	27	0	65	95	0	87
27	100	43	0	70	20	0	20	20	0	60	90	0	88
28	77	44	0	66	22	0	125	22	0	66	90	0	89
29	88	55	0	77	22	0	125	22	0	77	90	0	88
30	99	45	0	88	22	0	125	22	0	88	90	0	86

Задача 26

Получить линию пересечения наклонного конуса с цилиндром (Рис.26.0).
Длина цилиндра 140.

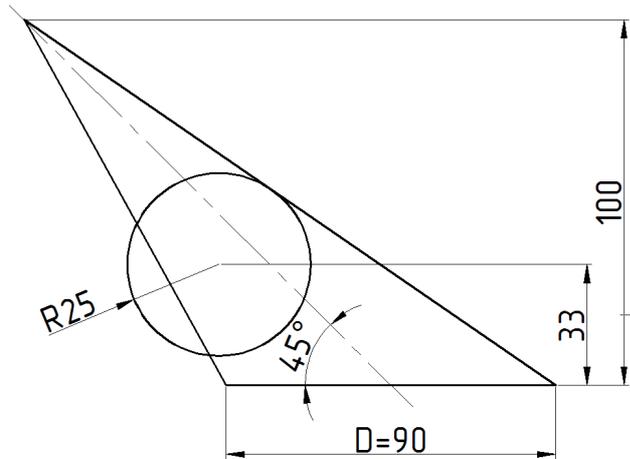


Рис.26.0

Алгоритм команд можно рекомендовать следующий.

1. Переход в пространство.

Активизировать команду .

2. Построение осей основания конуса.

Предварительно необходимо изменить цвет линий на красный и тип линий на штрихпунктирный.

Активизировать команду **XLINE** .

В ответ на запрос:

Specify a point or [Hor/Ver/Ang/Bisect/Offset]: в боковом экранном меню активизировать опцию **Horizont** - построение горизонтальной прямой.

В ответ на следующий запрос:

Specify through point: указать любую точку на плоскости **XY** ↵.

Повторно активизировать команду **XLINE**, нажав ↵.

В ответ на запрос:

Specify a point or [Hor/Ver/Ang/Bisect/Offset]: в боковом экранном меню активизировать опцию **Vertical** - построение вертикальной прямой.

В ответ на следующий запрос:

Specify through point: указать любую точку на плоскости **XY** ↵.

3. Перенос **UCS** в точку пересечения осей.

Активизировать кнопку .

В ответ на запрос:

Specify new origin point <0,0,0>: указать точку пересечения осей.

4. Построение вертикальной оси.

Предварительно необходимо повернуть систему координат вокруг оси **Y**

Активизировать кнопку .

В ответ на запрос:

Specify rotation angle about Y axis <90> : нажать .

Активизировать команду **XLINE** .

В ответ на запрос:

Specify a point or [Hor/Ver/Ang/Bisect/Offset]: в боковом экранном меню активизировать опцию **Horizont** - построение горизонтальной прямой.

В ответ на следующий запрос:

Specify through point: указать точку начала координат .

Изображение:

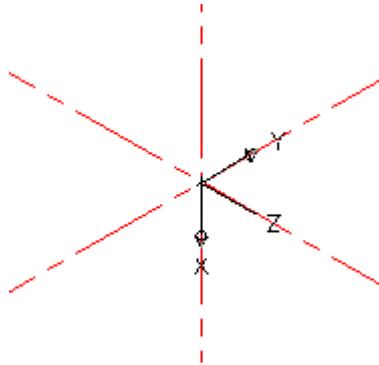


Рис.26.1.

4.1. Построение высоты наклонного конуса.

Активизировать команду **XLINE** .

В ответ на запрос:

Specify a point or [Hor/Ver/Ang/Bisect/Offset]: в боковом экранном меню активизировать опцию **Vertical** - построение вертикальной прямой.

В ответ на следующий запрос ввести:

Specify next point or [Undo]: **-100,0,0**  .

4.2. Построение оси конуса.

Активизировать команду **XLINE** .

В ответ на запрос:

Specify a point or [Hor/Ver/Ang/Bisect/Offset]: в боковом экранном меню активизировать опцию **Ang** - построение прямой под заданным углом.

В ответ на запрос:

Enter angle of xline: указать угол **135** .

В ответ на следующий запрос:

Specify through point: указать точку начала координат .

4.3. Построение основания наклонного конуса.

Активизировать команду **CIRCLE** .

В ответ на запрос:

Specify center point for circle or [3P/2P/Ttr (tan tan radius)]: указать точку начала координат.

В ответ на следующий запрос указать радиус основания конуса:

Specify radius of circle or [diameter]: 45 ↵ (Рис.26.2).

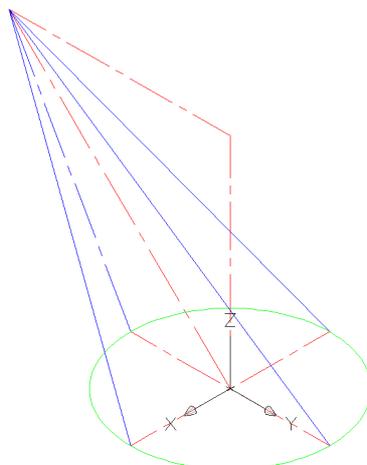


Рис.26.2

Если наклонный конус не удастся получить с помощью **AutoCAD**, можно конус заменить наклонной пирамидой, например, восьмиугольной (чем больше зададим боковых граней, тем точнее получим линию пересечения, так как каждое боковое ребро пирамиды принадлежит конической поверхности, значит, чем больше зададим боковых ребер, тем больше получим истинных точек пересечения). Принцип получения такой пирамиды разобран в предыдущей задаче.

Впишем в основание конуса правильный восьмиугольник. Для этого необходимо активизировать команду **POLYGON** .

В ответ на запрос ввести количество граней призмы:

`_polygon Enter number of sides <4>:8 ↵`

В ответ на следующий запрос указать центр окружности:

Specify center of polygon or [Edge]: указать точку начала координат.

В ответ на следующий запрос:

Enter an option [Inscribed in circle/Circumscribed about circle] <I>: в боковом экранном меню выбрать опцию **I-scribe** - многоугольник, вписанный в окружность.

В ответ на следующий запрос:

Specify radius of circle: фиксировать точку пересечения окружности с горизонталью щелчком левой кнопки мыши (Рис.26.3).

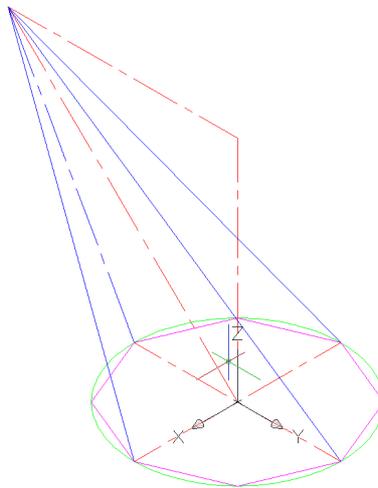


Рис.26.3

Изобразим контур будущей пирамиды для этого с помощью команды **3D POLY** соединим вершины основания с вершиной пирамиды(Рис.26.4).

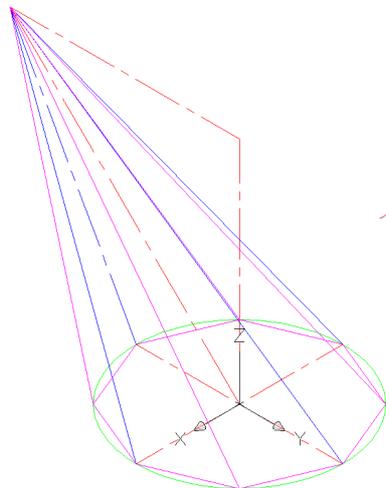


Рис.26.4

Теперь необходимо получить наклонный цилиндр. Для этого применяем следующий алгоритм.

Активизировать команду **EXTRUDE** .

В ответ на запрос:

Select objects to extrude: выделить треугольное основание.

В ответ на следующий запрос задать высоту:

Specify height of extrusion or [Direction/Path/Taper angle] <110.000>: **d** ↵.

В ответ на следующий запрос: указать крайние точки оси конуса (красный отрезок) ↵. В данном алгоритме угол задается не цифрами, а ссылкой. Получаем изображение наклонного цилиндра, представленное на Рис.26.5:

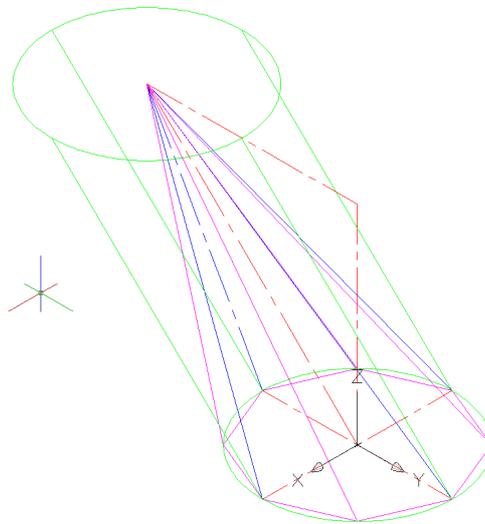


Рис.26.5

Осталось отсечь от полученного цилиндра лишнее. Для этого на каждую боковую грань пирамиды переносим систему координат и в ней получаем тело, которое будем отрезать от цилиндра.

Активизировать кнопку  или ввести команду **UCS**  **3P** .

Выделить поочередно все три вершины боковой грани пирамиды (первая точка будет началом координат).

5. Построение вспомогательной окружности.

Активизировать команду **CIRCLE** .

В ответ на запрос:

Specify center point for circle or [3P/2P/Ttr (tan tan radius)]: указать **3P** .

В ответ на следующий запрос:

Specify radius of circle or [diameter]: указать поочередно все три вершины пирамиды. Получаем изображение, представленное на Рис.26.6:

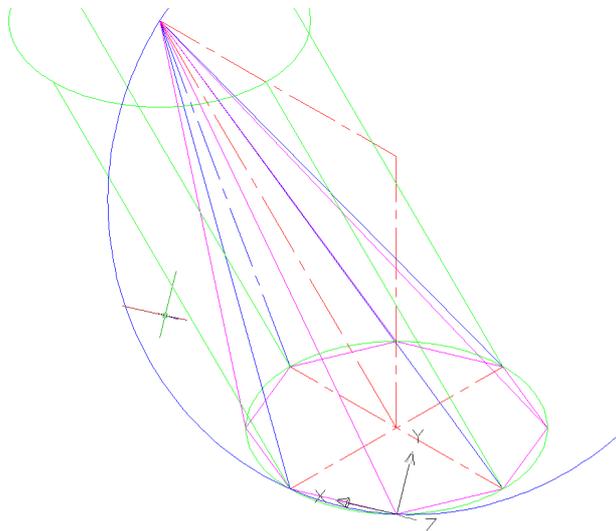


Рис.26.6

6. Превращаем вспомогательную окружность в цилиндр. Для этого необходимо:

Активизировать команду **EXTRUDE** .

В ответ на запрос:

Select objects to extrude: выделить вспомогательную окружность.

В ответ на следующий запрос:

Specify height of extrusion or [Direction/Path/Taper angle] <110.000>: высоту задать визуально (см. Рис.26.7).

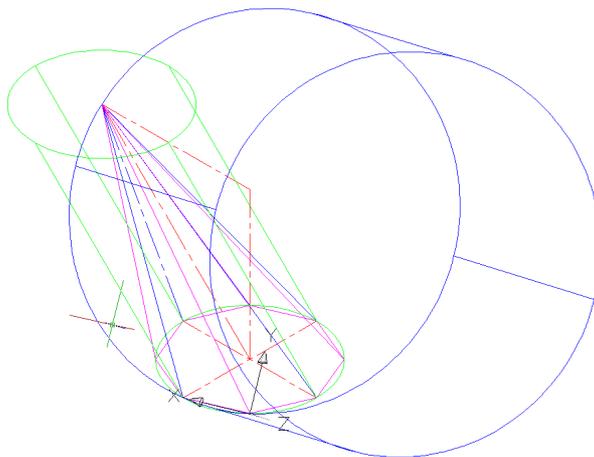


Рис.26.7

7. Вычитание полученного цилиндра из первого.

Активизировать команду **SUBTRACT** .

В ответ на запрос:

Select objects: выделить зеленый цилиндр ↵.

В ответ на следующий запрос:

Select objects: выделить синий цилиндр ↵.

Изображение представлено на Рис.26.8 :

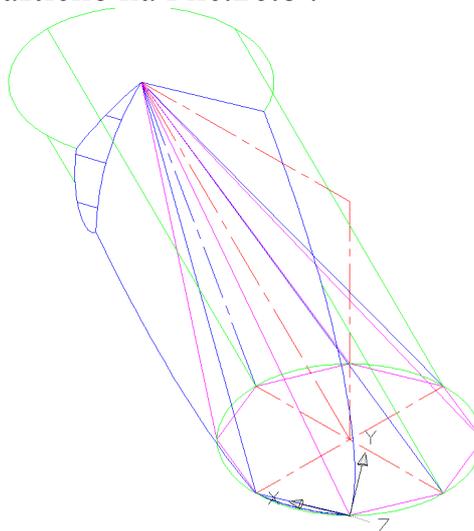


Рис.26.8

Так получили первую боковую грань пирамиды. Аналогично можно получить остальные боковые грани пирамиды. Следует обратить внимание на выбор вспомогательных тел, с помощью которых выполняется обрезка исходного тела. Габариты этих тел необходимо брать с большим запасом, чтобы исключить недорезание, как это видно на Рис.26.8 (сверху и снизу остались недорезанные участки зеленого цилиндра см. Рис.26.9).

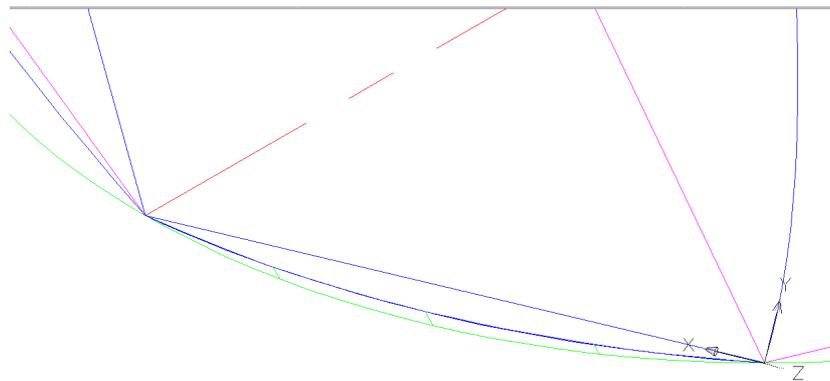


Рис.26.9

В итоге получаем наклонную пирамиду (см. Рис.26.10).

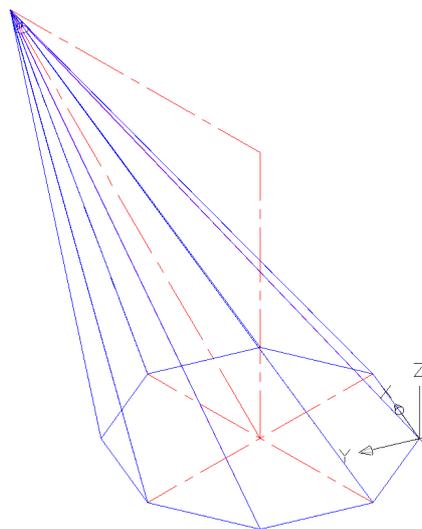


Рис.26.10

8. Далее по заданным параметрам получаем изображение цилиндра (см. Рис.26.11).

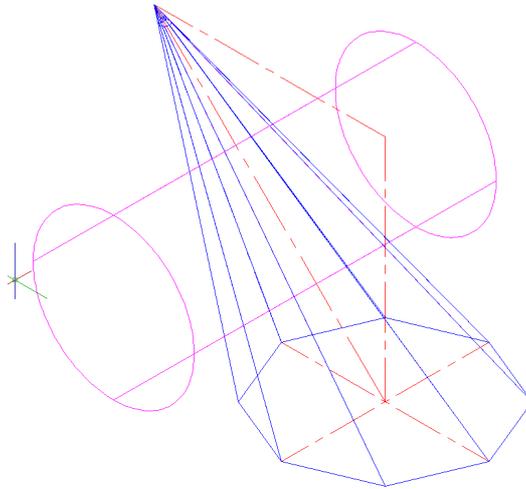


Рис.26.11

9. Получение линии пересечения поверхностей тел.

Активизировать команду **UNION** .

В ответ на запрос:

Select objects: выделить одну пирамиду, затем цилиндр ↵.

Изображение:

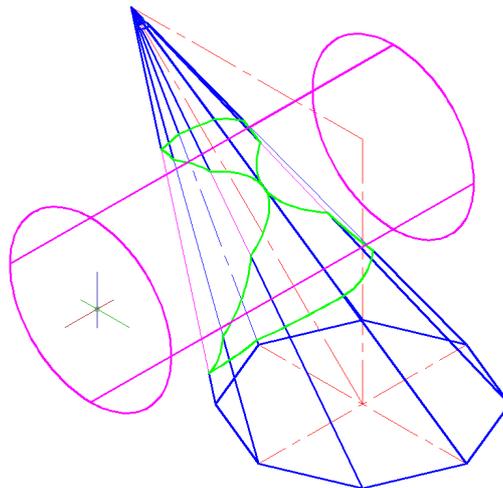


Рис.26.12

10. Получение 3 проекций.

Активизировать команду **VPORTS**.

В открывшемся окне в графе <standard viewpoints> выбрать опцию <**Three: Right**>, а в графе <setup> выбрать опцию <**3D**>, нажать **ОК**.

