

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего профессионального образования
Национальный исследовательский университет «МЭИ»

Лешихина И. Е.

Пирогова М.А.

Сборник лабораторных работ

по курсу

ИНЖЕНЕРНАЯ И КОМПЬЮТЕРНАЯ ГРАФИКА, часть 2

Лабораторная работа №4. Способы создания трехмерных поверхностных моделей в AutoCAD. Полигональные сетки. Пользовательская и мировая системы координат. Способы построения базовых поверхностных моделей в AutoCAD

Москва

2014

Цель лабораторной работы

Целью лабораторной работы является освоение команд AutoCAD, которые используются при создании трехмерных моделей, как поверхностных, так и твердотельных (проецирование, пользовательская и мировая система координат); изучение способов создания поверхностных моделей в AutoCAD на основе базовых элементов формы, представленных, как полигональные сетки.

Пояснение к заданию

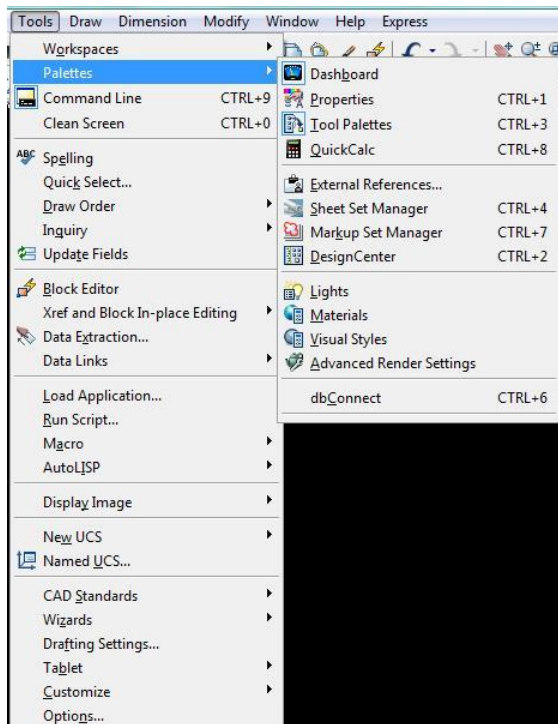
Геометрическая модель (ГМ) объекта проектирования – это основное понятие в системах автоматизации проектирования (САПР). Основным способом классификации *трехмерных моделей* – по информационной насыщенности. По этому принципу трехмерные модели разделяются на *поверхностные и твердотельные*.

Для работы с командами трехмерного моделирования в AutoCAD версии 2007 и выше возможно использовать команды, находящиеся в падающем меню, в соответствующих панелях инструментов, а также в немодальных окнах, например в немодальном окне – **DASHBOARD** (пульт управления). Немодальное окно **DASHBOARD** зафиксировано справа от графического экрана. Оно разделено пятью горизонтальными линиями на шесть частей, каждая из которых может находиться в активном и неактивном состоянии. Любая часть является самостоятельным информационным объектом, внутри которой находятся команды, позволяющие выполнять команды создания трехмерных моделей, команды их визуализации. Внешний вид немодального окна **DASHBOARD** показан ниже.



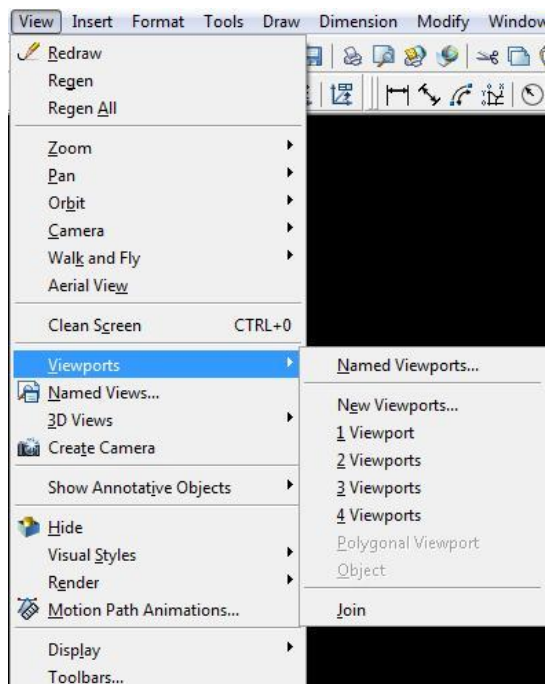
Примеры других немодальных окон – *Properties, Tool Palettes* и т.д.

