

ТРЕХМЕРНЫЕ ПОСТРОЕНИЯ

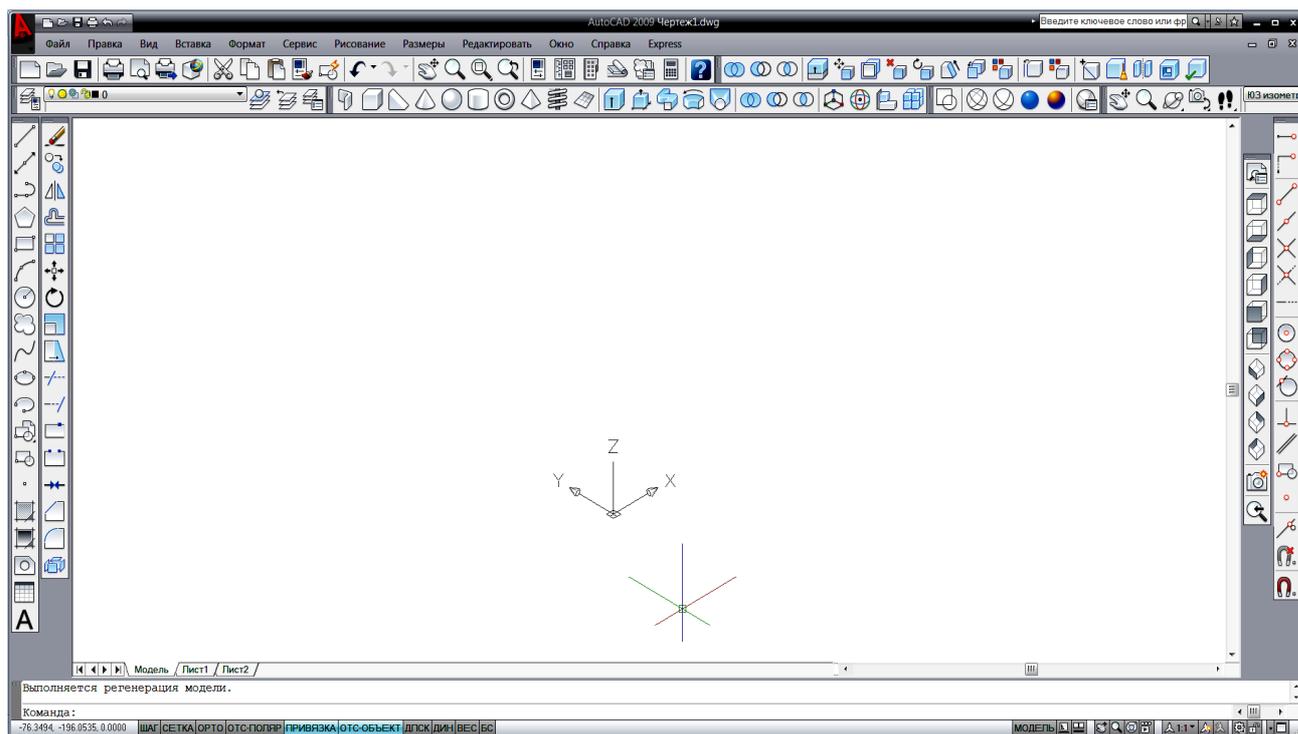
Плоскость XY основной системы координат, в которой мы до сих пор работали и которая называется мировой системой координат (МСК), совпадает с плоскостью графического экрана. Третья ось Z расположена перпендикулярно экрану и направлена от экрана к нам.

Плоскость, в которой строятся двумерные объекты, называется плоскостью построений. Ее положение определяется действующей системой координат и уровнем, т.е. смещением вдоль оси Z относительно плоскости XY этой системы координат. Многие изученные ранее команды допускают ввод трехмерных координат. В двумерных построениях обычно вводились 2 координаты точек, при этом по умолчанию координата Z приравнивалась 0. В 3D-построениях ввод координат @10,20,30 определит точку сдвинутую по X, Y, Z относительно последней введенной точки на 10, 20 и 30 единиц соответственно.

Программа AutoCAD позволяет строить как поверхности, так и тела. Построение тел выполняется с помощью выдавливания и называется твердотельным моделированием.

Для удобства построения 3D-объектов рекомендуем:

1. Дополнить интерфейс панелями: **"Редактирование тела"**, **"Моделирование"**, **"Визуальные стили"**, **"Вид"**, **"3D навигация"**.
2. Сохранить созданный интерфейс.
3. На панели **"Вид"** установить Ю-З Изометрию. При этом отображение осей и курсора приобретает вид осей в прямоугольной изометрии.
4. Создать несколько слоев разного цвета, так как тела, созданные в черном слое, имеют невыразительное тонирование.



Задание 1. Для построения шестигранного геометрического тела с цилиндрическим отверстием, можно использовать следующую последовательность операций:

1. Выполнить основание прямой шестигранной призмы с помощью команду **Многоугольник** (центр правильного шестиугольника $(0,0,0)$ и радиус вписанной окружности 150).

2. Для выполнения цилиндрического отверстия в теле призмы выполнить окружность с центром $(0,0,0)$ и радиусом $R=50$.