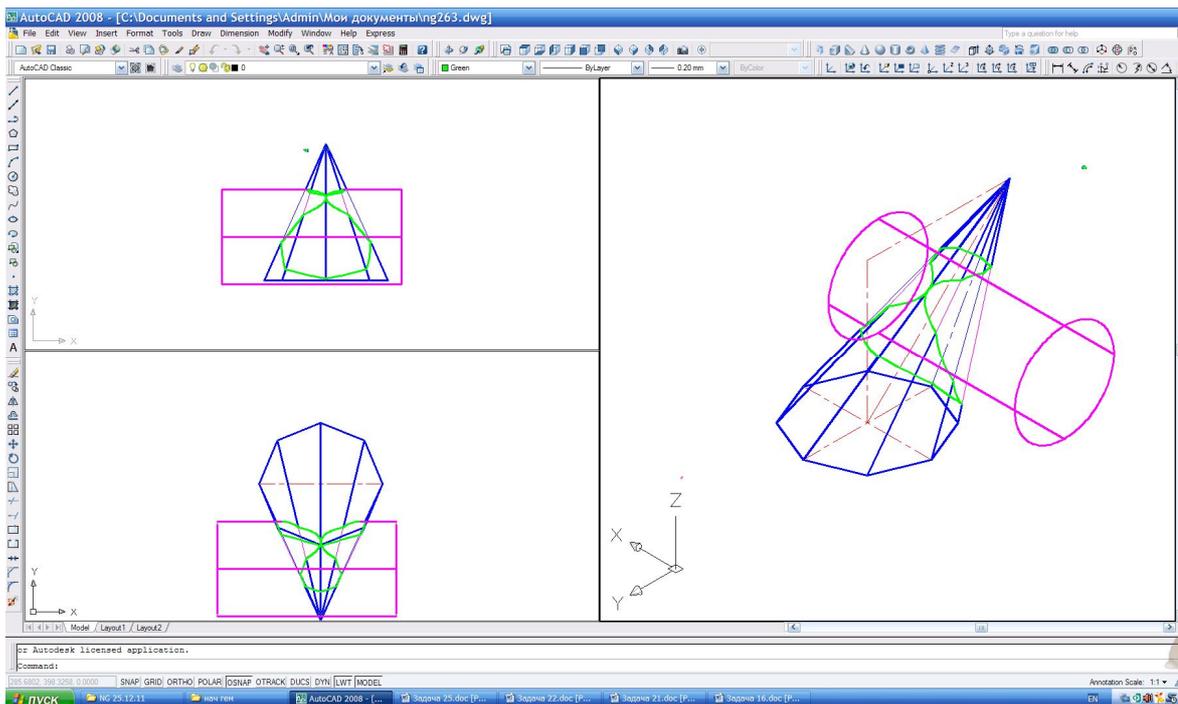


Рис.26.13

Рисунок для таблицы индивидуальных заданий к задаче 26

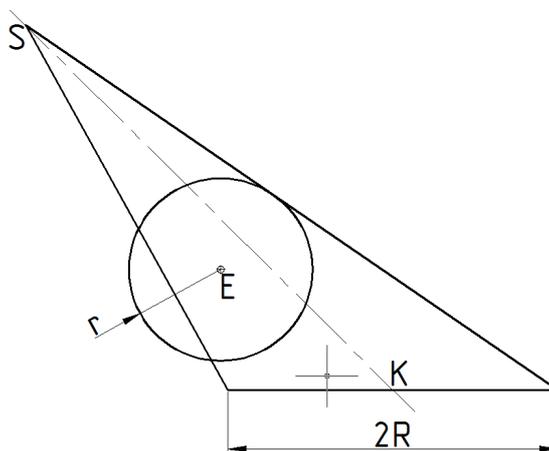


Таблица индивидуальных заданий к задаче 26

№ варианта	Координаты и размеры, мм										
	К			S			E			R	r
	x	y	z	x	y	z	x	y	z		
1	55	65	0	155	122	100	100	65	35	44	30
2	56	65	0	160	120	100	98	65	34	45	32
3	56	64	0	160	120	95	96	64	35	46	35
4	58	64	0	156	118	100	95	64	32	45	32
5	55	65	0	155	123	102	100	65	30	45	30
6	58	66	0	157	120	98	95	66	32	46	30
7	60	66	0	158	115	102	90	66	36	44	32
8	60	65	0	156	115	98	92	65	38	45	32
9	60	66	0	155	110	100	94	66	40	45	32
10	100	65	0	0	122	100	55	65	30	45	30
11	98	65	0	0	120	100	56	65	32	45	30
12	100	65	0	0	118	98	57	65	34	45	32
13	96	66	0	0	120	100	58	66	35	44	30
14	98	64	0	0	116	96	59	64	35	45	35
15	98	65	0	0	115	98	60	65	36	45	30
16	100	65	0	0	114	98	61	65	38	44	34
17	102	65	0	0	112	100	62	65	40	45	35
18	100	65	0	0	110	102	63	65	42	45	34
19	55	64	0	150	122	100	100	64	32	44	32
20	56	64	0	155	120	100	102	64	34	45	30
21	54	65	0	154	118	98	102	65	35	45	30
22	57	65	0	152	115	100	100	65	36	45	32
23	58	64	0	152	116	100	98	64	38	46	30
24	60	65	0	155	114	96	96	65	40	44	32
25	62	66	0	150	115	95	95	66	36	45	30
26	60	66	0	148	120	98	94	66	34	45	30
27	62	65	0	149	122	98	93	65	32	45	30
28	57	64	0	150	120	99	92	64	33	44	31
29	58	65	0	151	123	100	94	65	35	45	32
30	60	66	0	153	122	101	95	66	38	46	33

Задача 27

Получить в трёх проекциях и аксонометрии изображение усеченной пирамиды со сквозным отверстием по заданным размерам (Рис.27.0).

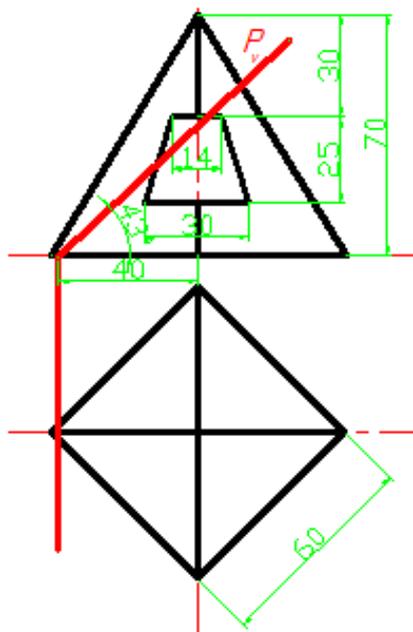


Рис.27.0

Алгоритм решения задачи

I. Построение пирамиды.

1. Переход в пространство.

Активизировать команду .

2. Построение осей основания пирамиды.

Предварительно необходимо изменить цвет линий на красный и тип линий на штрихпунктирный.

Активизировать команду **XLINE** .

В ответ на запрос:

Specify a point or [Hor/Ver/Ang/Bisect/Offset]: в боковом экранном меню активизировать опцию **Horizont** - построение горизонтальной прямой.

В ответ на следующий запрос:

Specify through point: указать любую точку на плоскости **XY** ↵.

Повторно активизировать команду **XLINE**, нажав ↵.

В ответ на запрос:

Specify a point or [Hor/Ver/Ang/Bisect/Offset]: в боковом экранном меню активизировать опцию **Vertical** - построение вертикальной прямой.

В ответ на следующий запрос:

Specify through point: указать любую точку на плоскости **XY** ↓.

3. Перенос **UCS** в точку пересечения осей.

Активизировать кнопку .

В ответ на запрос:

Specify new origin point <0,0,0>: указать точку пересечения осей.

4. Построение вспомогательной окружности диаметром 60, вписанной в основание пирамиды.

Активизировать команду **CIRCLE** .

В ответ на запрос:

Specify center point for circle or [3P/2P/Ttr (tan tan radius)]: указать точку начала координат.

В ответ на следующий запрос указать радиус окружности:

Specify radius of circle or [diameter]: **30** ↓.

5. Построение пирамиды.

Активизировать команду **PYRAMID** .

В ответ на запрос:

Specify center point of base or [Edge/Sides]: указать центр основания (начало координат).

В ответ на следующий запрос:

Specify base radius or [Inscribed]: указать точку пересечения окружности с одной из осей основания.

В ответ на следующий запрос задать высоту пирамиды:

Specify height or [2Point/Axis endpoint/Top radius]: **70** ↓.

Изображение:

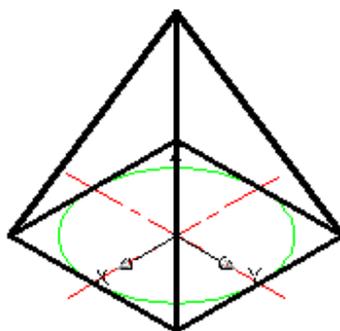


Рис.27.1

II. Построение трапецидального отверстия в пирамиде.

Для визуального удобства при изображении трапеции повернём пирамиду вокруг своей оси на 45° .

6. Активизировать команду **ROTATE** .

В ответ на запрос:

Select objects: выделить пирамиду ↵.

В ответ на следующий запрос:

Specify base point: указать центр основания пирамиды (начало координат).

В ответ на следующий запрос задать угол поворота пирамиды:

Specify rotation angle or [Copy/Reference] <0>: **45** ↵.

Изображение:

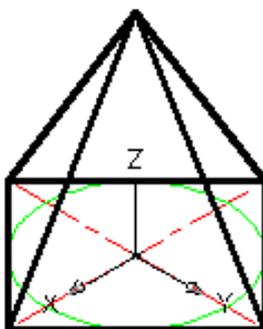


Рис.27.2

7. Поворот системы координат.

Активизировать кнопку  или ввести команду **UCS** ↵ **3P** ↵.

Выделить поочередно начало координат, вершину пирамиды и точку пересечения вспомогательной окружности с отрицательным направлением оси **Y** (так, чтобы ось **Y** изменила своё направление).

8. Построение вспомогательной окружности радиусом 30.

Активизировать команду **CIRCLE** .

В ответ на запрос:

Specify center point for circle or [3P/2P/Ttr (tan tan radius)]: указать вершину пирамиды.

В ответ на следующий запрос указать радиус окружности:

Specify radius of circle or [diameter]: **30** ↵.

9. Построение вспомогательной оси пирамиды (горизонтали в новой системе координат).

Активизировать команду **XLINE** .

В ответ на запрос:

Specify a point or [Hor/Ver/Ang/Bisect/Offset]: в боковом экранном меню активизировать опцию **Horizont** - построение горизонтальной прямой.

В ответ на следующий запрос:

Specify through point: указать точку начала координат ↵.

10. Построение вспомогательных прямых для построения верхнего и нижнего оснований трапецидального отверстия.

Активизировать команду **XLINE** .

В ответ на запрос:

Specify a point or [Hor/Ver/Ang/Bisect/Offset]: в боковом экранном меню активизировать опцию **Horizont** - построение горизонтальной прямой.

В ответ на следующий запрос:

Specify through point: указать точку пересечения вспомогательной оси пирамиды и вспомогательной окружности ↵.

Повторно активизировать команду **XLINE**, нажав ↵.

В ответ на запрос:

Specify a point or [Hor/Ver/Ang/Bisect/Offset]: в боковом экранном меню активизировать опцию **Offset**.

В ответ на следующий запрос указать расстояние между верхним и нижним оснований трапецидального отверстия:

Specify offset distance or: **25** ↵.

В ответ на следующий запрос:

Select a line object: выделить только что построенную линию верхнего основания трапеции.

В ответ на следующий запрос:

Specify side to offset: щелчком левой кнопки мыши произвести построение линии нижнего основания трапеции.

Изображение:

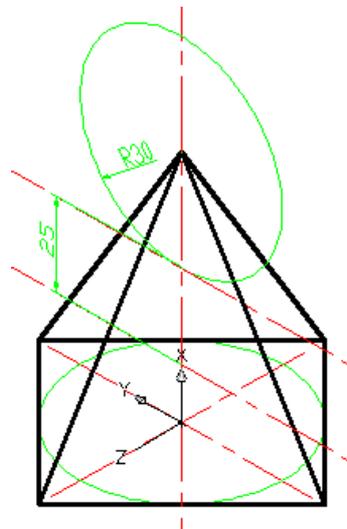


Рис.27.3

11. Построение вспомогательных окружностей.

Активизировать команду **CIRCLE** .

В ответ на запрос:

Specify center point for circle or [3P/2P/Ttr (tan tan radius)]: указать точку пересечения оси пирамиды и линии верхнего основания трапеции.

В ответ на следующий запрос указать радиус окружности:

Specify radius of circle or [diameter]: 7 ↵.

Активизировать команду **CIRCLE** .

В ответ на запрос:

Specify center point for circle or [3P/2P/Ttr (tan tan radius)]: указать точку пересечения оси пирамиды и линии нижнего основания трапеции.

В ответ на следующий запрос указать радиус окружности:

Specify radius of circle or [diameter]: 15 ↵.

12. Построение трапеции.

Активизировать команду **POLYLINE** .

В ответ на запрос:

Specify start point: указать первую точку пересечения вспомогательной окружности с нижней линией основания.

В ответ на следующий запрос:

Specify next point: указать вторую точку пересечения вспомогательной окружности с нижней линией основания.

В ответ на следующий запрос:

Specify next point: указать первую точку пересечения второй вспомогательной окружности с линией верхнего основания.

В ответ на следующий запрос:

Specify next point: указать вторую точку пересечения второй вспомогательной окружности с линией верхнего основания.

В ответ на следующий запрос:

Specify start point: опять указать первую точку пересечения вспомогательной окружности с нижней линией основания.

Изображение:

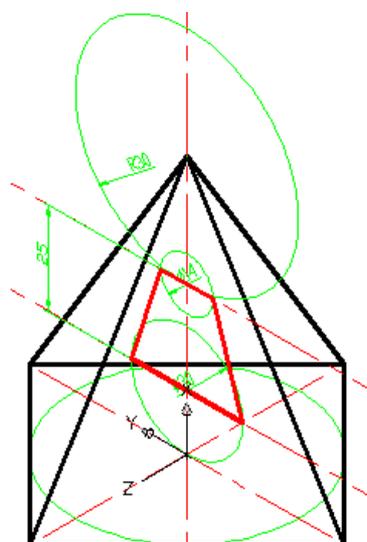


Рис.27.4

13. Построение трапецидального отверстия.

Активизировать команду **EXTRUDE** .

В ответ на запрос:

Select objects to extrude: выделить трапецию.

В ответ на следующий запрос задать высоту:

Specify height of extrusion or [Direction/Path/Taper angle] <110.000>:77 ↓.

Высоты можно задавать визуально.

Изображение приведено на Рис.27.5:

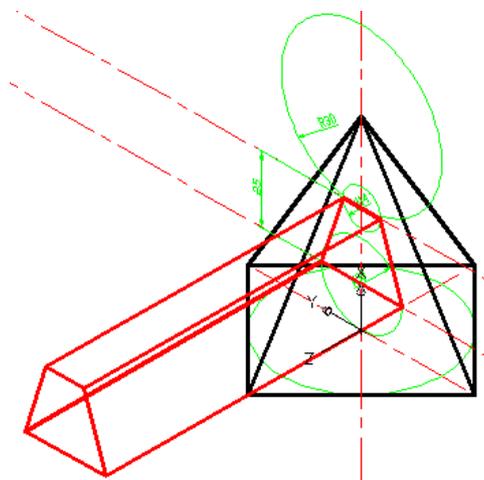


Рис.27.5

14. Поворот системы координат вокруг оси **Y**.

Активизировать кнопку .

В ответ на запрос:

Specify rotation angle about Y axis <90> : нажать .

15. Получение зеркального отображения трапецидального отверстия.

Активизировать команду **MIRROR** .

В ответ на запрос:

Select objects: выделить полученную призму .

В ответ на следующий запрос:

Specify first point of mirror line: первую точку на оси **Y** – оси симметрии (точку начала координат).

В ответ на следующий запрос:

Specify first point of mirror line: Specify second point of mirror line: указать вторую фиксированную точку на оси **Y** .

Изображение:

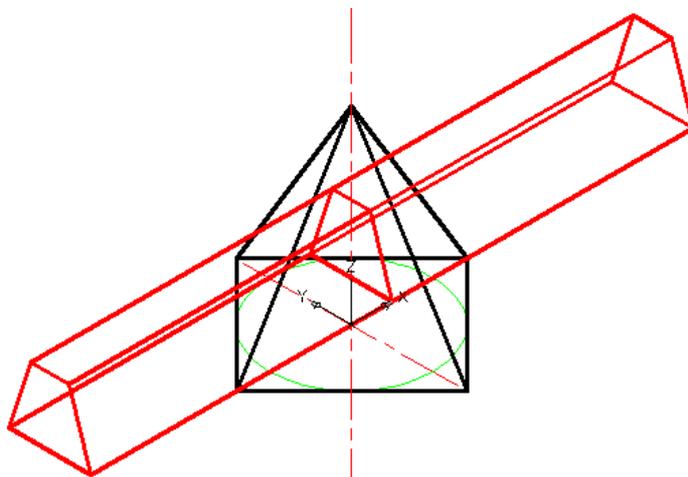


Рис.27.6

16. Получение отверстия.

Активизировать команду **SUBTRACT** .

В ответ на запрос:

Select objects: выделить пирамиду ↵.

В ответ на следующий запрос:

Select objects: выделить поочередно две красных призмы ↵.