Немодальные окна могут быть открыты с помощью группы команд **Tools**.



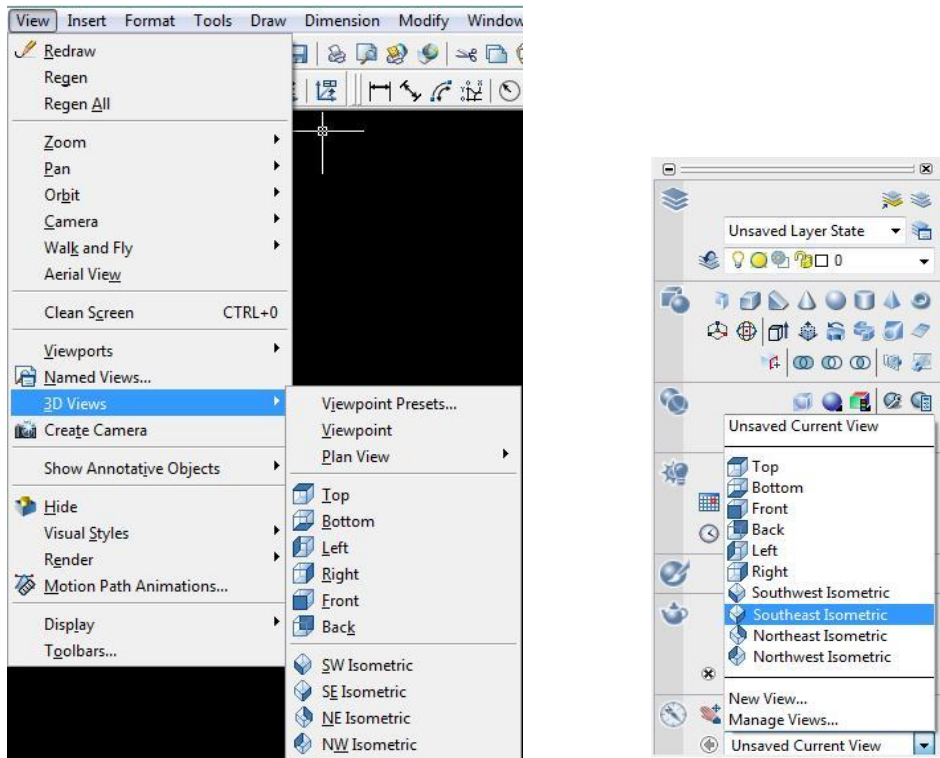
В процессе создания трехмерных моделей необходимо визуализировать, менять их видовое представление. Для этого используются команды проецирования (параллельные и центральные проекции), команды настройки видовых экранов, команды настройки визуальных стилей. Все эти команды находятся в группе команд *View* падающего меню. Также они могут быть выбраны из *DASHBOARD*.

Настройка видовых экранов происходит следующим образом:

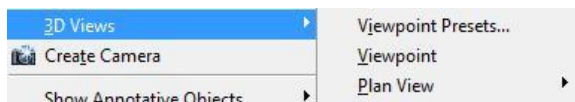


Число видовых экранов определяется с помощью переменной *Viewport*, которая выбирается из падающего меню – *View/Viewports*.

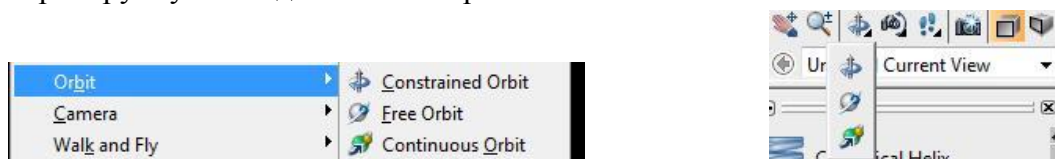
Изометрические проекции трехмерных моделей могут быть получены с помощью команд, находящихся в группе команд **View**, также они могут быть вызваны из немодального окна **DASHBOARD**.