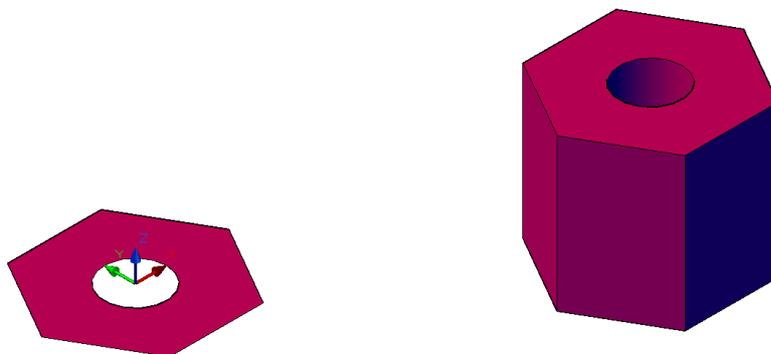
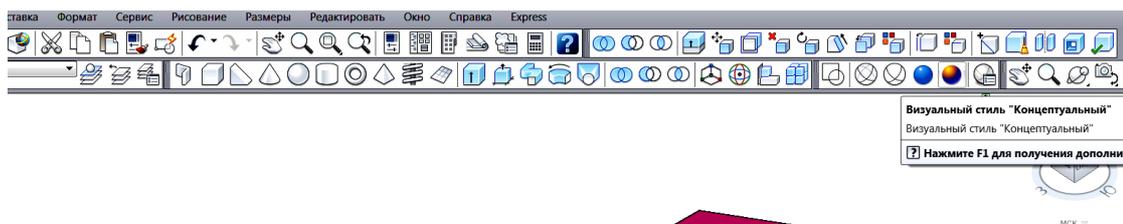
3. Чтобы произвести операции с телами:

– создать 2 области (область шестиугольника A и область круга B) с помощью команды **Рисование → Область** 

– выполнить вычитание двух множеств (областей: $A - B$) с помощью операции **Вычитание**  панели **Редактирование тела**;

– выполнить шестигранное тело с цилиндрическим отверстием с помощью операции **Выдавить**  панели **Моделирование**.

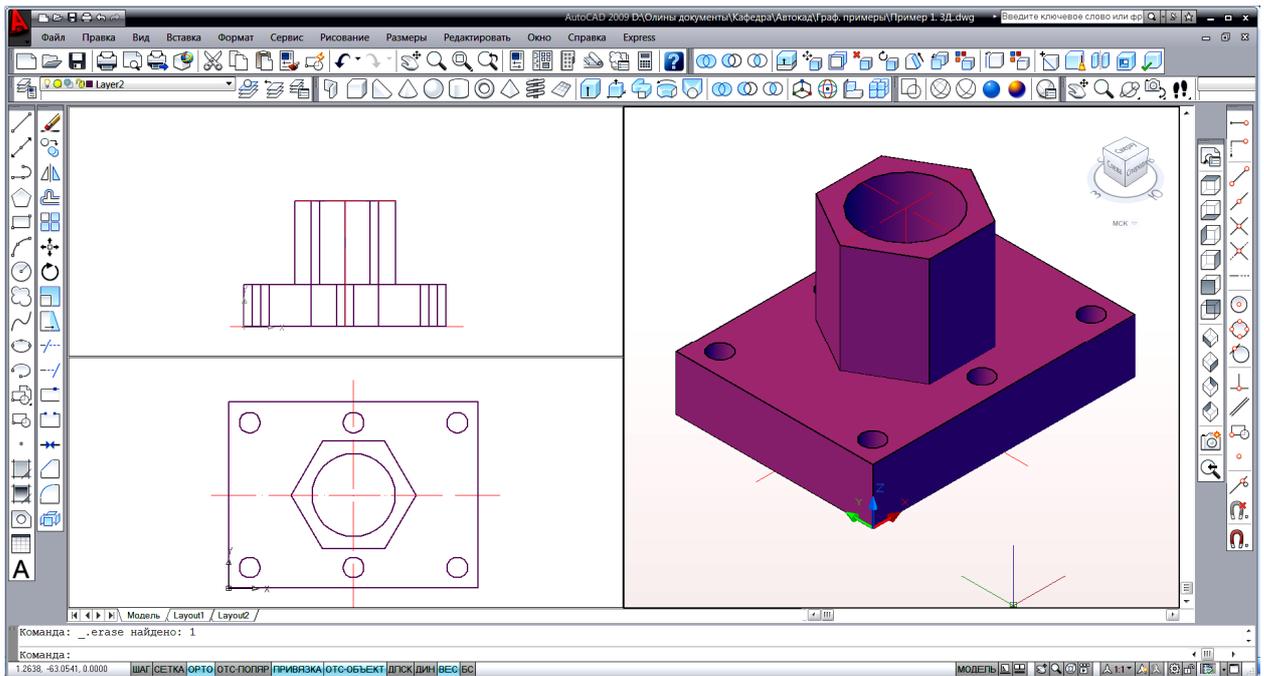
– раскрасить объект с помощью одной из операций **Концептуальный** панели **Визуальные стили**.