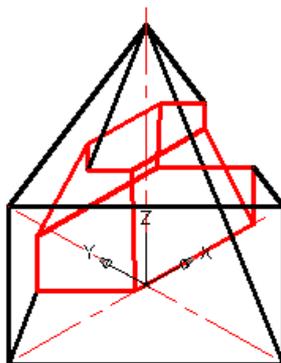


Рис.27.7

III. Построение усеченной пирамиды.

17. Построение горизонтального следа плоскости.

Активизировать команду **XLINE** .

В ответ на запрос:

Specify a point or [Hor/Ver/Ang/Bisect/Offset]: в боковом экранном меню активизировать опцию **Horizont** - построение горизонтальной прямой.

В ответ на следующий запрос указать координаты точки, через которую должна проходить горизонталь:

Specify through point: **0,-40** ↵ ↵.

Изображение:

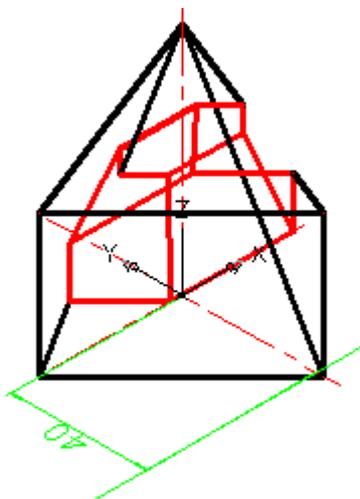


Рис.27.8

18. Перенос UCS на след плоскости.

Активизировать кнопку .

В ответ на запрос:

Specify new origin point <0,0,0>: указать точку на следе плоскости.

Изображение:

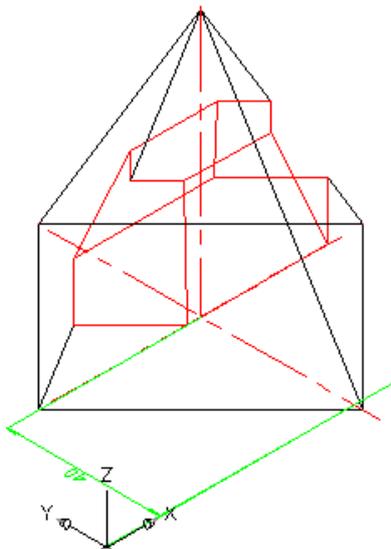


Рис.27.9

19. Поворот системы координат вокруг оси X:

Активировать кнопку .

В ответ на запрос ввести угол поворота:

Specify rotation angle about X axis <90>: **43** ↓.

20. Построение параллелепипеда.

Активизировать команду **BOX** .

В ответ на запрос:

Specify first corner or [Center]: указать начало координат.

Высоту, длину и ширину достроить визуально.

Изображение представлено на Рис.27.10:

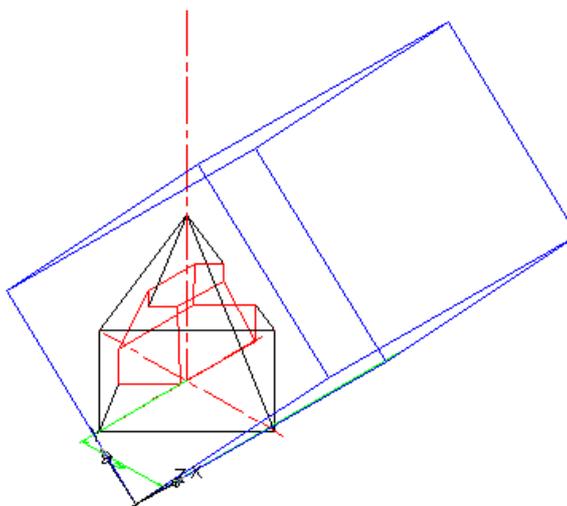


Рис.27.10

21.Получение усечённой пирамиды.

Активизировать команду **SUBTRACT** .

В ответ на запрос:

Select objects: выделить пирамиду ↵.

В ответ на следующий запрос:

Select objects: выделить параллелепипед ↵.

Изображение:

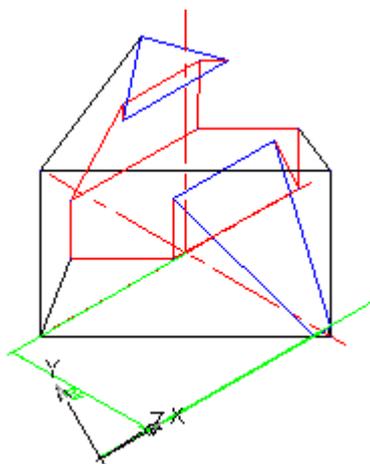


Рис.27.11

Получена усеченная пирамида. Однако нижний угол пирамиды оказался не отсеченным. Для этого аналогичными действиями нужно изобразить ещё один параллелепипед и с его помощью отсечь угол.

22.Построение параллелепипеда.

Активизировать команду **BOX** .

В ответ на запрос:

Specify first corner or [Center] : указать начало координат.

Высоту, длину и ширину достроить визуально.

Изображение:

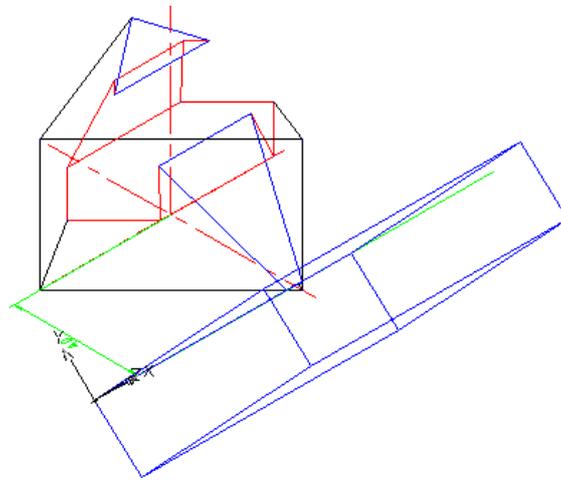


Рис.27.12

23. Отсечение угла пирамиды.

Активизировать команду **SUBTRACT** .

В ответ на запрос:

Select objects: выделить пирамиду ↵.

В ответ на следующий запрос:

Select objects: выделить параллелепипед ↵.

Изображение:

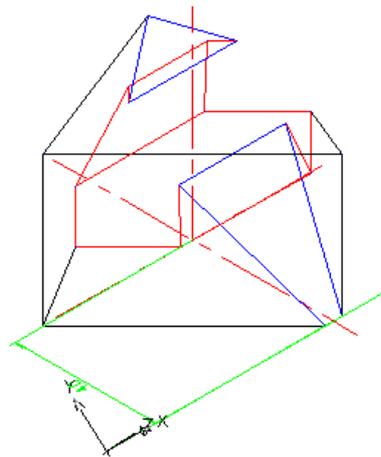


Рис.27.13

24. Получение пространственной формы усечённой пирамиды со сквозным отверстием.

Активизировать команду **HIDE** ↵.

Изображение:

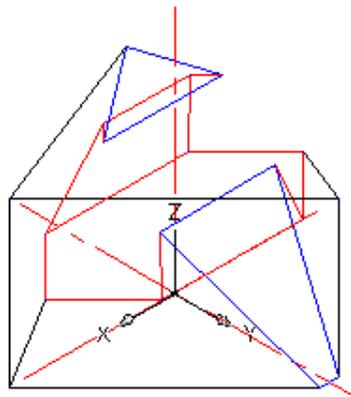


Рис.27.14

25. Получение 4 проекций.

Активизировать команду **VPORTS**.

В открывшемся окне в графе <standard viewpoints> выбрать опцию <**Four: Equal**>, а в графе <setup> выбрать опцию <**3D**>, нажать **ОК**.

Изображение:

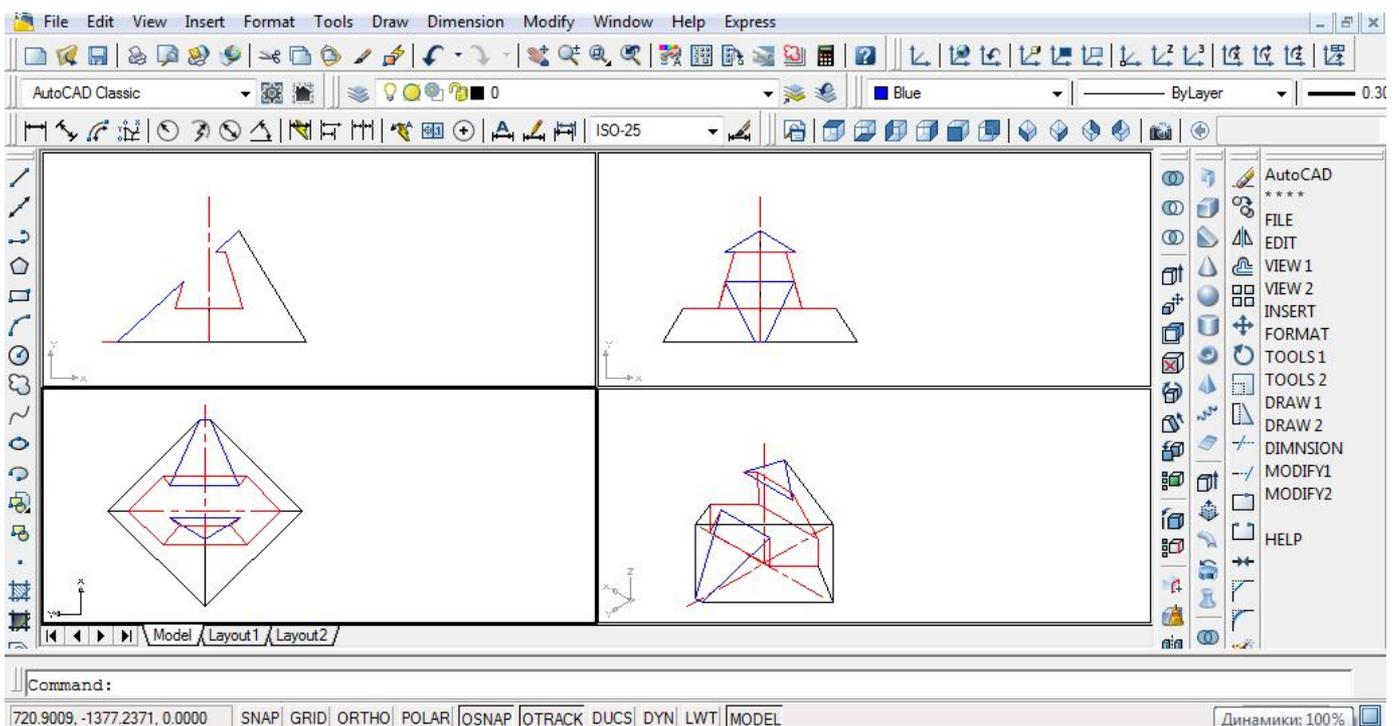


Рис.27.15

Рисунок для таблицы индивидуальных заданий к задаче 27

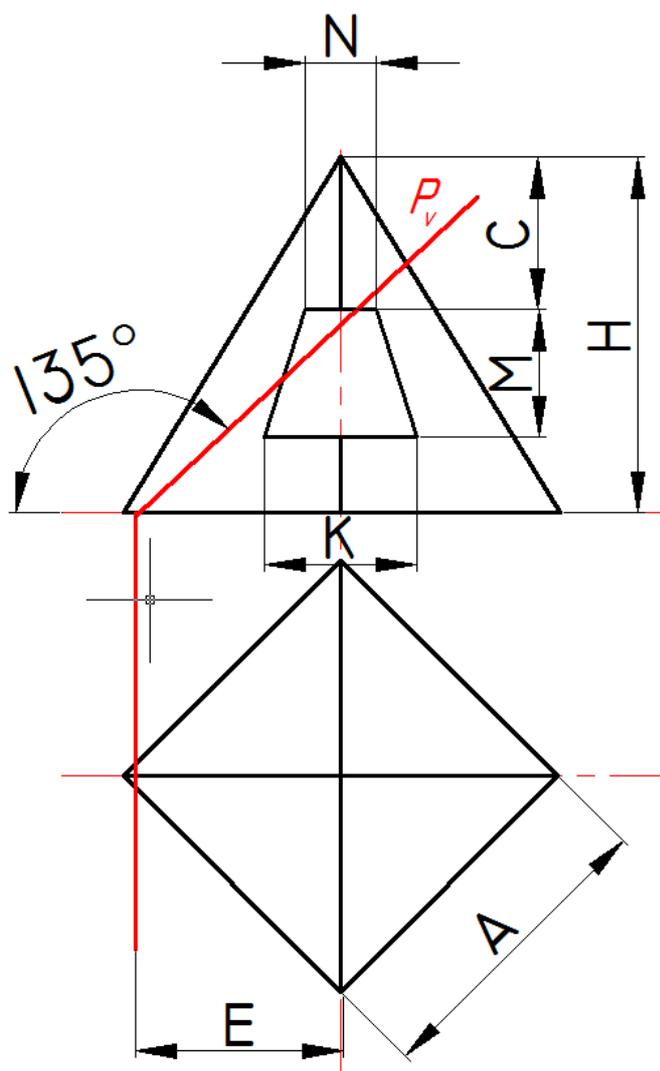


Таблица индивидуальных заданий к задаче 27

№ варианта	размеры, мм						
	А	Н	М	С	Н	К	Е
1	60	70	25	30	14	30	40
2	55	66	33	22	11	28	37
3	50	58	34	10	0	26	35
4	55	68	27	25	7	24	38
5	54	65	30	20	6	22	36
6	55	60	33	33	9	28	39
7	62	58	25	28	10	22	35
8	50	66	27	36	11	26	36
9	60	70	25	39	14	30	40
10	55	60	30	11	13	28	37
11	50	56	35	10	0	24	35
12	60	60	33	15	11	26	36
13	54	65	30	20	6	22	38
14	60	60	28	25	7	24	37
15	62	58	25	28	10	22	35
16	55	66	27	29	9	28	39
17	60	70	25	30	14	30	40
18	55	66	33	11	7	28	36
19	50	58	34	10	0	26	35
20	60	60	31	15	9	30	37
21	54	65	30	20	6	24	34
22	55	60	29	22	11	26	38
23	62	58	25	28	10	22	36
24	54	66	27	33	7	28	39
25	60	70	25	30	12	30	40
26	55	60	33	15	9	28	38
27	52	56	35	10	0	24	35
28	60	66	33	25	11	26	36
29	54	65	30	20	6	24	34
30	55	70	27	22	9	22	37

Задача 28

Получить вид сверху и пространственное изображение шестиугольной пирамиды с боковым вырезом по заданным размерам. Диаметр основания пирамиды равен **70** (Рис.28.0).

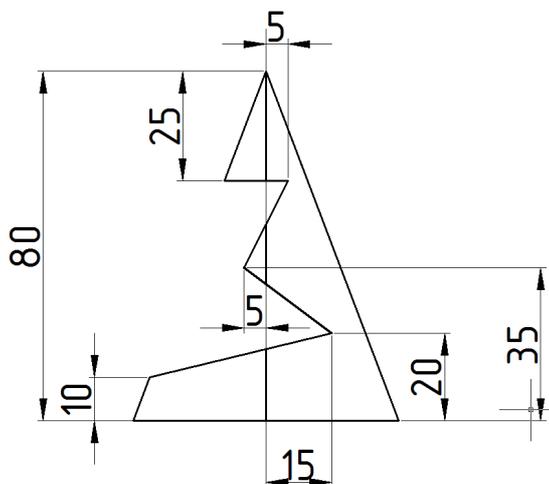


Рис.28.0

Алгоритм решения задачи

Построение пирамиды.

1. Для перехода в пространство необходимо активизировать команду .

Сделать текущим слой габарита (выбрать из списка слоев в панели инструментов свойств объектов).

2. Построение габаритного параллелепипеда.

Активизировать команду **BOX** .

В ответ на запрос:

Specify first corner or [Center] : указать курсором любую удобную точку.

В ответ на следующий запрос вводим координаты второй диагональной

точки основания: @ 70, 70 , а далее вводим значение высоты: 80 .

3. Построение вспомогательной окружности диаметром 70, вписанной в основание габаритного параллелепипеда.

Активизировать команду **CIRCLE** .

В ответ на запрос:

Specify center point for circle or [3P/2P/Ttr (tan tan radius)]: в боковом экранном меню активизировать опцию **Tan Tan Ta** - построение вписанной окружности.

В ответ на следующий запрос указать три стороны основания габаритного параллелепипеда (Рис.28.1).

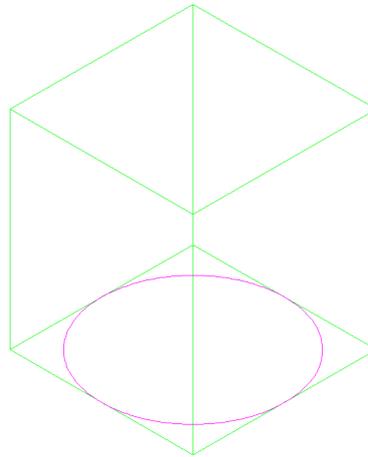


Рис.28.1

4. Построение пирамиды.

Активизировать команду **PYRAMID** .

В ответ на запрос:

Specify center point of base or [Edge/Sides]: **S**↓.

В ответ на запрос:

Specify center point of base or [Edge/Sides]: указать число сторон основания пирамиды: **6**↓.

В ответ на запрос:

Specify center point of base or [Edge/Sides]: указать центр основания (центр окружности).

В ответ на следующий запрос:

Specify base radius or [Inscribed]: указать точку касания окружности с одной из сторон основания: в боковом экранном меню активизировать команду  ******** (разовая объектная привязка) и её опцию **MIDPoint** (привязка к средней точке объекта), указать боковое ребро основания↓.

В ответ на следующий запрос задать высоту пирамиды:

Specify height or [2Point/Axis endpoint/Top radius]: **80** ↓ (Рис.28.2) .

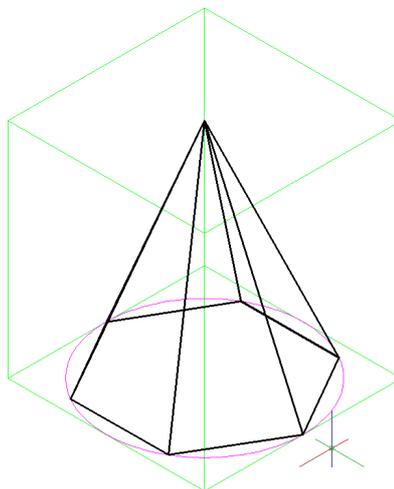


Рис.28.2

Построение бокового выреза пирамиды.

Чтобы определить положение крайних точек заданной линии среза необходимо получить на боковой грани габаритного параллелепипеда проекцию боковой грани пирамиды. Для этого выполняем дополнительные построения, после которых получаем Рис.28.3:

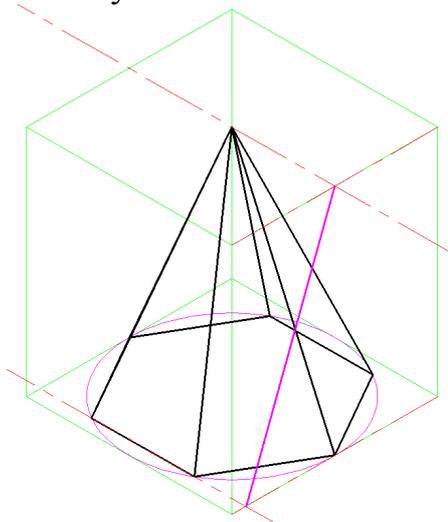


Рис.28.3

Теперь на боковой грани габаритного параллелепипеда построим контур заданной линии среза. Для этого выполняем:

5. Перенос UCS в точку пересечения осей.

Активизировать кнопку .

В ответ на запрос:

Specify new origin point <0,0,0>: указать удобную вершину габаритного параллелепипеда.

6. Поворот системы координат вокруг оси X:

Активировать кнопку .

В ответ на запрос ввести угол поворота:

Specify rotation angle about X axis <90>: ↓

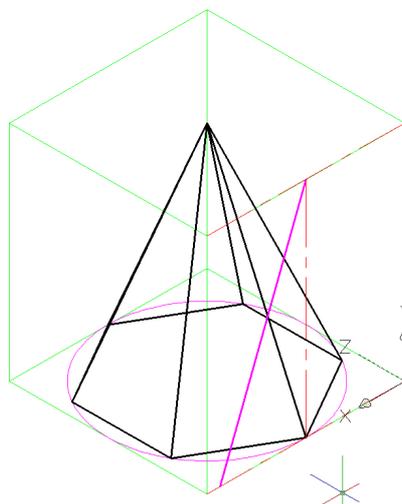


Рис.28.4

7. Для визуального удобства выключаем слой пирамиды и выполняем дополнительные построения на боковой грани габаритного параллелепипеда.

Предварительно необходимо изменить цвет линий на красный и тип линий на штрихпунктирный. А затем на плоскости XY проводим синие линии по следующему алгоритму:

Активизировать команду **XLINE** .

В ответ на запрос:

Specify a point or [Hor/Ver/Ang/Bisect/Offset]: в боковом экранном меню активизировать опцию **Offset** - построение параллельной прямой.

В ответ на следующие запросы:

Указываем дистанцию: **5**↓.

Выделяем базовую линию и показываем направление смещения и т.д. в итоге получаем Рис.28.5:

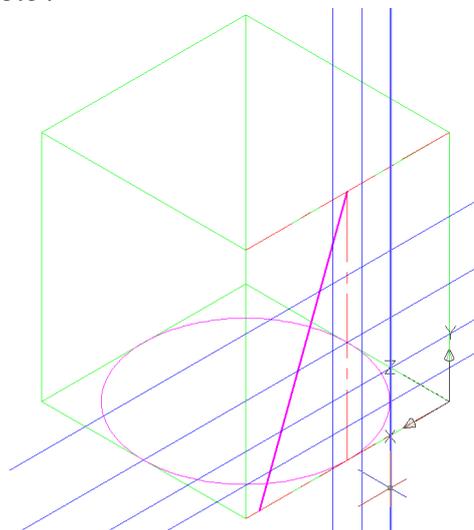


Рис.28.5

8. Переходим на красный цвет и с помощью команды **POLYLINE**  по привязкам получаем контур линии среза (см. Рис.28.6).

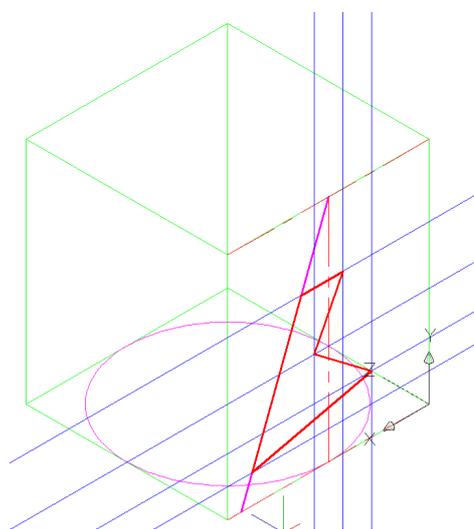


Рис.28.6

9. Выключаем слой дополнительных построений и строим тело, вырезаемое из пирамиды.

Активизировать команду **EXTRUDE** .

В ответ на запрос:

Select objects to extrude: выделить полученный контур линии среза.

В ответ на следующий запрос задать высоту:

Specify height of extrusion or [Direction/Path/Taper angle] <110.000>:70 ↓.

Изображение приведено на Рис.28.7:

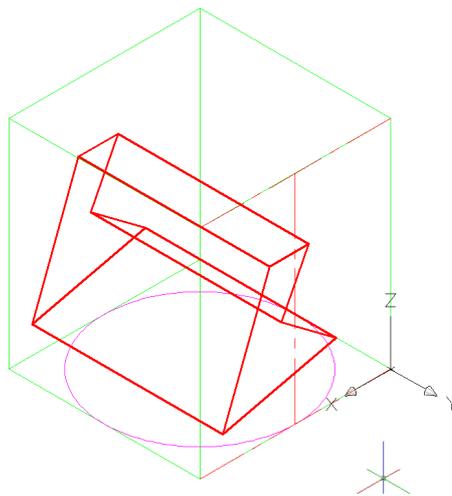


Рис.28.7

Включаем слой пирамиды (см. Рис.28.8).

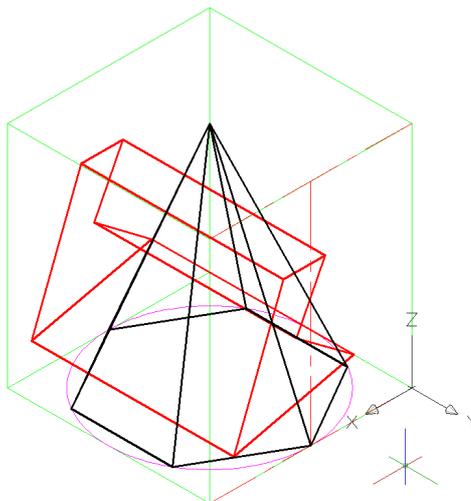


Рис.28.8

10. Получение бокового выреза пирамиды.

Активизировать команду **SUBTRACT** .

В ответ на запрос:

Select objects: выделить пирамиду ↓.

В ответ на следующий запрос:

Select objects: выделить красную призму ↓.

Для легкости восприятия предварительно включаем сиреневый цвет.

В итоге получаем изображение (см. Рис.28.9):

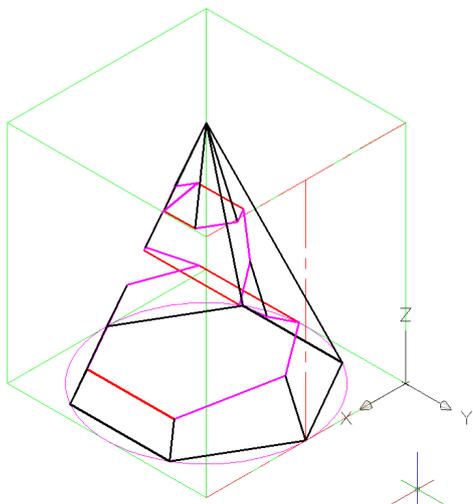


Рис.28.9

С помощью видовых команд получаем вид на пирамиду сверху:

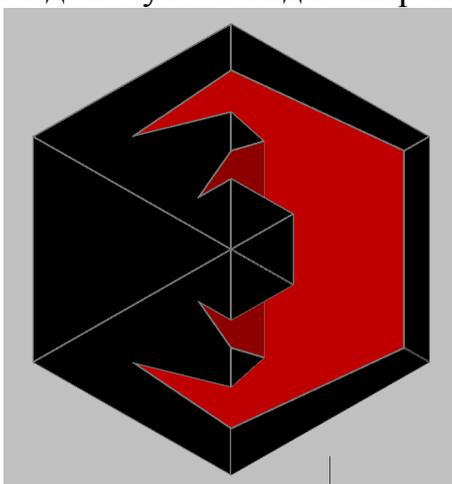


Рис.28.10

Далее выбираем ракурс и тонирование:

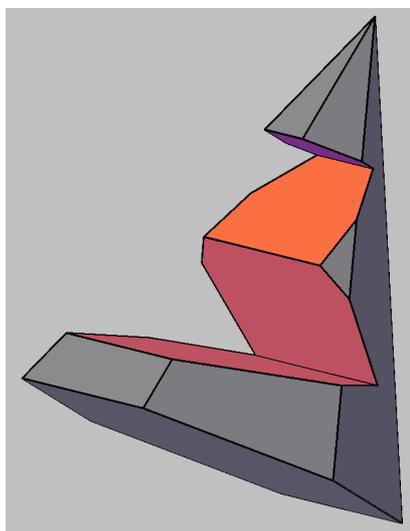


Рис.28.11

Задача 29

Получить пространственное изображение детали (Рис.29.0).

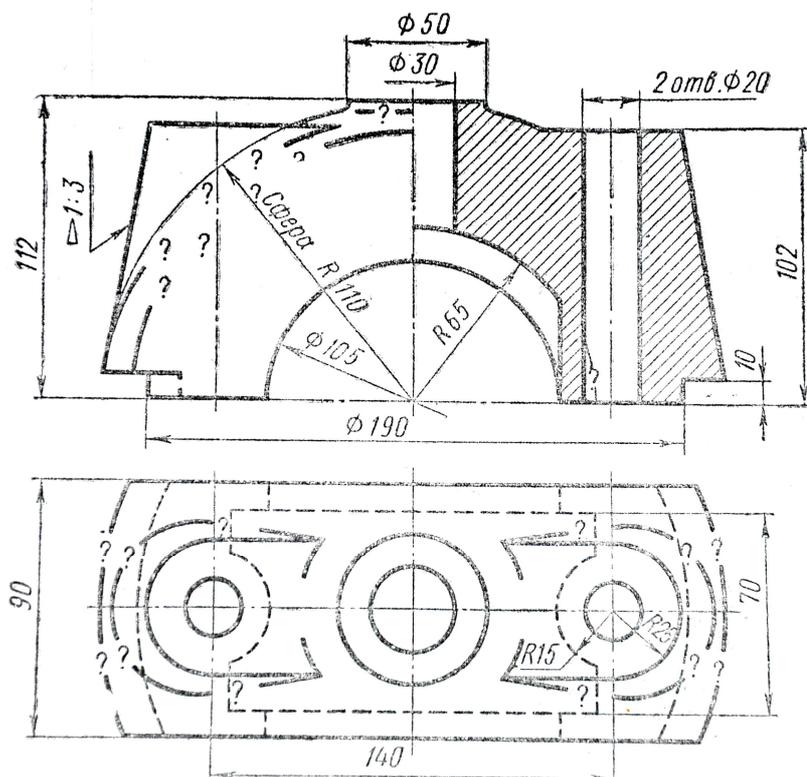


Рис.29.0

Для сложных деталей вначале целесообразно в отдельном слое, другим цветом создать пространственный осевой каркас. Тогда, в точку пересечения осей легко переносить пользовательскую систему координат.

Иногда, составные части детали строят в стороне, а затем переносят на осевой каркас с помощью команд: **MOVE**, **ROTATE**, **ALIGN**.

Алгоритм построения изображения детали

1. Создание слоев.

Для каждой составной части детали установить свой слой.

В панели инструментов свойств объектов активизировать команду управления свойствами слоев → 

В появившемся окне диалога активизировать команду **New Layer** (создать новый слой) → 

В соответствующих окнах задать цвет, тип линий, толщину.

Для осевых линий выбрать тип **CENTER 5**.

2. Выбор точки зрения.

Активизировать команду **VPOINT** ↵.

В ответ на следующий запрос ввести координаты по осям **X**, **Y**, **Z**; определяющие северо-восточную изометрию (NE Isometric).

Specify a view point or [Rotate] <display compass and tripod>: **1, 1, 1**. ↵.

Отключить команду **OSNAP** (объектная привязка).

3. Построение осевых линий.

Сделать текущим слой осевых линий (выбрать из списка слоев в панели инструментов свойств объектов).

3.1. Построение осей детали.

• Построение горизонтальной оси **OX**.

Активизировать команду **XLINE** .

В ответ на запрос *Specify a point or [Hor/Ver/Ang/Bisect/Offset]*: в боковом экранном меню активизировать опцию  **Horizontal** - построение горизонтальной прямой.

В ответ на следующий запрос ввести координату начала координат

Specify through point: **0,0,0** ↵ ↵.

• Построение горизонтальной оси **OY**.

Повторно активизировать команду **XLINE**, нажав ↵.

В ответ на запрос *Specify a point or [Hor/Ver/Ang/Bisect/Offset]*: в боковом экранном меню активизировать опцию  **Vertical** - построение вертикальной прямой.

В ответ на следующий запрос ввести координату начала координат:

Specify through point: **0, 0, 0** ↵ ↵.

• Построение вертикальной оси **OZ**.

Повторно активизировать команду **XLINE**, нажав ↵.

В ответ на следующие запросы ввести координаты двух точек, лежащих на этой оси

Specify a point or [Hor/Ver/Ang/Bisect/Offset]: **0, 0, 0** ↵

Specify through point: **0, 0, 0** ↵ ↵.

Получается изображение (Рис.29.1):

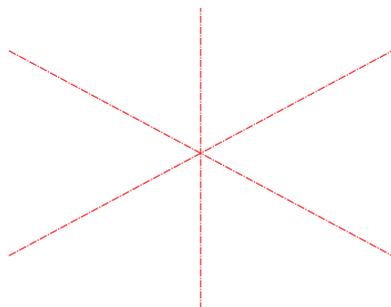


Рис.29.1

3.2. Построение осей отверстий (диаметр окружностей 20).

- Активизировать команду **XLINE** .

В ответ на запрос *Specify a point or [Hor/Ver/Ang/Bisect/Offset]*: в боковом экранном меню активизировать опцию  - построение вертикальной прямой.

В ответ на следующий запрос ввести координаты точки:

Specify through point: **70,0,0** ↵

Specify through point: **-70,0,0** ↵.

Изображение (Рис.29.2):

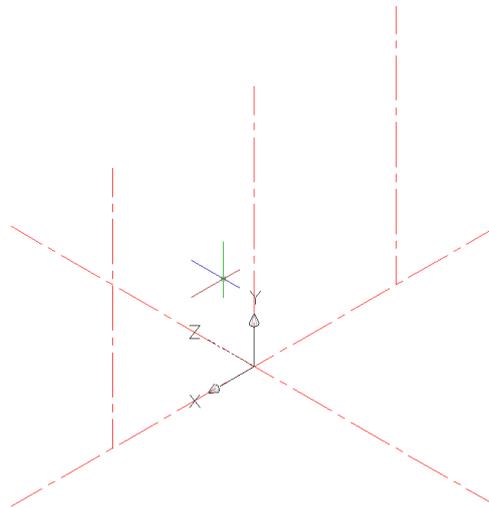


Рис.29.2

4. Построение наружной поверхности детали.

- Сделать текущим слой вспомогательного ящика (выбрать из списка слоев в панели инструментов свойств объектов).

Активизировать команду **BOX** .

В ответ на следующие запросы последовательно ввести координаты точки основания; координаты точки основания по диагонали; высоту:

Specify corner of box or [CEnter] <0,0,0>: **66,45,0** ↵

Specify corner or [Cube/Length]: **-66,-45,0** ↵

Specify height: **111** ↵.

Изображение (Рис.29.3):

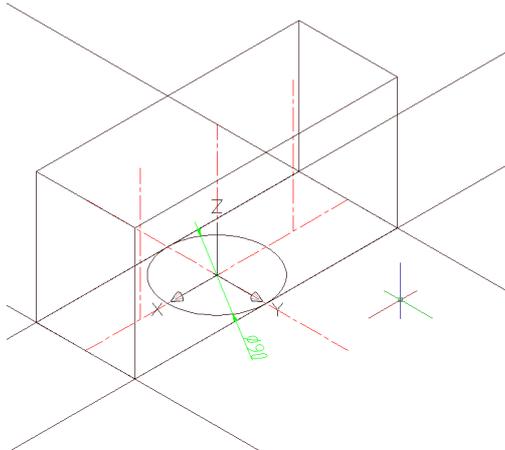


Рис.29.3

Сделать текущим слой сферы (выбрать из списка слоев в панели инструментов свойств объектов), слой осей сделать видимым (Рис.29.4).

- Активизировать команду **SPHERE** .