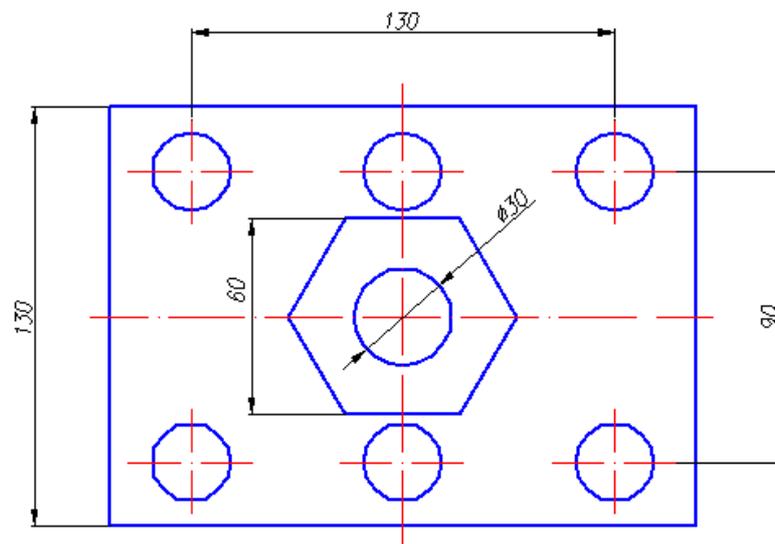
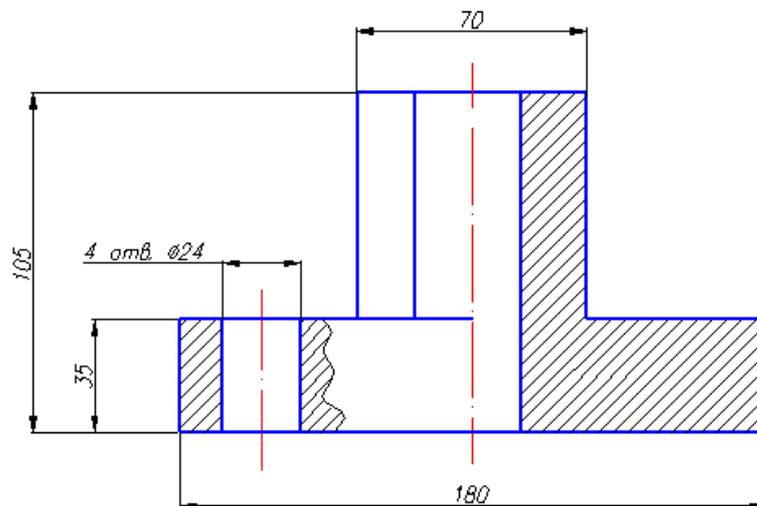
При работе с моделью трехмерного объекта удобно делить графический экран на части, в каждой из которых можно устанавливать свою точку зрения или проекцию. Конфигурация видовых экранов, показанная на рисунке, назначается последовательностью операций страницы падающего меню: **Вид → Видовые экраны → 3ВЭкрана**. Активным, т.е. доступным для работы, в текущий момент является только один экран.

Задание 2. Активизировать нужный экран щелчком ЛКМ. Вид в каждом экране задать с помощью панели **Вид** (на созданном интерфейсе эта панель помещена с правой стороны):

- верхний левый — вид *Спереди*,
- нижний левый — вид *Сверху*,
- правый — *Ю-З изометрия*.



Выполнить работу по ниже приведенному заданию



На панели **Моделирование** собраны пиктограммы команд для создания закономерных тел (многогранников, тел вращения и пр.), а также операций по созданию тел с помощью выдавливания, вытягивания, сдвига, вращения, создания тел по сечениям.

Задание 3. Используя выполненный в начале семестра чертеж балясины, создать поверхность вращения:

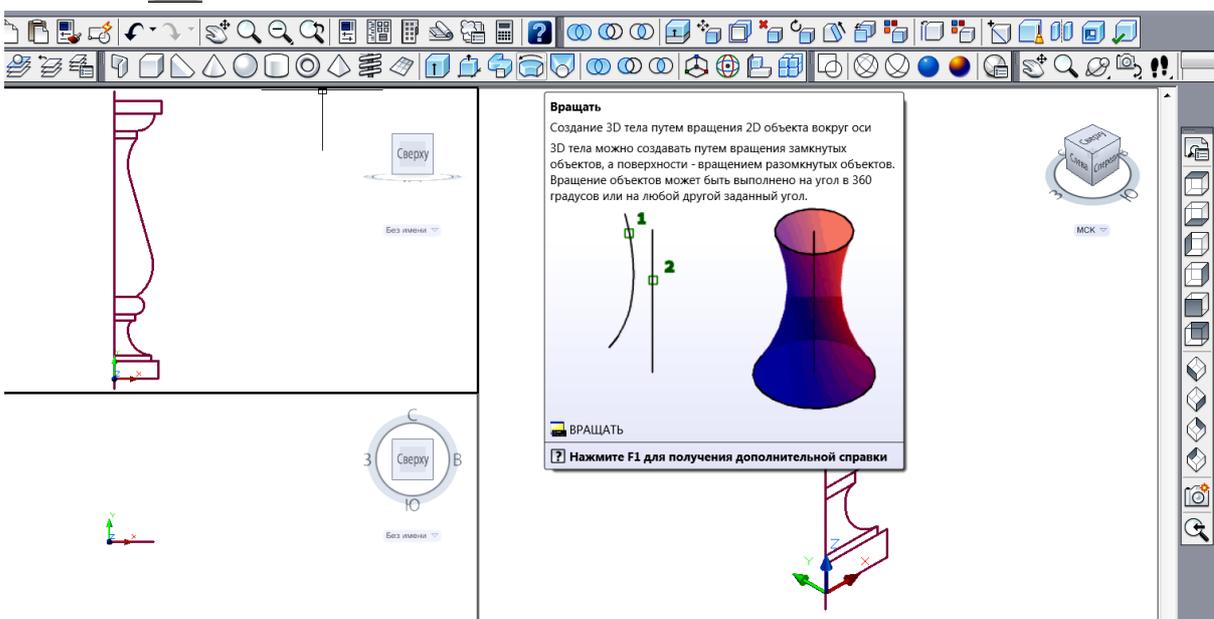
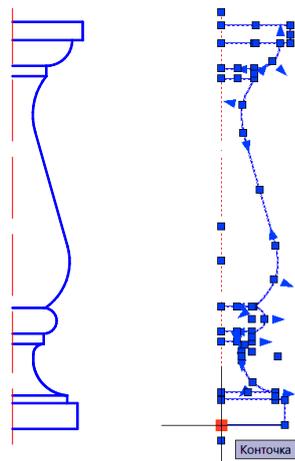
1. В файле "Балясина" определить № слоя, в котором выполнен контур фигуры. Открыть контекстное меню щелчком ПКМ → открыть окно **Быстрый выбор** → в окне **Свойства** найти параметр **Слой** → выбрать в списке **Значение** номер нужного слоя ↵.

2. Скопировать выделенный контур балясины в этом же файле. Оставить изображение только с одной стороны от оси вращения. Скопировать полученное изображение в буфер обмена с базовой точкой.