В ответ на следующие запросы последовательно ввести координаты центра сферы и величину радиуса:

Specify center of sphere <0,0,0>:↵

Specify radius of sphere or [Diameter]: 110 ↵

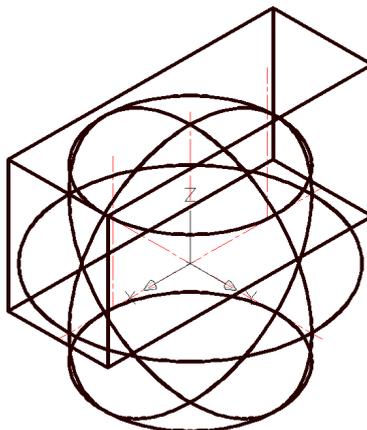


Рис.29.4

- Активизировать команду **INTERSECT** .

В ответ на следующие запросы левой кнопкой мыши выделить сферу и вспомогательный ящик (Рис.29.4).

Получается изображение (Рис.29.5):

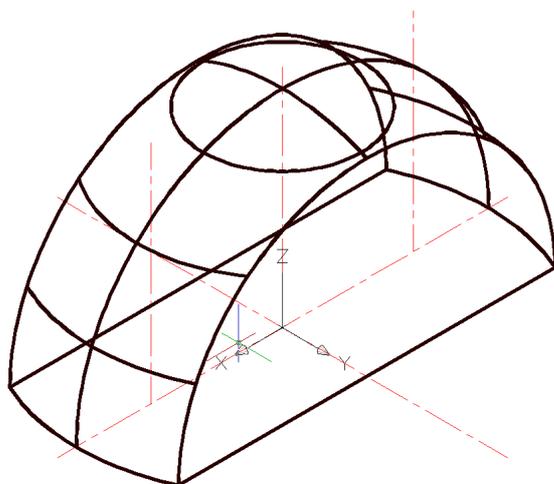


Рис.29.5

5. Сделать текущим слой цилиндра основания (выбрать из списка слоев в панели инструментов свойств объектов), слой сферы сделать невидимым.

- Активизировать команду **CYLINDER** 

В ответ на следующие запросы последовательно ввести координаты центра основания; величину радиуса основания и высоту цилиндра:

Specify center point for base of cylinder or [Elliptical] <0,0,0>: ↵

Specify radius for base of cylinder or [Diameter]: 95 ↵

Specify height of cylinder or [Center of other end]: 10 ↵ .

- Сделать текущим слой вспомогательного ящика (выбрать из списка слоев в панели инструментов свойств объектов).

Активизировать команду **BOX** 

В ответ на следующие запросы последовательно ввести координаты точки основания; координаты точки основания по диагонали; высоту:

Specify corner of box or [CEnter] <0,0,0>: 66,45,0 ↵

Specify corner or [Cube/Length]: -66,-45,0 ↵

Specify height: 111 ↵ .

Вспомогательный ящик тот же, что и для Рис.29.3. Основным его параметром является ширина **90**, а высота и длина – произвольные. Строить его можно не по координатам, а с помощью окружности, горизонталей и вертикалей (см. рис. 25.3).

В результате получим изображение (Рис.29.6):

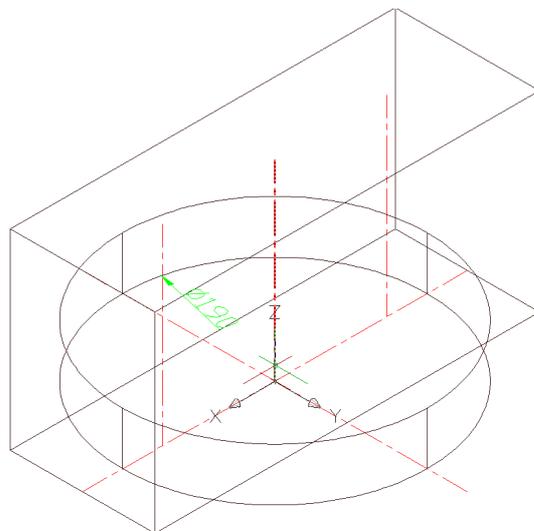


Рис.29.6

- Активизировать команду **INTERSECT** .
В ответ на следующие запросы левой кнопкой мыши выделить цилиндр и вспомогательный ящик (Рис.29.6).
Получается изображение (Рис.29.7):

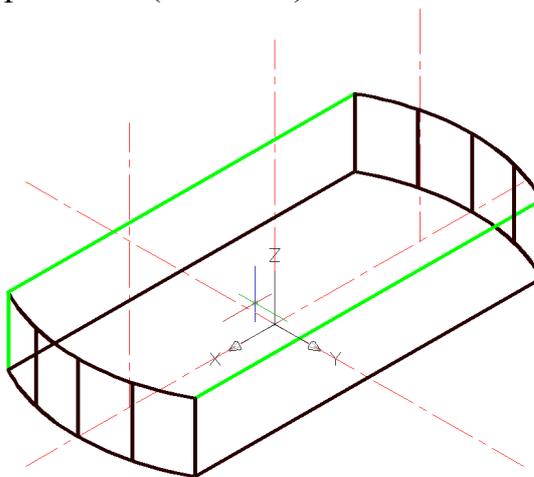


Рис.29.7

Изображаем вспомогательный цилиндр высотой **10**.

- Активизировать команду **CYLINDER** .
В ответ на следующие запросы последовательно ввести координаты центра основания; величину радиуса основания и высоту цилиндра:
Specify center point for base of cylinder or [Elliptical] <0,0,0>: ↵
Specify radius for base of cylinder or [Diameter]: **120** ↵
Specify height of cylinder or [Center of other end]: **10** ↵.

Получается изображение (Рис.29.8):

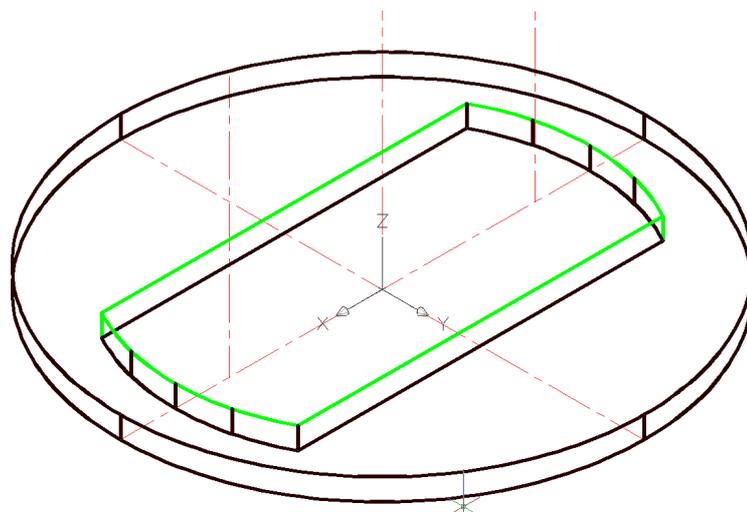


Рис.29.8

Сделать текущим слой сферы (выбрать из списка слоев в панели инструментов свойств объектов), слой цилиндра основания сделать видимым (Рис.29.9):

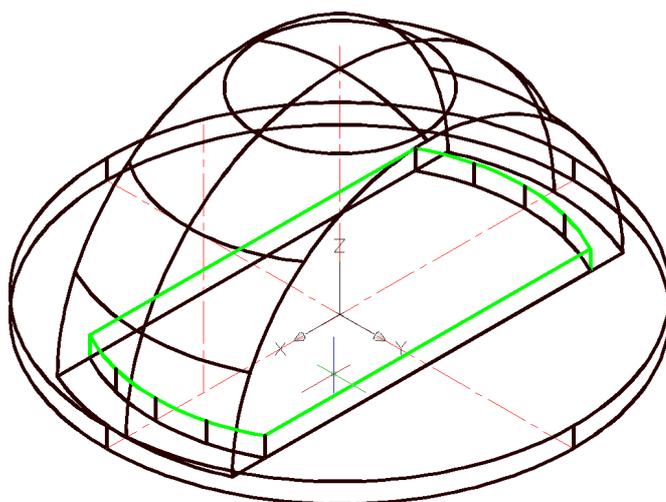


Рис.29.9

- Активизировать команду **SUBTRACT** 

В ответ на следующие запросы левой кнопкой мыши выделить сферу и нажать , затем левой кнопкой мыши выделить внешний цилиндр (Рис.29.9).

Активизировать команду **UNION** .

В ответ на следующие запросы левой кнопкой мыши выделить сферу и внутренний цилиндр основания (Рис.29.9). Более рационально вместо Рис.29.8 применять шайбу с внутренним диаметром 190.

Получается изображение (Рис.29.10):

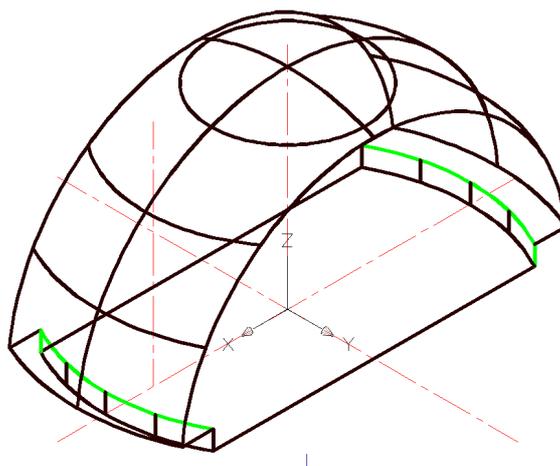


Рис.29.10

6. Сделать текущим слой выступов (выбрать из списка слоев в панели инструментов свойств объектов), слой корпуса сделать невидимым (Рис.29.11):

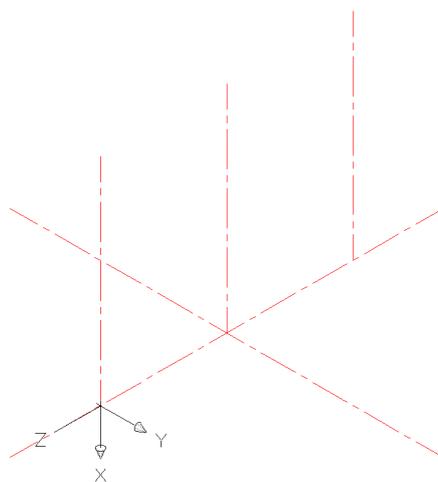


Рис.29.11

Перенос системы координат.

Активизировать команду **UCS** ↵.

В ответ на запрос:

Enter an option

[New/Move/orthoGraphic/Prev/Restore/Save/Del/Apply/?/World]

<World>: в боковом экранном меню активизировать команду:



В ответ на следующий запрос *Specify new origin point <0,0,0>*: указать левой кнопкой мыши точку пересечения осей (Рис.29.11).

Поворот системы координат.

Предварительно необходимо повернуть систему координат вокруг оси **Y**

Активизировать кнопку .

В ответ на запрос:

Specify rotation angle about Y axis <90>: нажать .

Затем необходимо повернуть систему координат вокруг оси **X**, для этого необходимо повторить аналогичные действия:

Активизировать кнопку .

В ответ на запрос:

Specify rotation angle about X axis <90>: (Рис.29.12).

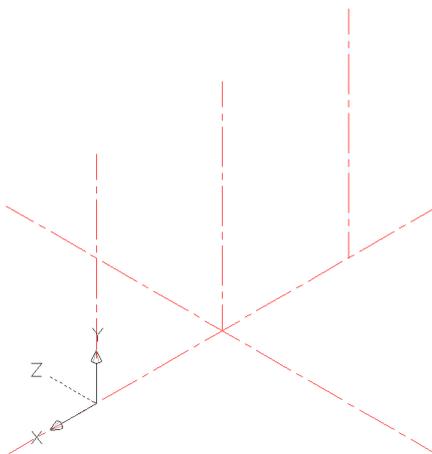


Рис.29.12

Выступы рассматриваемой детали представляют собой трапециидальную призму, ограниченную с обоих концов усеченными полуконусами. Эти геометрические тела и нужно изобразить в соответствии с заданными размерами. Для этого в плоскости **XY** проведем вспомогательные построения.

Построение трапеции усечённого конуса.

Активизировать команду **CIRCLE** .

В ответ на запрос:

Specify center point for circle or [3P/2P/Ttr (tan tan radius)]: указать точку начала координат.

В ответ на следующий запрос указать радиус основания конуса:

Specify radius of circle or [diameter]: **10** ↵.

Повторно активизировать команду **CIRCLE**, нажав ↵.

В ответ на запрос:

Specify center point for circle or [3P/2P/Ttr (tan tan radius)]: указать точку пересечения построенного отрезка и вспомогательной линии (точка с координатами: - 50,0,0) .

В ответ на следующий запрос указать радиус второго сечения усеченного конуса:

Specify radius of circle or [diameter]: **102** ↵.

Проведем к полученным окружностям касательные прямые.

Активизировать команду **XLINE** .

В ответ на запрос:

Specify a point or [Hor/Ver/Ang/Bisect/Offset]: в боковом экранном меню активизировать опцию **Horizont** - построение горизонтальной прямой.

В ответ на следующий запрос:

Specify through point: указываем точки пересечения окружностей с вертикальной прямой на плоскости **XY** ↵.

Так получили верхний и нижний уровни выступов. Теперь чтобы получить образующую конуса изображаем еще две окружности.

Активизировать команду **CIRCLE** .

В ответ на запрос:

Specify center point for circle or [3P/2P/Ttr (tan tan radius)]: указать точку начала координат.

В ответ на следующий запрос указать радиус основания конуса:

Specify radius of circle or [diameter]: **110** ↵.

Повторно активизировать команду **CIRCLE**, нажав ↵.

В ответ на запрос:

Specify center point for circle or [3P/2P/Ttr (tan tan radius)]: указать точку пересечения построенной оси отверстия и вспомогательной линии (точка с координатами: 0,102,0) .

В ответ на следующий запрос указать радиус второго сечения усеченного конуса:

Specify radius of circle or [diameter]: **25** ↵.

Полученное изображение зеленым цветом приведено на Рис.29.13.

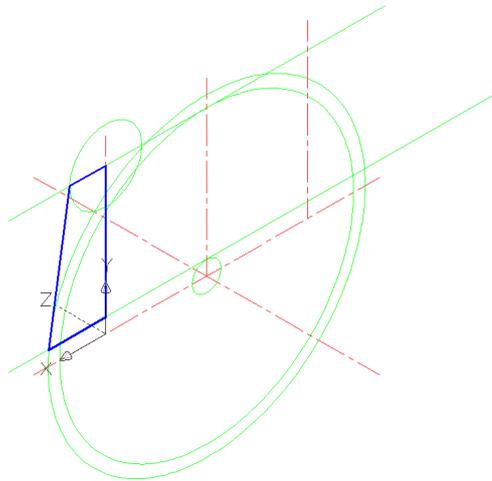


Рис.29.13

Построение направляющей конуса.

Предварительно необходимо изменить цвет линий на синий.

Активизировать команду **POLYLINE** .

В ответ на запрос:

Specify start point: указать точку пересечения оси отверстия и вспомогательной нижней горизонтальной прямой.

В ответ на следующий запрос:

Specify next point: указать точку пересечения оси отверстия и вспомогательной верхней горизонтальной прямой.

В ответ на следующий запрос:

Specify next point: указать точку пересечения окружности радиусом 22 с верхней вспомогательной прямой.

В ответ на следующий запрос:

Specify next point: указать точку пересечения окружности радиусом 110 с верхней вспомогательной прямой.

В ответ на следующий запрос:

Specify next point: указать точку пересечения оси отверстия и вспомогательной нижней горизонтальной прямой. .

Полученное изображение приведено на Рис.29.13.

Теперь удаляем окружности и меняем цвет линий на сиреневый. Далее с помощью команды **POLYLINE**  на все запросы <указать точку> привязками фиксируем вершины синей трапеции и проводим диагональ, а затем сиреневую трапецию с помощью команды **ROTATE** поворачиваем вокруг оси **Z** на 90 и -90 градусов (Рис.29.14 и 29.15).

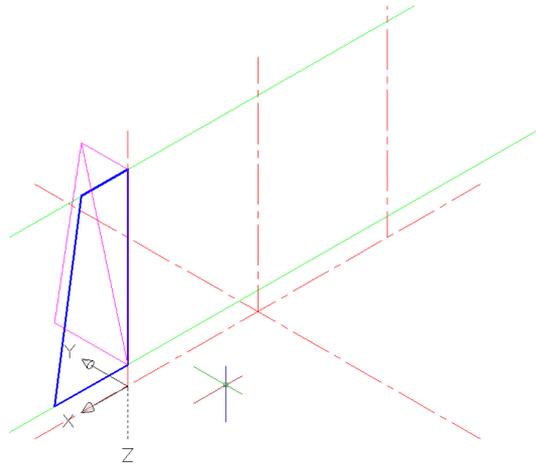


Рис.29.14

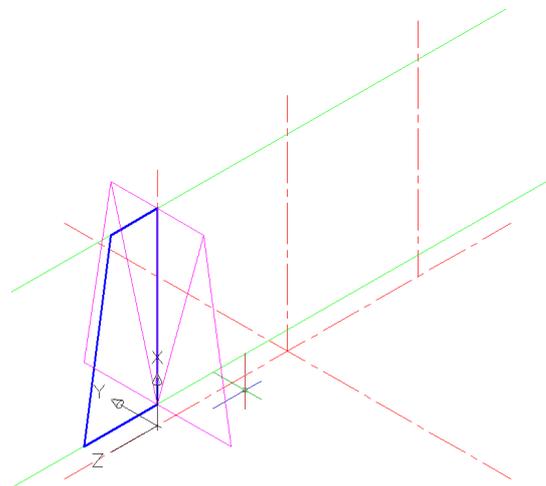


Рис.29.15

Теперь меняем цвет линий на зеленый. Далее с помощью команды **POLYLINE**  на все запросы <указать точку> привязками фиксируем вершины сиреневой трапеции, а затем сиреневую трапецию удаляем при помощи кнопки **DELETE** (Рис.29.16).

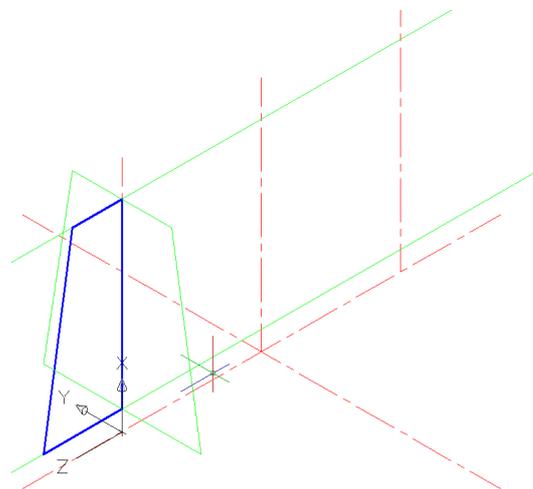


Рис.29.16

Построение призмы. Выбираем команду  или в командной строке вводим **EXTRUDE**, по запросу выделяем зеленую трапецию, затем указываем высоту выдавливания **140** и угол скосов **<0>** (Рис.29.17).

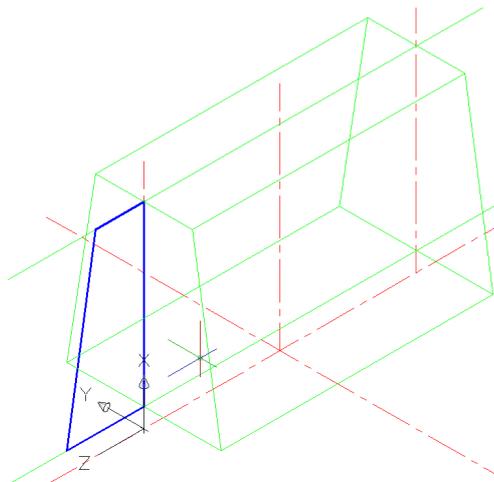


Рис.29.17

Построение усеченного конуса.

Активизировать команду **REVOLVE**  ↴.

В ответ на запрос:

Select objects to revolve: указать контур синей трапеции.

В ответ на следующий запрос:

Specify axis start point or define axis by: указать первую точку на оси **Z** – оси вращения сечения.

В ответ на следующий запрос:

Specify axis endpoint: указать вторую точку на оси **Z** ↴.

Изображение представлено на Рис.29.18.

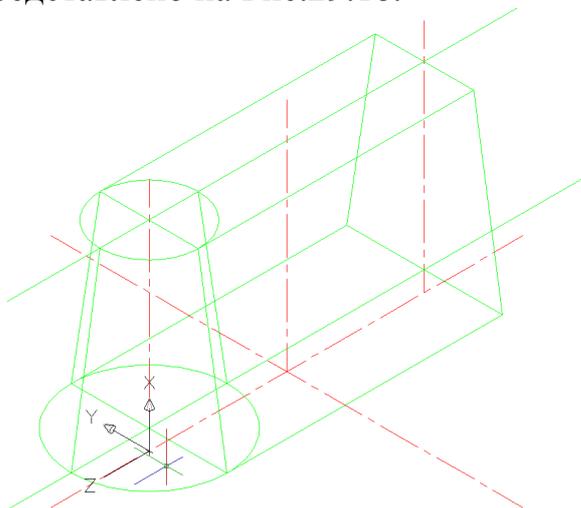


Рис.29.18

С другой стороны призмы аналогичный конус можно получить с помощью команды , по запросам которой выделяем полученный конус – «Enter». Указываем базовую точку- центр нижнего основания конуса. Далее необходимо указать точку, куда переносим **0,0,-140** – «Enter» - «Enter» .
Получается изображение (Рис.29.19):

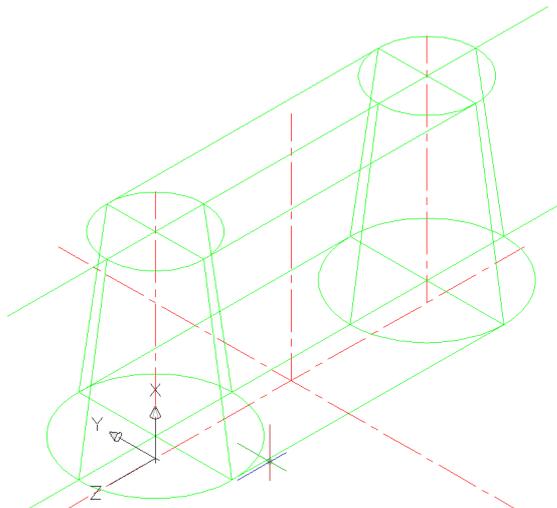


Рис.29.19

Чтобы получить единый контур выступов необходимо активизировать команду **UNION** .

В ответ на запрос:

Select objects: выделить призму и оба конуса ↵.

В итоге получается изображение (Рис.29.20):

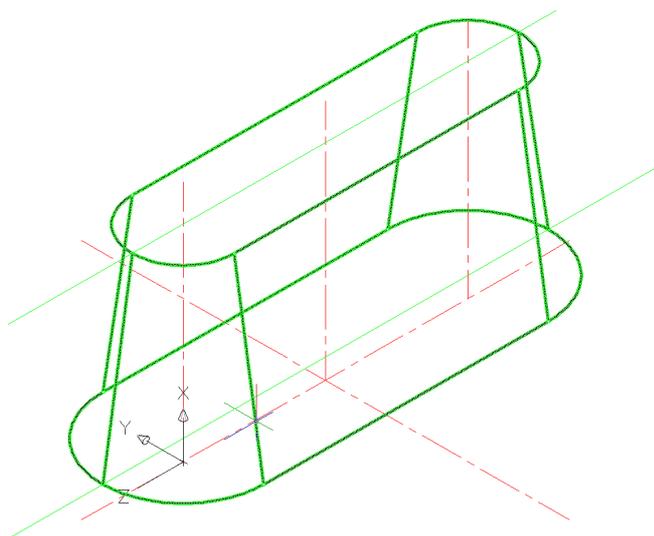


Рис.29.20

Построение внутренней поверхности детали.

Для изображения внутреннего цилиндра радиусом 65 необходим перенос системы координат. Для этого изображаем вспомогательную окружность диаметром 70.

Активизируем команду **UCS** ↵ .

В ответ на запрос:

Enter an option

[New/Move/orthoGraphic/Prev/Restore/Save/Del/Apply/?/World]

<World>: в боковом экранном меню активизировать команду:



В ответ на следующий запрос ввести координаты нового центра:

Specify new origin point <0,0,0>: указываем точку пересечения построенной окружности и горизонтальной оси детали (Рис.29.21).

Сделать текущим слой внутренних цилиндров (выбрать из списка слоев в панели инструментов свойств объектов), слой осей сделать видимым, слои выступов и сферы – невидимыми.

Теперь изображаем внутренний цилиндр.

- Активизировать команду **CYLINDER**

В ответ на следующие запросы последовательно ввести координаты центра основания; величину радиуса основания и высоту цилиндра:

Specify center point for base of cylinder or [Elliptical] <0,0,0>: ↵

Specify radius for base of cylinder or [Diameter]: **65** ↵

Specify height of cylinder or [Center of other end]: **-70** ↵ .

Получается изображение (Рис.29.21):

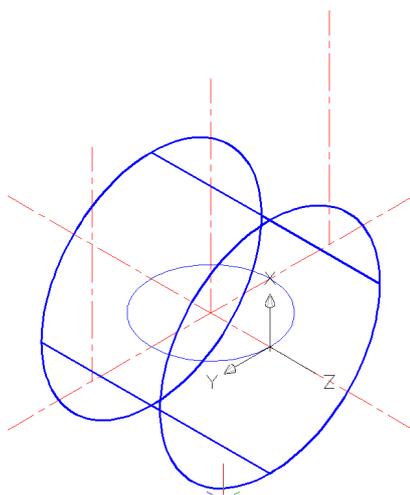


Рис.29.21

Для изображения внутреннего цилиндра диаметром 105 опять необходим перенос системы координат. Для этого изображаем вспомогательную окружность изображаем внутренний цилиндр **90** и в новой системе координат изображаем второй внутренний цилиндр диаметром **105** и высотой **90**(Рис.29.22).

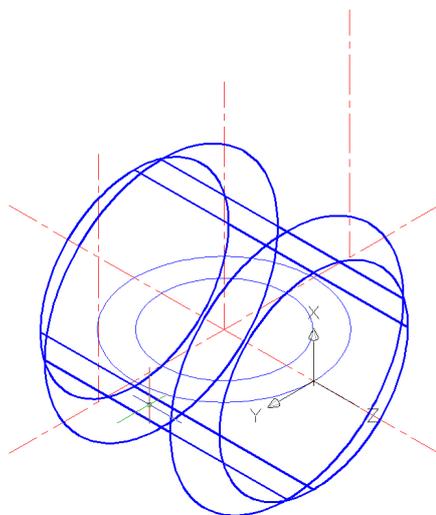


Рис.29.22

Аналогичный алгоритм применяем для изображения внутреннего отверстия диаметром **30** и внешнего цилиндра диаметром **50** и высотой **112**(Рис.29.23).

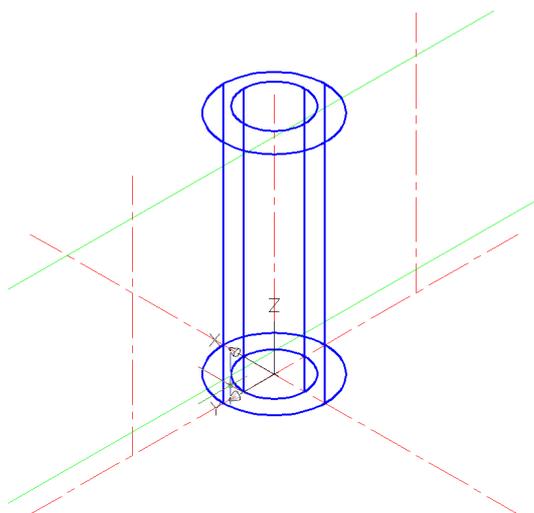


Рис.29.23

Включаем все слои и получаем изображение детали.

Для этого необходимо активизировать команду **UNION** .

В ответ на запрос:

Select objects: выделить корпус (Рис.29.10), выступы (Рис.29.20) и внешний цилиндр диаметром **50** и высотой **112**(Рис.29.23)↵.

Активизировать команду **SUBTRACT** .

В ответ на следующие запросы левой кнопкой мыши выделить корпус и нажать ↵, затем левой кнопкой мыши выделить три внутренних цилиндра и нажать ↵. В итоге получается изображение (Рис.29.24):

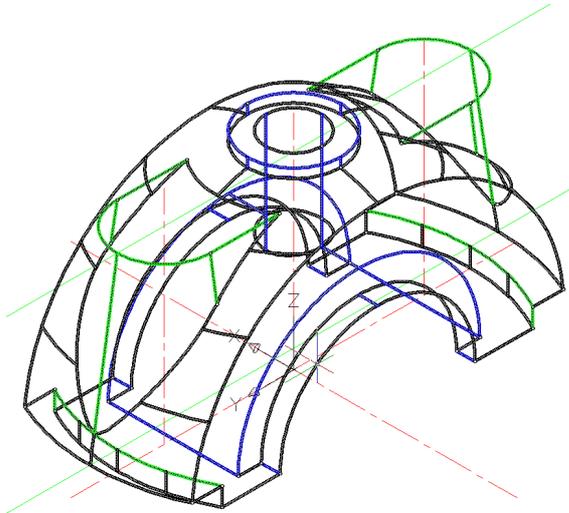


Рис.29.24

Осталось получить изображения двух внутренних отверстий диаметром **20** (задаем высоту **120**) и внутренних ограничительных цилиндров радиусом **15** (задаем высоту **90**) см. Рис.29.25:

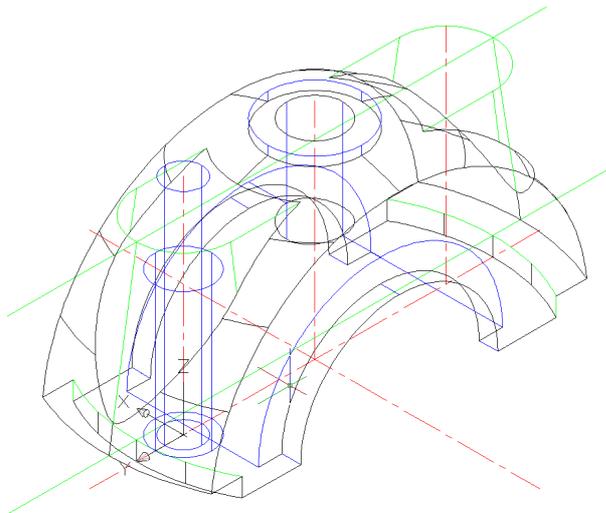


Рис.29.25

С другой стороны призмы аналогичные цилиндры можно получить с помощью команды , по запросам которой выделяем полученные цилиндры – «Enter». Указываем базовую точку- центр нижнего основания цилиндров. Далее необходимо указать точку, куда переносим **0,0,-140** – «Enter» - «Enter» .

Получается изображение (Рис.29.26):

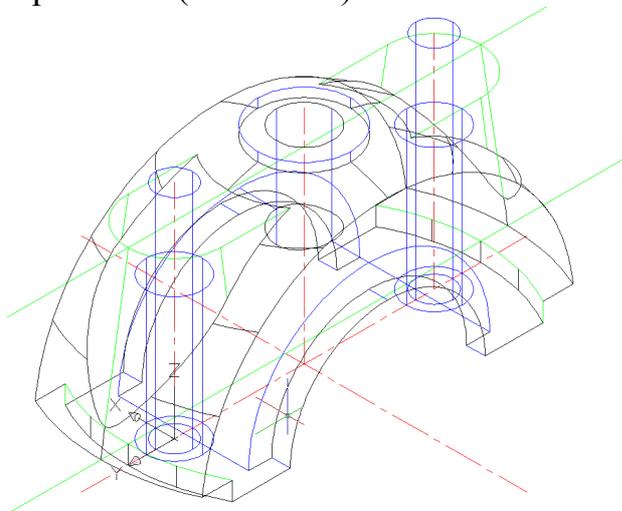


Рис.29.26

Получаем окончательное изображение детали.

Для этого необходимо активизировать команду **UNION** .

В ответ на запрос:

Select objects: выделить корпус и ограничительные цилиндры радиусом **15** и высотой **90**(Рис.29.26)↵.

Активизировать команду **SUBTRACT** .

В ответ на следующие запросы левой кнопкой мыши выделить корпус и нажать ↵, затем левой кнопкой мыши выделить два внутренних цилиндра (диаметром **20**) и нажать ↵. В итоге получается изображение (Рис.29.27):

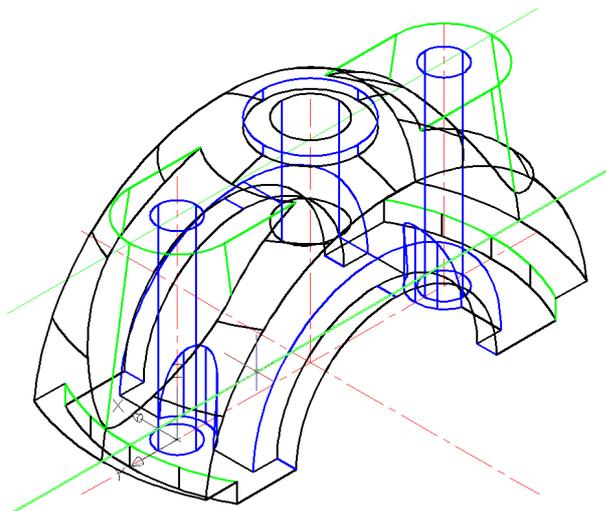


Рис.29.27

Для большей наглядности и получения полной информации о внутренних поверхностях нашей детали вырежем четверть детали. Для этого

в требуемой четверти пространства нашей детали создаем куб (предварительно переносим ПСК в центр нижнего основания детали):

- Сделать текущим слой вспомогательного ящика (выбрать из списка слоев в панели инструментов свойств объектов).

Активизировать команду **BOX** .

В ответ на следующие запросы последовательно ввести координаты точки основания; координаты точки основания по диагонали; высоту:

Specify corner of box or [CEnter] <0,0,0>: ↵

Specify corner or [Cube/Length]: **122,122,0** ↵

Specify height: **122** ↵ .

Изображение (Рис.29.28):

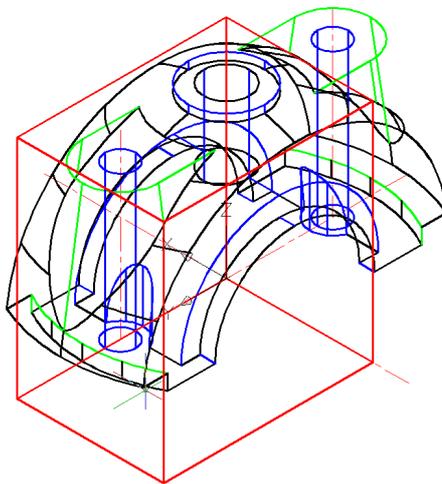


Рис.29.28

Активизировать команду **SUBTRACT** .

В ответ на следующие запросы левой кнопкой мыши выделить сферу затем вспомогательный ящик (Рис.29.29).