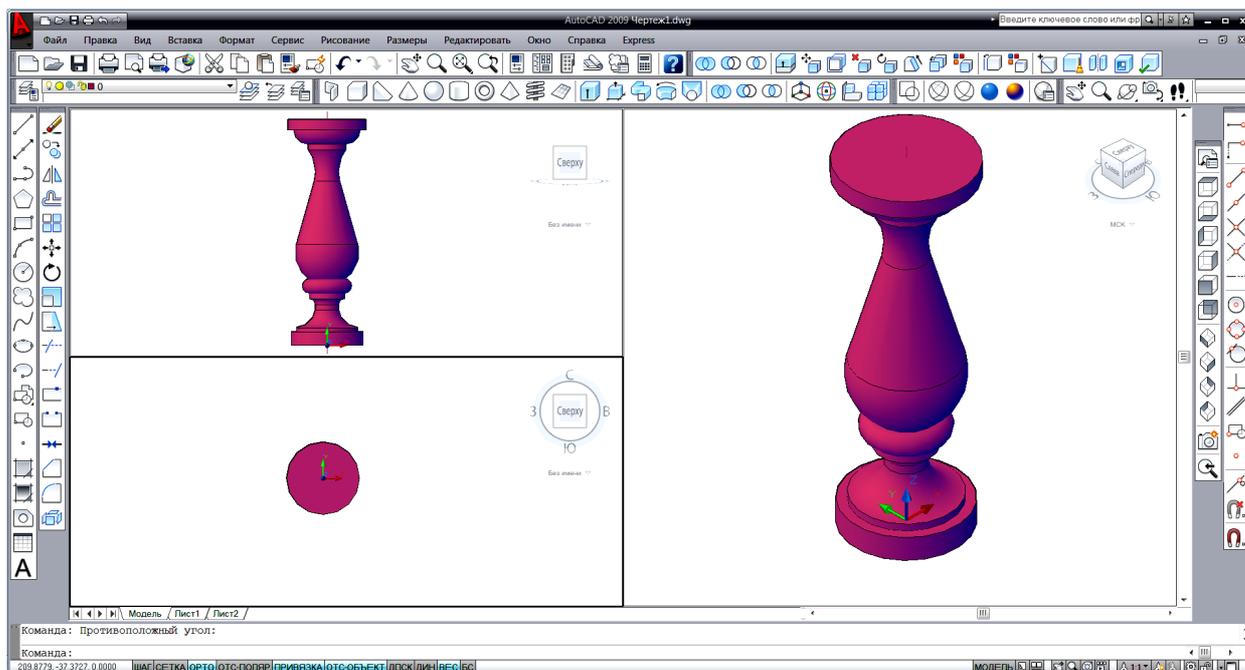
3. Создать новый файл с тремя видовыми экранами, такими же как и в задании 2. Вставить скопированный чертеж в видовой экран с видом **Спереди** с привязкой базовой точки (0,0,0).

4. Переместить изображение в слой "нечерного" цвета.

5. Создать поверхность с помощью панели **Моделирование** → **Вращать**:



- выбрать объект вращения: контур балясины.↵;
- указать ось вращения: двумя щелчками ЛКМ на оси вращения балясины (контролировать привязку);
- указать угол вращения: 360^0 ↵.



Задание 4. Выполнить колонну с каннелюрами и капителью:

1. Создать файл с тремя видовыми экранами и несколькими слоями разного цвета, как в задании 2 и 3.

2. Создать конус усеченный с помощью команды **Моделирование** → **Конус** (в экране Ю-З изометрии):

- центр основания 0,0,0↓
- радиус основания 100↓
- опция **Радиус верхнего основания** → 80↓
- высота конуса 800↓.

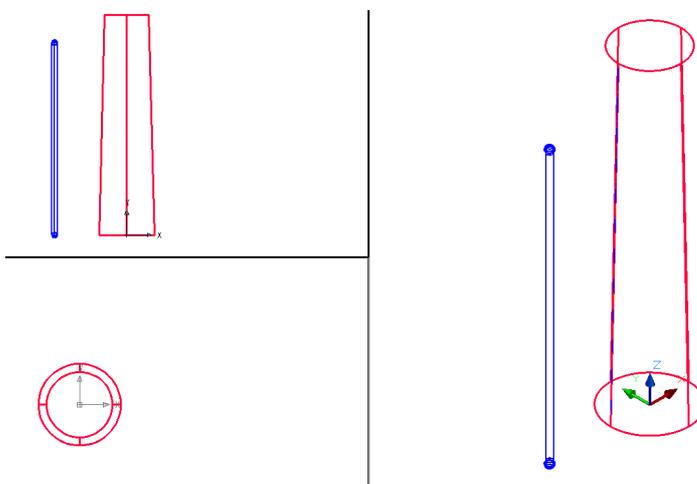
3. Выполнить рядом цилиндр тела каннелюры с помощью команды : **Моделирование** → **Цилиндр** (в экране вида **Сверху** или Ю-З изометрии):

- центр основания — указать щелчком ЛКМ в стороне от конуса;
- радиус основания 10↓
- высота цилиндра 700↓.

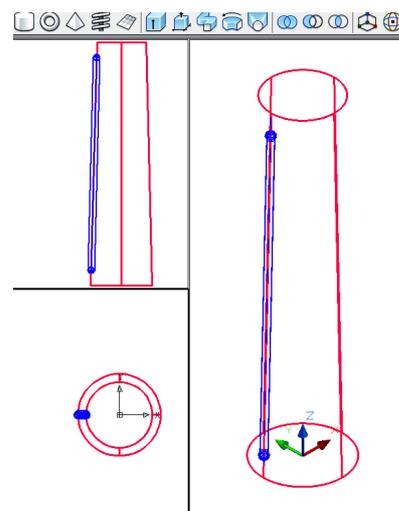
4. Выполнить сферы (с центрами в центрах оснований и радиусом 10) с помощью команды **Моделирование** → **Сфера** (в экране Ю-З изометрии).