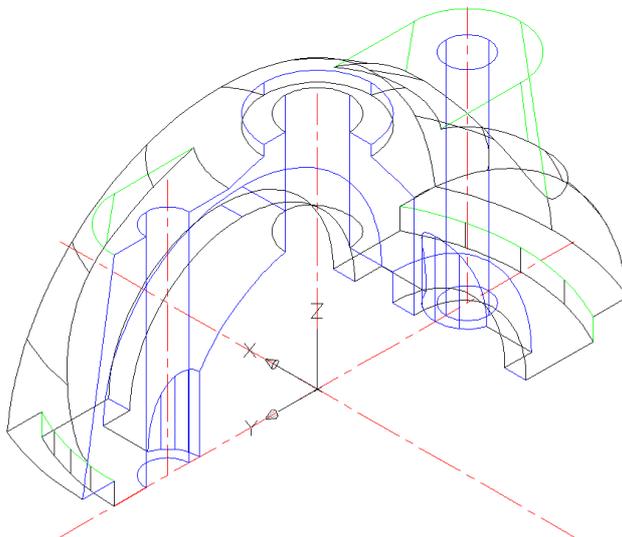


Рис.29.29

Поворот системы координат.

Активизировать команду **UCS** ↵ .

В ответ на запросы указать ось поворота и угол поворота:

Enter an option

[New/Move/orthoGraphic/Prev/Restore/Save/Del/Apply/?/World]

<World>: Y ↵

Specify rotation angle about Z axis <90>: ↵ .

Сделать текущим слой линий штриховки.

Активизировать команду **BHATCH** .

В появившемся окне диалога активизировать опцию **Pattern** (структура), в появившемся списке выбрать **ANSI31**; установить шаг штриховки **Scale 2** и угол **Angle 0**; выбрать опцию **Add Pick point** (выбрать точки) и курсором указать точку в зоне штриховки ↵ .

OK ↵ .

Аналогично заштриховать второе сечение.

(Для наглядности изображения можно убрать все невидимые линии с помощью команды **HIDE** ↵.)

Получается окончательное изображение детали (Рис.29.30):

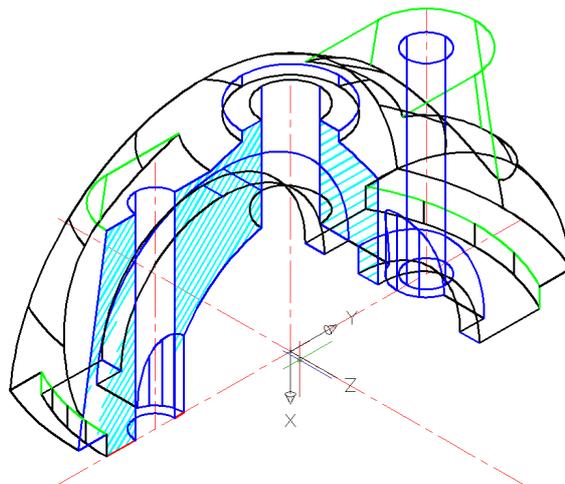


Рис.29.30

Чтобы получить проекции тела, в командной строке вводим команду **VPORIS** и нажимаем **Enter**. В появившемся окне переходим в режим **3D** и выбираем нужное число проекций. Чтобы получить одну (любую) проекцию тела, можно активизировать необходимую кнопку из команд, расположенных на планке **VIEW** (.

Задача 30

Определить радиус описанной сферы, длину наибольшей диагонали и угол между гранями додекаэдра, ребро которого равно 77.

Так как додекаэдр – это пространственная фигура, ограниченная 12-ю правильными и равными пятиугольниками, то решение задачи необходимо начинать с изображения правильного пятиугольника.

Активизировать команду **POLYGON** .

В ответ на запрос ввести количество граней призмы:

_polygon Enter number of sides <4>:5 ↵.

В ответ на следующий запрос указать центр окружности:

Specify center of polygon or [Edge]: E ↵.

В ответ на следующий запрос:

Specify first endpoint of edge: указать любую удобную точку.

В ответ на следующий запрос:

Specify second endpoint of edge: ввести @77,0 ↵.

Чтобы получить 12 пятиугольников необходимо активизировать команду **COPY** .

В ответ на запрос:

Select objects: выделить полученный пятиугольник ↵.

В ответ на следующий запрос: ввести координаты базовой точки

Specify base point or [Displacement]: указать любую вершину пятиугольника ↵.

В ответ на следующие запросы:

необходимо указать любые удобные точки для расположения остальных 11 пятиугольников. Изображение:

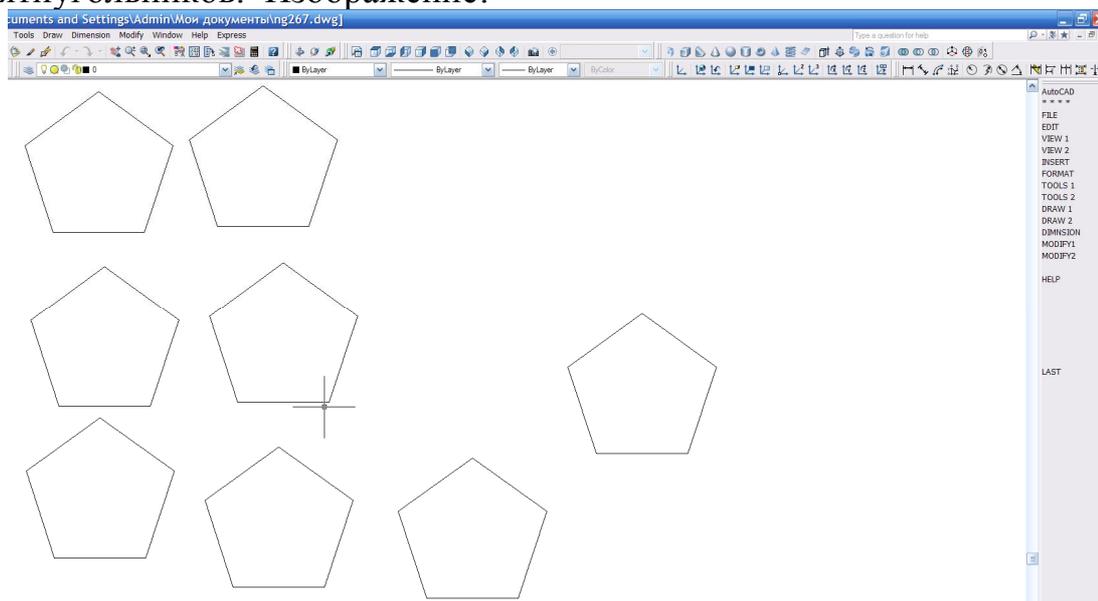


Рис.30.1

Переходим в пространство для этого необходимо активизировать команду .

Далее один из пятиугольников принимаем за основание додекаэдра и к нему пристраиваем в качестве боковых граней другие пятиугольники. Для этого необходима 3-я базовая точка пространства, которую можно получить с помощью двух треугольников, построенных на вершинах пятиугольников (зеленый и сиреневый) (см. Рис.30.2).

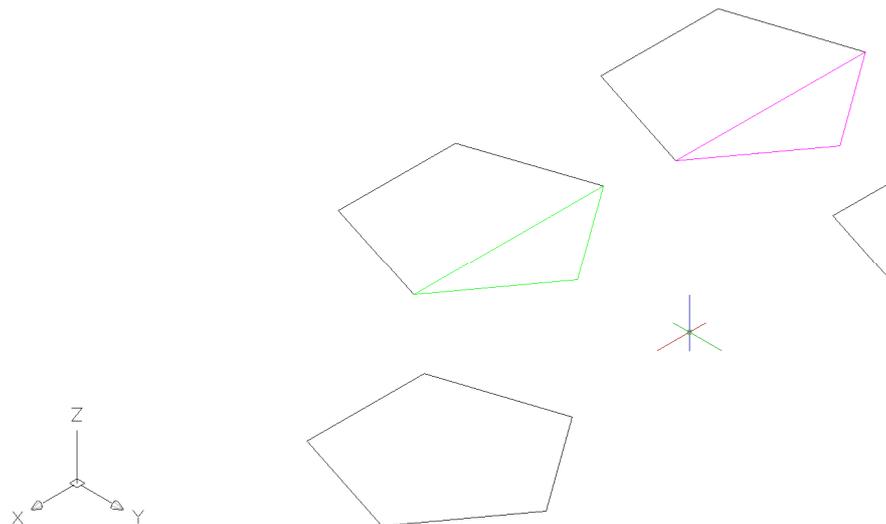


Рис.30.2

Теперь к основанию додекаэдра пристраиваем поочередно два полученных треугольника с помощью команды **ALIGN**, по запросам которой выделяем зеленый треугольник – «**Enter**».

На запрос <указать точку> привязками фиксируем в зеленом треугольнике одну вершину пятиугольника, а затем фиксируем новое положение, т.е. вершину основания додекаэдра.

На следующий запрос <указать точку> привязками фиксируем в зеленом треугольнике другую вершину пятиугольника, а затем фиксируем новое положение, т.е. вторую вершину основания додекаэдра (см. Рис.30.3).

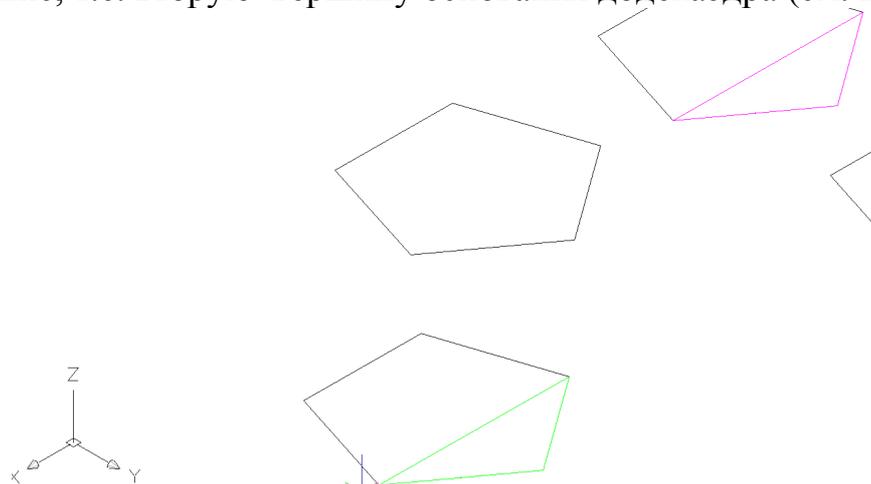


Рис.30.3

Для наглядности и большей доступности вместо пятиугольников достаточно двух треугольников. Теперь поочередно изображаем тела, полученные от вращения этих треугольников вокруг своих сторон основания додекаэдра.

- Активизировать команду **REVOLVE** .

Левой кнопкой мыши выделить зеленый треугольник.

В ответ на запрос:

Specify start point for axis of revolution or define axis by [Object/X (axis)/Y (axis)]: привязками фиксируем две вершины основания додекаэдра.

В ответ на следующий запрос указать угол поворота:

Specify angle of revolution <180>: ↵.

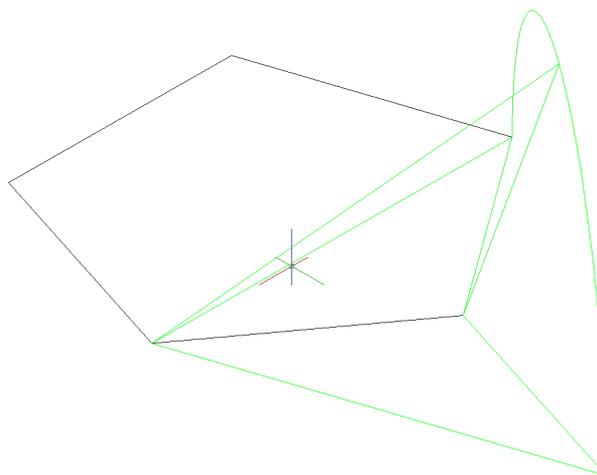


Рис.30.4

Теперь аналогично к соседней стороне основания додекаэдра пристраиваем сиреневый треугольник и вращаем его вокруг второй стороны основания додекаэдра (см. Рис.30.5).

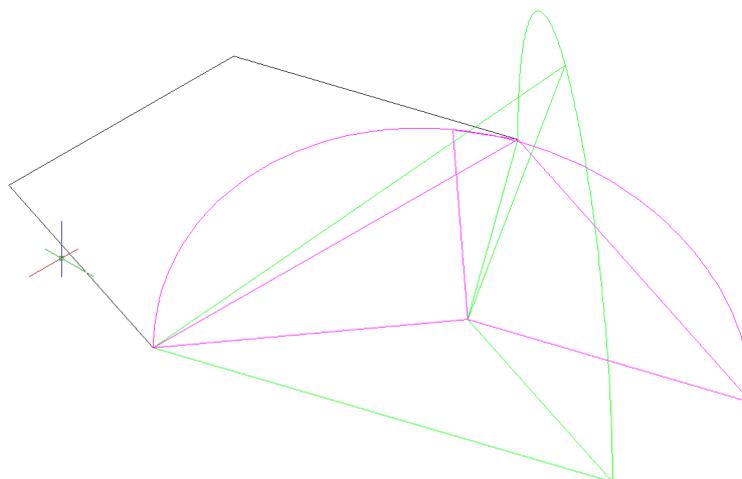


Рис.30.5

Далее необходимо активизировать команду **UNION** . В ответ на следующие запросы левой кнопкой мыши выделить тела, полученные от вращения двух треугольников ↵. Чтобы линия пересечения тел была достаточно заметной выполняем ее другим цветом. В итоге получается изображение, на котором видно, как две дуги пересекаются в одной точке, которая и будет 3-й точкой базовой точкой пространства для двух соседних боковых граней додекаэдра (рис. 30.6):

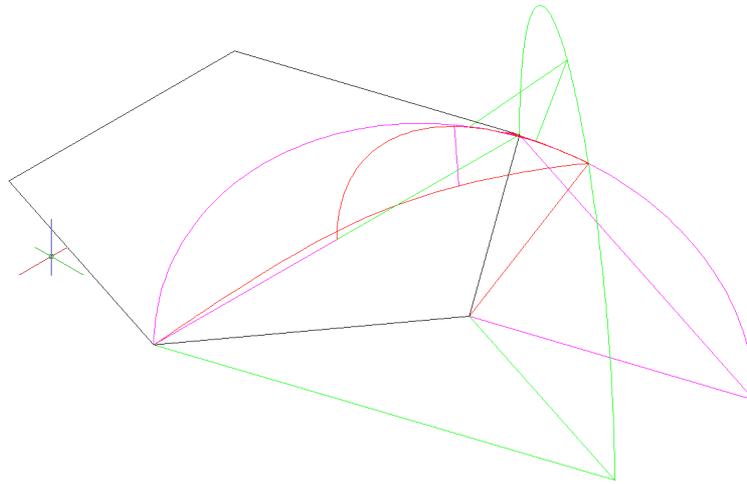


Рис.30.6

Теперь к основанию додекаэдра пристраиваем поочередно пять пятиугольников с помощью команды **ALIGN**, по запросам которой выделяем зеленый пятиугольник – «Enter». Для наглядности и большей доступности можно применить разные цвета пятиугольников.

На запрос <указать точку> привязками фиксируем в зеленом пятиугольнике одну вершину пятиугольника, а затем фиксируем новое положение, т.е. вершину основания додекаэдра.

На следующий запрос <указать точку> привязками фиксируем в зеленом пятиугольнике другую вершину пятиугольника, а затем фиксируем новое положение, т.е. вторую вершину основания додекаэдра.

На следующий запрос <указать точку> привязками фиксируем в зеленом пятиугольнике третью вершину пятиугольника, а затем фиксируем новое положение, т.е. 3-ю базовую точку пространства для двух соседних боковых граней додекаэдра, полученную на Рис.30.6.

В итоге получим изображение, представленное на Рис.30.7.

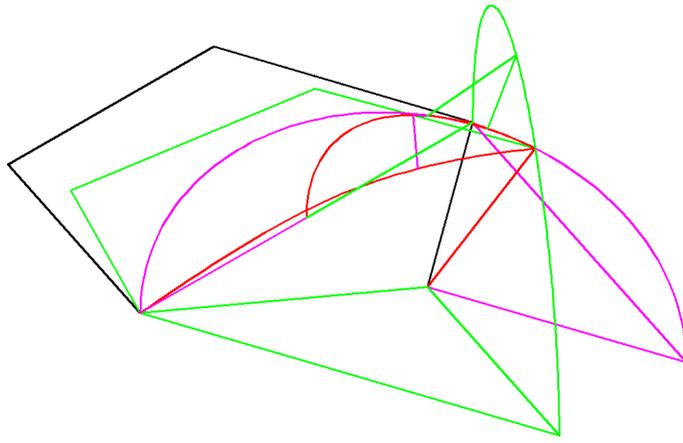


Рис.30.7.

Теперь аналогично к соседней стороне основания додекаэдра пристраиваем сиреневый пятиугольник (см. Рис.30.8).

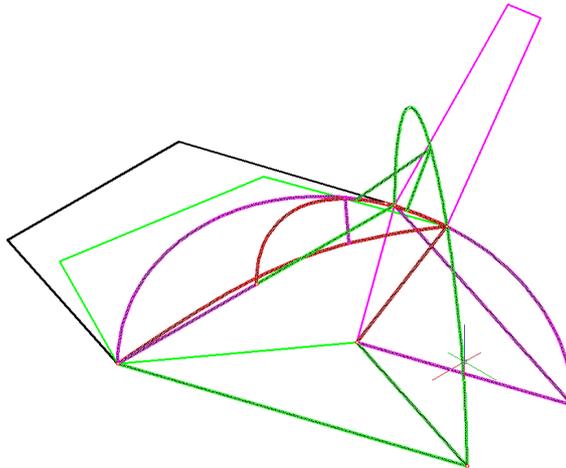


Рис.30.8.

Удаляем объединенные два тела вращения.

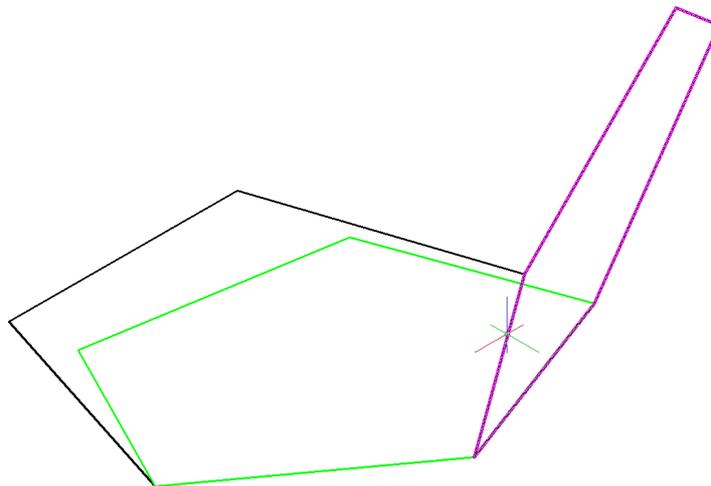


Рис.30.9.

Далее аналогично к оставшимся сторонам основания додекаэдра пристраиваем очередные пятиугольники (см. Рис.30.10).

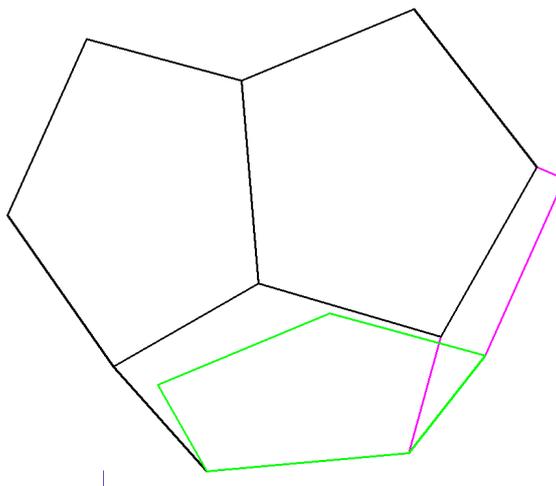


Рис.30.10.

В результате получили пространственное изображение додекаэдра в виде каркаса, что вполне достаточно для решения поставленной задачи.

Для создания реального пространственного ощущения полученный объект можно исследовать с помощью команды  (**3D ORBIT** – «Enter») (см. Рис.30.11).

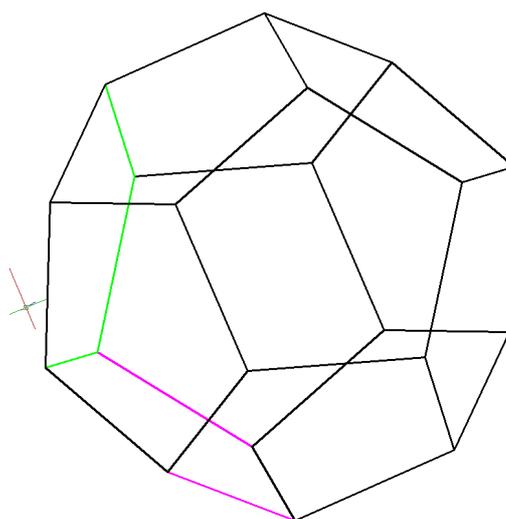


Рис.30.11.

Построение наибольшей диагонали додекаэдра.

Активизировать команду **3DPOLY**.

В ответ на запрос:

Specify start point of polyline: привязками фиксируем одну вершину додекаэдра.

В ответ на следующий запрос:
Specify endpoint of line or [Undo]: привязками фиксируем другую вершину додекаэдра ↴ (см. Рис.30.12).

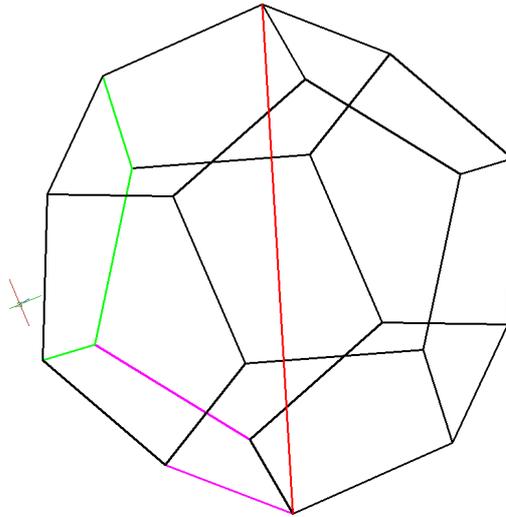


Рис.30.12.

Определение длины наибольшей диагонали додекаэдра.

Активизировать команду **LIST**.

В ответ на запрос *Select objects*: указать диагональ ↴.

В появившемся окне диалога получаем $3d\ length = 215,7938$.

Для построения описанной сферы необходимо активизировать команду **SPHERE**  **3P** ↴.

В ответ на следующие запросы последовательно привязками фиксируем конечные точки диагонали и вершину основания додекаэдра ↴ (см. Рис.30.13).

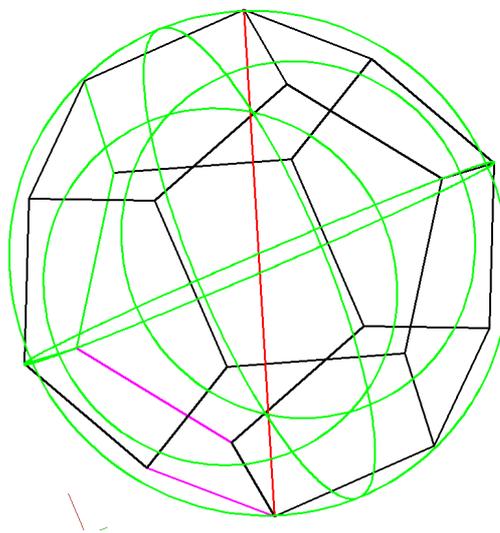


Рис.30.13.

Определение длины радиуса описанной сферы.

Активизировать команду **LIST**.

В ответ на запрос *Select objects*: указать описанную сферу ↵.

В появившемся окне диалога получаем *Radius* = 107,8969.

Чтобы убедиться в правильности выбора описанной сферы полученный объект можно исследовать с разных точек взгляда, т.е. можно получить разные проекции (см. Рис.30.14). Для этого необходимо:

Активизировать команду **VPORTS**.

В открывшемся окне в графе <standard viewpoints> выбрать опцию <**Three: Right**>, а в графе <setup> выбрать опцию <**3D**>, нажать **OK**.

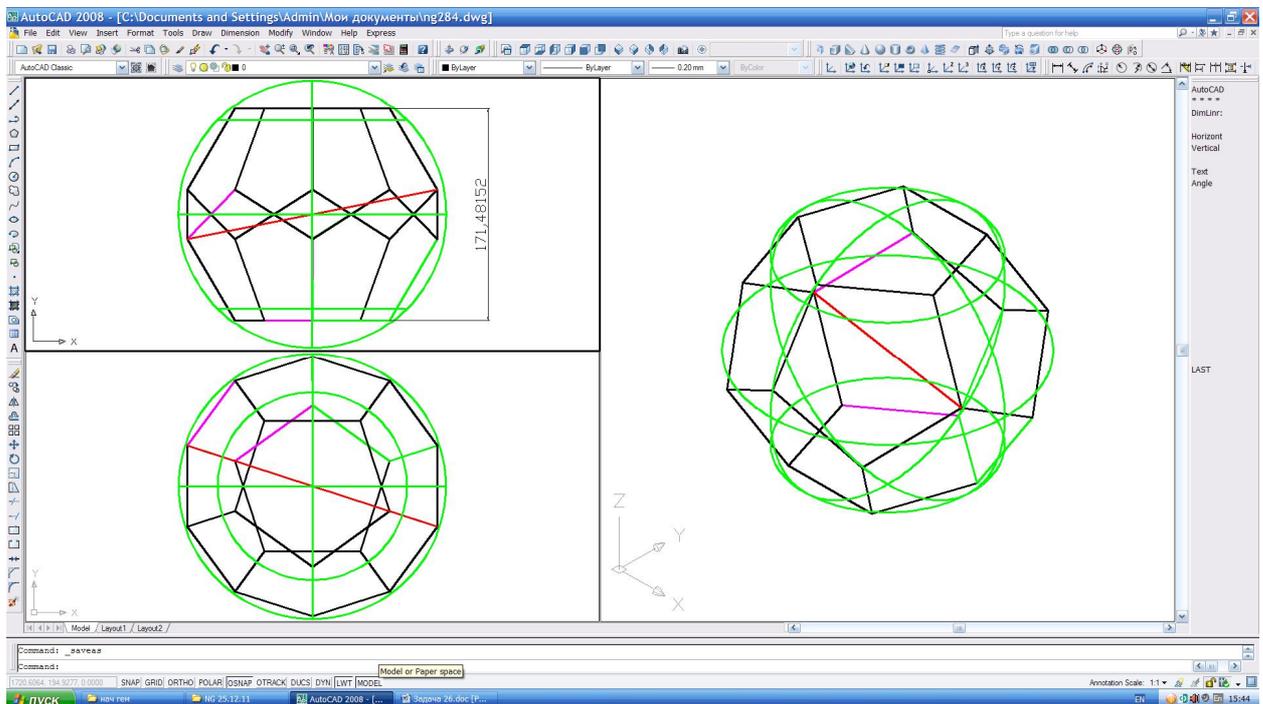


Рис.30.14.

На полученном рисунке показан интересный размер – расстояние между верхним и нижним основаниями додекаэдра, т.е. высота додекаэдра.

Чтобы определить угол между гранями додекаэдра необходимо систему координат расположить осью *X* вдоль линии пересечения этих граней, т.е. вдоль одного из ребер додекаэдра. Для наглядности и большей доступности достаточно на изображении двух граней додекаэдра.

Выбираем команду , далее с помощью привязок фиксируем вершины пятиугольников:

- 1 – задаем положение начала координат;
- 2 – задаем положение оси *X*;
- 3 – задаем положение плоскости *XU*.

Получим Рис.30.15.

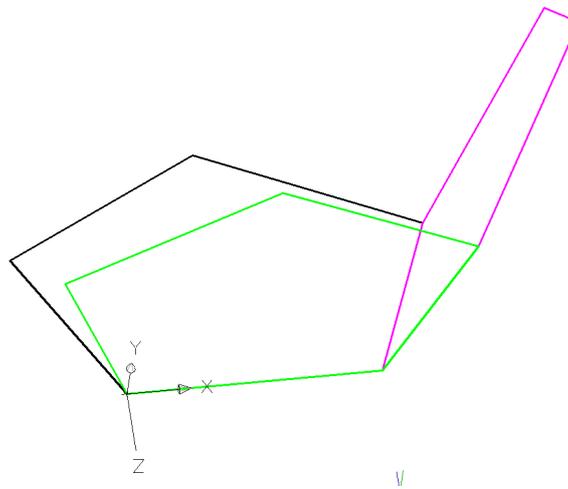


Рис.30.15.

Далее поворачиваем систему координат вокруг оси **Y** и, установив системную переменную **WORLDVIEW** – «Enter» - **0** - «Enter», задаем точку взгляда **VPOINT** - Enter» - **0,0,1** - «Enter» (т.е. вид сверху на плоскость **XY**). Получаем изображение плоскостей граней в проецирующем положении (см. Рис.30.16), а с помощью команды  определяем значение угла между гранями додекаэдра.

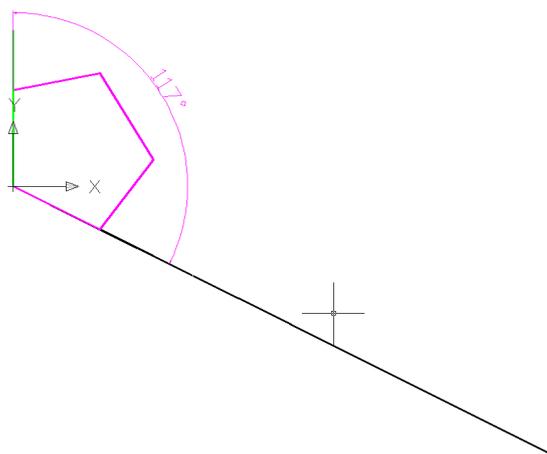


Рис.30.16.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Арустамов Х.А., Сборник задач по начертательной геометрии: Учебное пособие вузов. М.: «Машиностроение», 1978, - 445 с.
2. Белякова Е.И., Зеленый П.В. Начертательная геометрия: Учебное пособие. – Минск: Новое знание, 2010, –288 с.
3. Боголюбов С.К. Задания по курсу черчения: Учеб. пособие для машиностроит. и приборостроит. техникумов. М.: Выс. шк., 1983, -279с.
4. Бубенников А.В., Громов М.Я. Начертательная геометрия: Учебник для вузов. М.: «Высшая школа», 1973, - 416с.
5. Донской А.С. , Лескова О.К. , Плясунов Н.В. Использование пакета AutoCAD для выполнения чертежей. Спб. СПГУТД, 1997, – 25 с.
6. Донской А.С. , Лескова О.К. , Плясунов Н.В. Плясунов П.Н. Использование пакета AutoCAD 2000 для выполнения чертежей Спб. СПГУТД, 2000, – 25 с.
7. Донской А.С. , Плясунов Н.В. AutoCAD 200. Моделирование геометрических объектов: Учебное пособие. СПГУТД – СПб., 2000. – 96с.
8. Донской А.С. , Плясунов Н.В., Котрубенко М.Е. Компьютерное моделирование геометрических объектов: Учебное пособие. СПГУТД – СПб., 2005. – 93с.
9. Зеликина К.А., Зонов Е.Г. и др. Краткий курс начертательной геометрии: Учебное пособие вузов. Л.: ЛТА, 1972, – 251 с.
10. Котрубенко М.Е., Плясунов Н.В. Выполнение чертежей в среде AutoCAD: СПГУТД – СПб., 2009. – 85с.
11. Котрубенко М.Е., Плясунов Н.В., Геометрическое моделирование и машинная графика: Учебное пособие. СПГУТД – СПб., 2009. – 150с.

12. Кречко Ю.А., Полищук В.В. Автокад 13: новые возможности. В 2-х ч.
М.: Диалог – МИФИ, 1996, –288 с.
13. Романычева Э.Т., Сидорова Т.М., Сидоров С.Ю. AutoCAD 14. М.:
«ДМК», 1997, – 448 с.
14. Фролов С.А., Бубенников А.В., Левицкий А.С., Овчинникова И.С.
Начертательная геометрия и черчение. Метод. указания и контрольные
задания для студентов заочников инженерно-техн. Спец. Вузов М.:
«Высшая школа», 1978, - 87с.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение.....	3
ГЛАВА 1	4
Задача 1.....	5
Задача 2.....	9
Задача3.....	14
Задача 4.....	19
Задача 5.....	23
Задача 6.....	28
Задача 7.....	31
Задача 8.....	36
Задача 9.....	42
Задача 10.....	46
Задача 11.....	50
Задача 12.....	52
Задача 13.....	57
Задача 14.....	64
Задача 15.....	68
Задача 16.....	70
Задача 17.....	76
ГЛАВА 2.....	79
Пример 1.....	80
Пример 2.....	91
Пример построения плоской пластины №1.....	94
Пример построения плоской пластины №2.....	108
Пример построения плоской пластины №3.....	123
Пример построения плоской пластины №4.....	129
ГЛАВА 3.....	140
Задача 1.....	141
Задача 2.....	142
Задача3.....	143
Задача 4.....	144
Задача 5.....	146
Задача 6.....	147
Пространственное изображение детали №1.....	149
Пространственное изображение детали №2.....	165
Пространственное изображение детали №3.....	178
Пространственное изображение детали №4.....	185
Пространственное изображение детали №5.....	193
Пространственное изображение детали №6.....	203
Пространственное изображение детали №7.....	220
Пространственное изображение детали №8.....	240

ГЛАВА 4.....	262
Пространственное изображение пружины.....	263
Пространственное изображение резьбы.....	276
Пространственное изображение детали с резьбой.....	288
Пространственное изображение узла.....	293
ГЛАВА 5.....	295
Задача 1.....	297
Задача 2.....	302
Задача 3.....	305
Задача 4.....	308
Задача 5.....	317
Задача 6.....	324
Задача 7.....	329
Задача 8.....	334
Задача 9.....	338
Задача 10.....	345
Задача 11.....	351
Задача 12.....	362
Задача 13.....	369
Задача 14.....	376
Задача 15.....	385
Задача 16.....	392
Задача 17.....	401
Задача 18.....	404
Задача 19.....	410
Задача 20.....	418
Задача 21.....	426
Задача 22.....	433
Задача 23.....	443
Задача 24.....	453
Задача 25.....	461
Задача 26.....	472
Задача 27.....	482
Задача 28.....	496
Задача 29.....	502
Задача 30.....	522
Библиографический список.....	531

Плясунов Николай Васильевич

AutoCAD в примерах и задачах

Учебное пособие

Налоговая льгота – Общероссийский классификатор продукции
ОК 005-93, т. 2; 953005 – учебная литература

Подписано к печати Формат 60x84/16. Печать цифровая.
Усл. печ. л. 33,5. Тираж экз. Заказ

Отпечатано с готового оригинал-макета, предоставленного авторами,
в типографии Издательства Политехнического университета.
195251, Санкт-Петербург, Политехническая ул., 29.
Тел.: (812) 550-40-14
Тел./факс: (812) 297-57-76