5. Объединить цилиндр и сферы в одно тело каннелюры с помощью команды **Моделирование** → **Объединение**.

6. Переместить каннелюру с привязкой к образующей конуса. Для этого в экране вида **Спереди** командой **Отрезок** обвести крайнюю образующую конуса. Вызвать команду **Моделирование** → **Выравнивание**  :



- выбрать объекты — каннелюру ↵
- 1-ую базовую точку привязать щелчком ЛКМ к центру нижней сферы каннелюры;
- 2-ую точку — к центру верхней сферы;
- на запрос о 3-ей точке нажать ↵;
- первую целевую точку привязать к образующей конуса с помощью последовательности: временная привязка **Смещение**  → щелчок ЛКМ в нижней точке образующей конуса → для ввода второй целевой точки обеспечить привязку **Ближайшая** к образующей конуса и ввести число 50 ↵;
- вторую целевую точку указать щелчком ЛКМ на образующей конуса (обеспечить привязку **Ближайшая**) ↵.

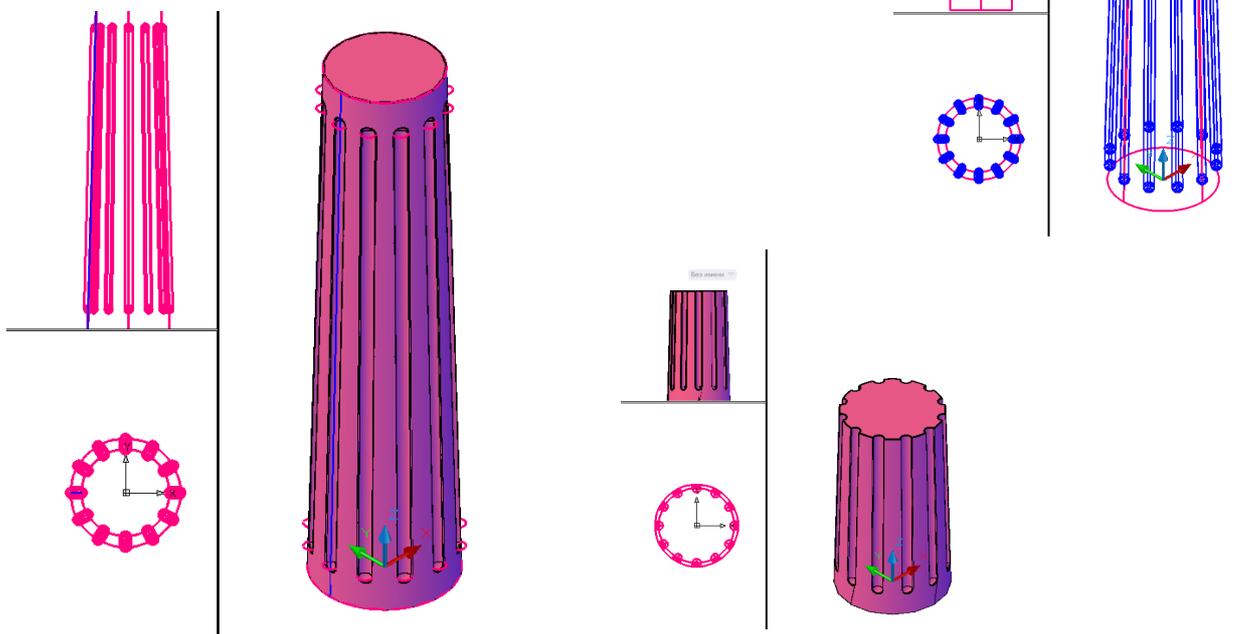


7. Выполнить копирование каннелюр круговым массивом вокруг оси вращения конуса с помощью команды **Моделирование** → **3D массив**  :

- выбрать объект: каннелюру ↵
- тип массива: опция **Круговой**;
- число элементов: 12 ↵
- угол заполнения: 360^0 ↵
- Поворачивать элементы массива? Да ↵
- указать точки оси массива щелчком ЛКМ: 1-ую в центре нижнего основания, 2-ую - в центре верхнего основания.

8. Выполнить операцию вычитания всех каннелюр из тела конической колонны (в экране **Ю-З изометрии** или **вида Сверху**).

9. Раскрасить объект с помощью операции **Концептуальный** панели **Визуальные стили**.



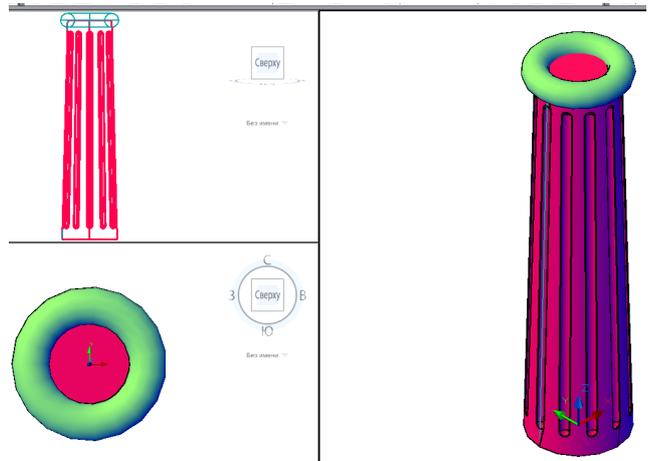
10. Выполнить нижнюю часть капители с помощью команды **Моделирование** → **Тор** (в экране *Ю-З изометрия*):

- центр тора: центр верхнего основания колонны,
- радиус тора: 80↓
- радиус полости: 25↓.

11. Обрезать верхнюю половину тора с помощью команды падающего меню **Редактировать** → **3D операции** → **Разрез**  (в экране *вид Спереди*):

- выбрать объекты: выбрать тор↓
- указать 1-ую точку разреза: центр верхнего основания колонны;
- указать 2-ую точку: любую на той же высоте, что и 1-ая;

– указать точку с нужной (оставляемой) стороны: щелкнуть ЛКМ на нижней части тора.



12. Выполнить абак с помощью команды **Моделирование** → **Ящик** (в экране *Ю-З изометрия*):

- указать 1-ый угол: привязка *Смещение* → ЛКМ в центре верхнего основания колонны → @125,125↓
- 2-ой угол: @-250,-250↓
- высота: 40↓.

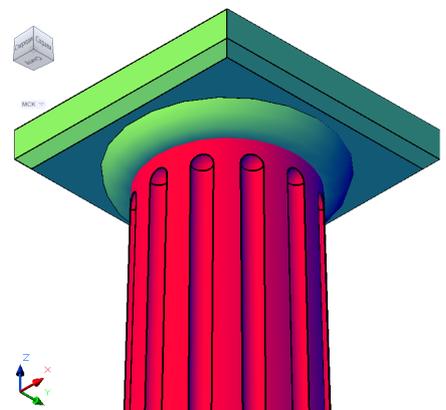
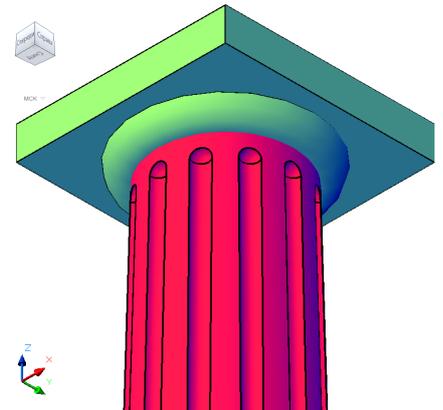
Для дальнейших упражнений выполнить дополнительную копию конструкции. На копии снять фаски, а оригинал колонны дополнить абаккой со скруглениями.

13. На копии колонны снять фаски на нижней грани абакки с помощью команды **Редактирование** → **Фаска** (в экране *Ю-З изометрия*):

- первый отрезок: ЛКМ на ребре нижней грани абакки;
- задайте опцию выбора:↓
- Длина фаски на базовой поверхности: 10↓
- Длина фаски на другой поверхности: 10↓
- выберите ребро: указать щелчком ЛКМ ребро снятия фаски.

14. Подобным образом можно выполнить пилястру:

- дополнить абакку еще одним "ящиком" размерами 270x270x40;



– сделать скругление по граням абаки: нижнюю часть абаки с помощью команды **Редактирование** → **Сопряжение**, а низ верхней призмы — вычитанием цилиндров ($R=10$, $l=270$) из верхней призмы абаки. Оси цилиндров располагать совмещенными с нижними ребрами призмы.

– обрезать половину колонны подобно пункту 11 (в экране *вид Сверху*).

Задание 5. Выполнить стену здания с пилястрами.

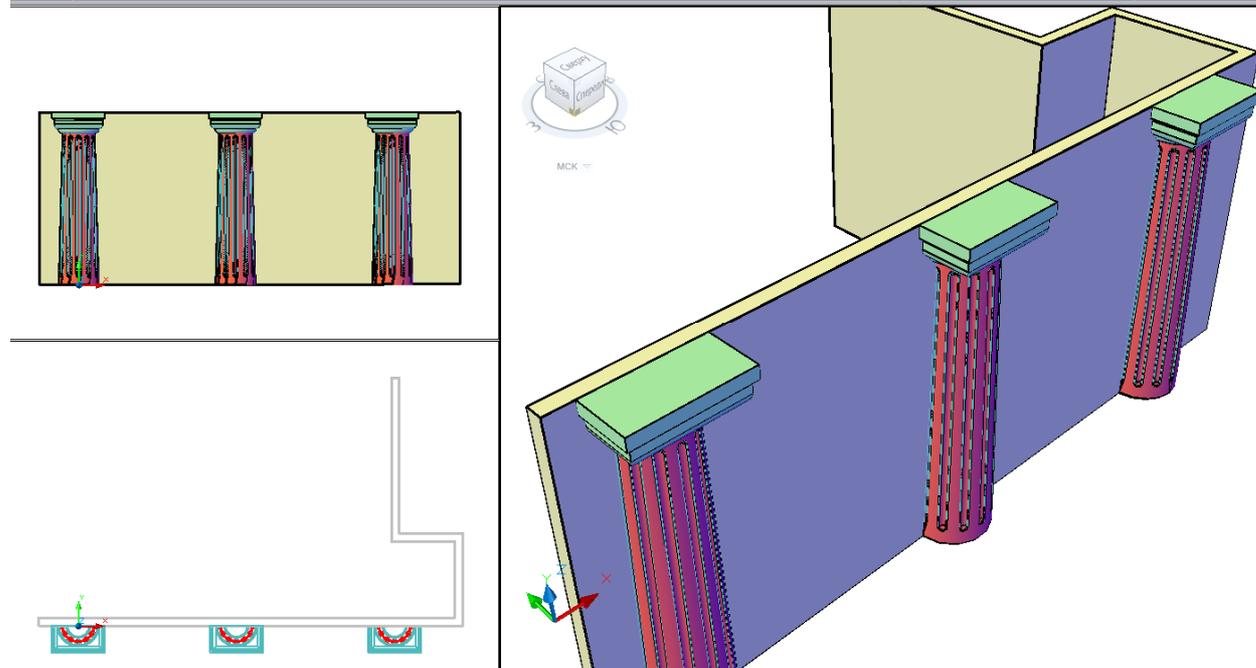
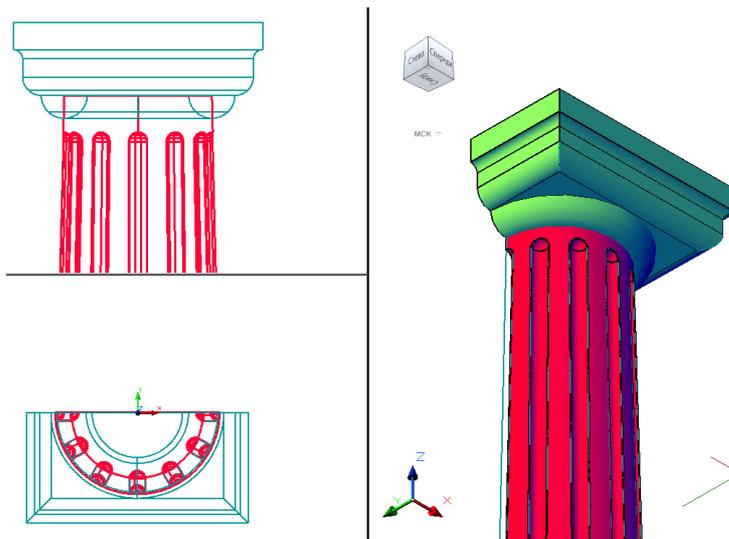
1. Создать стену произвольной длины (≈ 2000) и формы в плане (высотой 880 толщиной 40) с помощью команды **Моделирование** → **Политело** .

Последовательно вызвать опции:

- *Высота*: 880 ↵
- *Ширина*: 40 ↵
- *Выравнивание*: Справа;
- указать начальную точку: -200,0,0 ↵

– следующая точка: @2000,0,0 ↵ и т.д.

2. Выделить пилястру и скопировать ее вдоль стены дважды на расстоянии 800 между копиями.

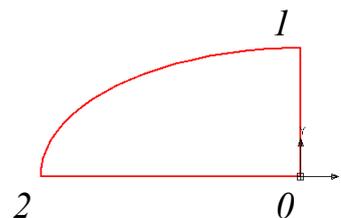


Задание 6. Построить архитектурный составной свод. Сформировать свод из секций, каждая из которых будет являться тонкостенной оболочкой, созданной из тела эллипсоида вращения:

1. Открыть новый файл. Сохранить его с именем "Свод". Создать в нем в пространстве модели 3 видовых экрана: *вид Спереди*, *вид Сверху*, *ЮЗ изометрия*.

2. В окне *вида Сверху* создать очерк (главный меридиан) эллипсоида вращения. Для этого вызвать команду **Рисование** → **Эллипс** → опция **Дуга** → опция **Центр**:

- центр эллиптической дуги: 0,0↵
- конечная точка оси: 60,0↵
- длина другой оси: 30↵
- начальный угол: 90↵
- конечный угол: 180↵.



3. Достроить границы области вращения с помощью команды **Отрезок**: провести горизонтальный 2-0 и вертикальный 0-1 отрезки (соблюдать привязку к конечным точкам дуги).

4. Создать область на основе выполненного сектора эллипса с помощью команды **Рисование** → **Область**.

5. Создать тело эллипсоида вращения с помощью команды **Моделирование** → **Вращать**:

- выбрать объекты вращения: выбрать выполненную в п.4 область↵
- начальная точка оси вращения: ЛКМ на точке 0;
- конечная точка оси вращения: ЛКМ на точке 2;
- угол вращения: 180↵.

6. Построить оболочку на основе эллипсоида вращения с помощью команды **Редактирование тела** → **Оболочка** :

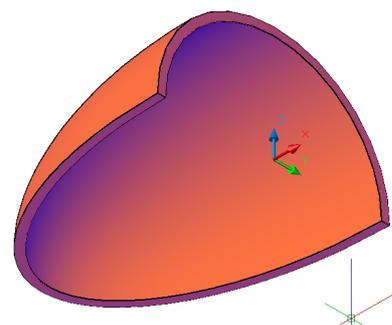
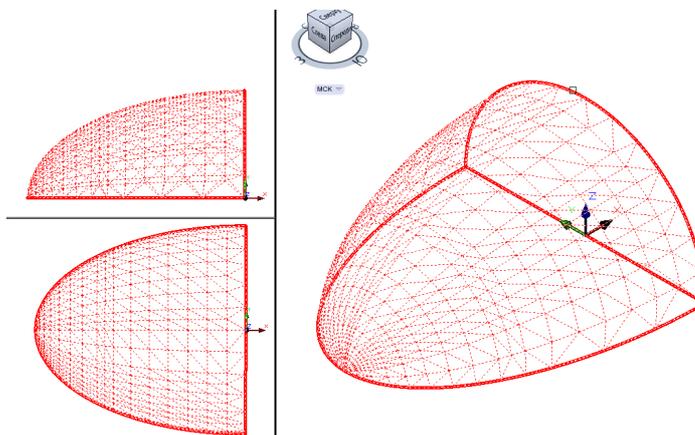
- выбрать 3D тело: ЛКМ на эллипсоиде вращения;
- выбрать грани для исключения: ЛКМ на нижней и боковой гранях↵

- толщина стенок оболочки: 2↵.

7. В соответствии с количеством секций вырезать из оболочки сектор в 45° . Для этого активировать окно *вида Сверху*. Вызвать команду **Редактировать** → **3D операции** → **Разрез** :

- выбрать объекты для разрезания: выделить 3D-оболочку↵

- начальная точка режущей плоскости: 0,0↵
- вторая точка на плоскости: 60<157.5↵



– указать точку с нужной стороны: ЛКМ на нижней части оболочки.

8. Повторить команду **Разрез** с указанием второй точки на плоскости: 60<202.5␣.

9. Перейти в окно *вида Спереди*. С помощью команды **Разрез**  обрезать левую часть сектора оболочки:

– выбрать объекты для разрезания: выделить 3D-оболочку.␣

– начальная точка режущей плоскости: ЛКМ в точку 3;

– вторая точка на плоскости: @30<120␣

– указать точку с нужной стороны: ЛКМ на правой части оболочки.

10. Размножить полученный сектор оболочки в окне *вида Сверху* или *Ю-З изометрия* с помощью команды **Моделирование** → **3D массив**:

– выбрать объект копирования.␣

– выбрать тип массива опцию *Круговой*;

– число элементов в массиве: 8␣

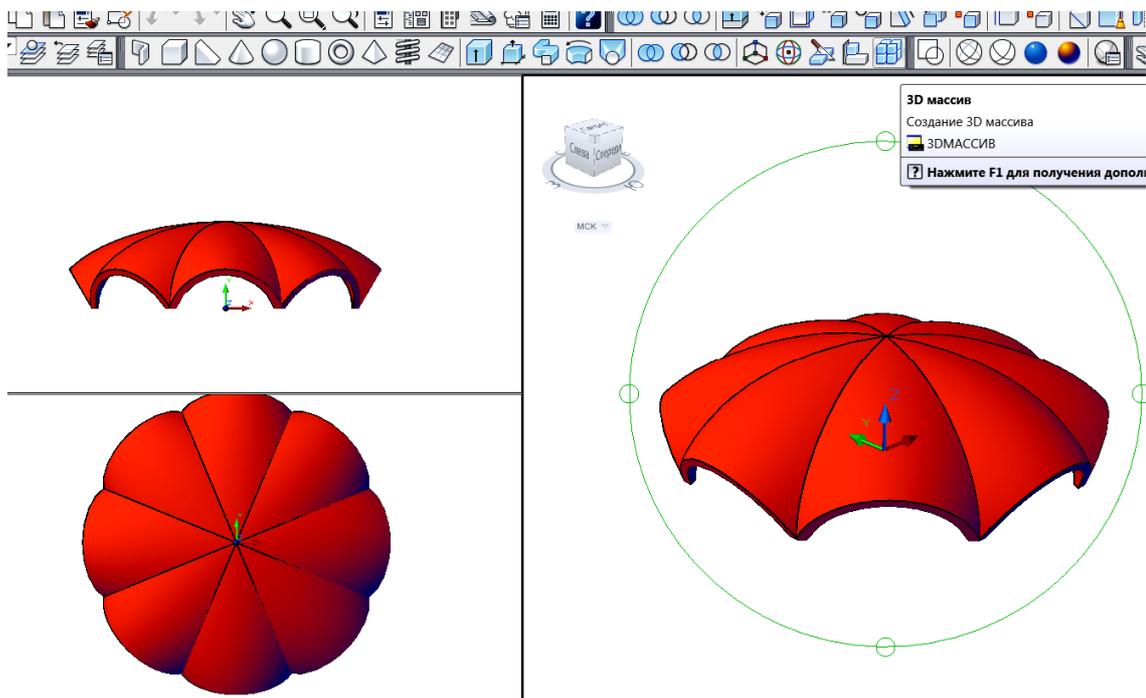
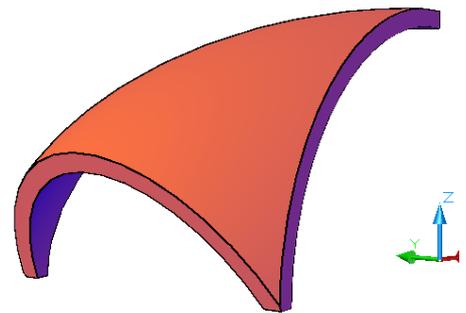
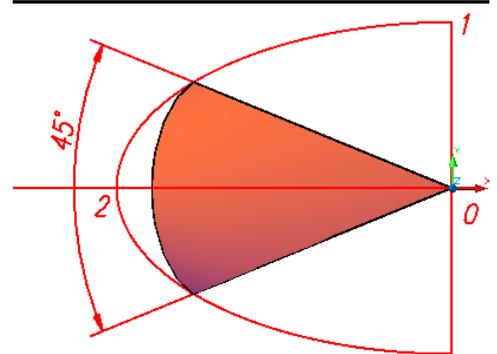
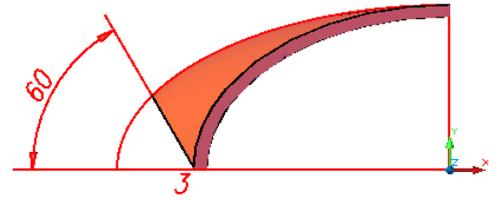
– угол заполнения: 360␣

– поворачивать элементы массива: Да␣

– центральная точка массива: 0,0,0␣

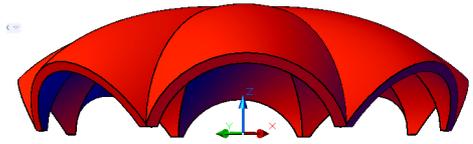
– вторая точка оси поворота 0,0,30␣.

11. Объединить 8 секторов в одну 3D-оболочку.



Задание 7. Построить стену беседки. Для этого нужно использовать операцию выдавливания области, полученной вычитанием двух кругов:

1. Выполнить две окружности с центром в точке $(0,0,-40)$ и радиусами $R_1=42$ и $R_2=40$.



2. Преобразовать их в области. Выполнить вычитание областей.

3. Выдавить полученное кольцо на высоту 70.

4. Для отсечения верхней части стены сборным сводом выполнить следующие операции:

– скопировать свод с базовой точкой $(0,0,0)$ в точку $(0,250,0)$;

– выполнить вычитание 3D-оболочки свода из тела стены;

– разрушить оставшуюся стену с помощью команды **Редактирование** → **Расчленить**;

– удалить лишние поверхности;

– перенести копию 3D-оболочки свода с базовой точкой $(0,250,0)$ в точку $(0,0,0)$.