Управлять параллельным проецированием можно также с помощью команд **Viewpoint Presets** и **Viewpoint**.



Удобным способом наблюдения за поведением трехмерной модели в результате проецирования является **орбитальный режим**. Вызов такого режима осуществляется через группу команд **View** или через **DASHBOARD**.

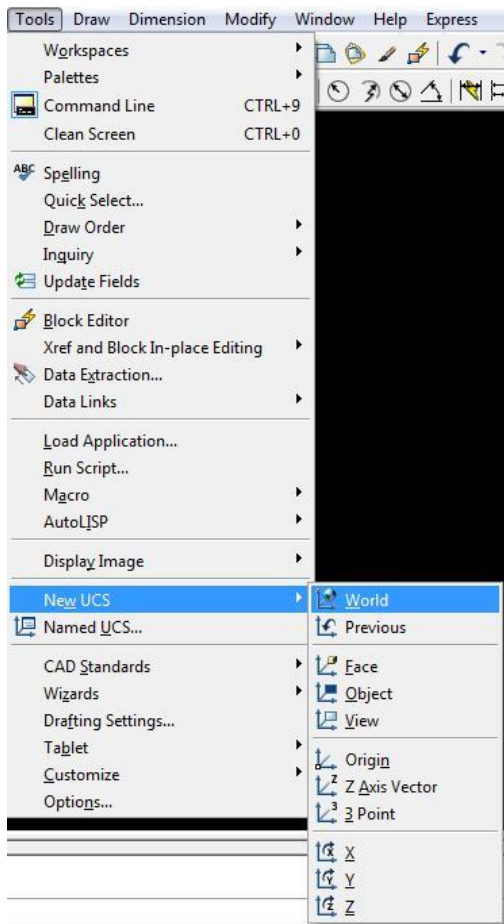


Переключение на **центральную (перспективную) проекцию** происходит через **DASHBOARD**.



Управление центральной проекцией осуществляется средствами команды **Camera**.

В AutoCAD используются следующие визуальные стили: **3D Hidden** – 3D скрытый, **3D Wireframe** -3D каркас, **Conceptual** – концептуальный, **Realistic** –реалистичный. Также можно создавать свои собственные визуальные стили, используя системные переменные.

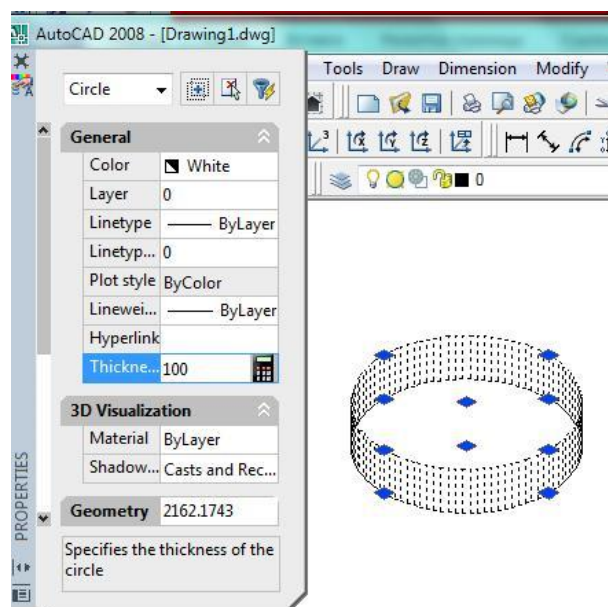


Перечислим возможности команды UCS в соответствии с кнопками панели инструментов:

1. **World** – установка WCS.
2. **Prev** – восстановление предыдущей UCS.
3. **Object** – создание новой UCS по плоскости двумерного объекта; началом координат этой UCS является первая характерная точка объекта (может быть определена с помощью объектной привязки (**Osnap**)); для определения направления оси X используется вторая характерная точка объекта.
4. **Face** – создание новой UCS по плоскости трехмерной грани, грань может принадлежать ранее созданному телу.
5. **View** – создание новой UCS потом поворота вокруг начальной точки текущей UCS; установка UCS в пространстве параллельно плоскости текущего вида.
6. **Origin** – определение новой UCS путем задания новой точки начала координат; координаты могут быть заданы путем ввода их значений в командной строке или с помощью привязки к имеющимся в сцене объектам.
7. **Zaxis** – новая UCS определяется не только новым началом координат, но и новым положительным направлением оси Z.
8. **3point** – новая UCS задается тремя точками : первая определяет начало координат; вторая – положительное направление оси X; третья положительное направление оси Y.
9. **X** – создание UCS путем поворота текущей UCS относительно оси X на заданный угол.
10. **Y** – аналогично X, только поворот относительно оси Y.
11. **Z** – поворот относительно оси Z.
12. **Apply** – установка для всех видовых экранов.

Создание трехмерных поверхностных моделей средствами AutoCAD версии 2007 и выше

Простейшую трехмерную модель можно получить путем изменения высоты двумерного объекта с помощью переменной *Thickness*, которая может быть вызвана в окне *Properties*. Таким образом, например, окружность может быть превращена в цилиндр.

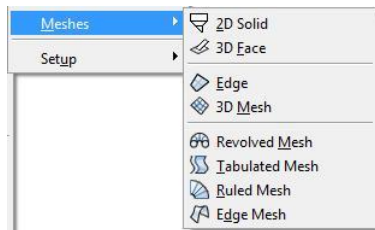


В AutoCAD есть специальные команды, позволяющие построить поверхностные модели.

Поверхностные модели могут быть построены с помощью команд, создающих полигональные сетки, которые аппроксимируют поверхности, - *3DFace*, *3DMesh*, *Revolved Mesh*, *Tabulated Mesh*, *Ruled Mesh*, *Edge Mesh*; сети стандартной формы – элементарные поверхности – команда *3D*. Полигональные сетки представляют собой совокупность связанных между собой плоских многоугольников. С помощью полигональной сетки можно описать любую поверхность трехмерного объекта, содержащую наряду с плоскими многоугольниками поверхности второго и выше порядка. Это реализуется путем аппроксимации поверхности многогранником, каждая грань которого является простейшим плоским многоугольником. Чем больше число граней, тем меньше отклонений от действительной формы объекта.

Также поверхностные модели можно создать с помощью команд твердотельного моделирования, в случае, если примитивы, которые используются для выполнения этих команд, не замкнуты. (Команды твердотельного моделирования будут изучены в лабораторной работе №6 и №7).

Команды *3DFace*, *3DMesh*, *Revolved Mesh*, *Tabulated Mesh*, *Ruled Mesh*, *Edge Mesh* можно вызвать из падающего меню *Modeling/Meshes*:



Основные трехмерные примитивы, используемые для построения трехмерных моделей

1. Пространственные *Отрезок, дуга, круг, эллипс* создаются с помощью соответствующих команд *AutoCAD*, только все координаты являются трехмерными.
2. *Трехмерная полилиния* создается с помощью команды *3DPoly*, которую можно вызвать из падающего меню *Draw*.
3. Трехмерный сплайн – *Draw/Spline*.
4. Спираль – *Draw/Helix*.

Команды для создания простейшие полигональные сетки

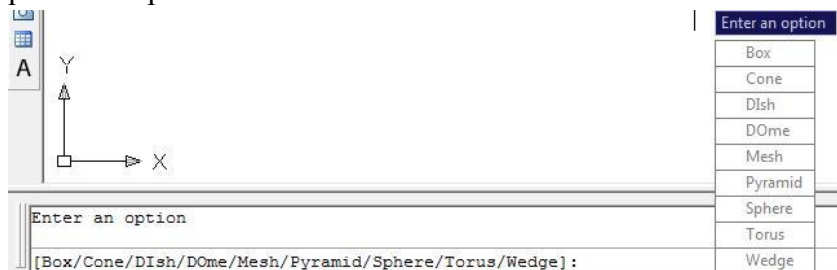
1. Команда *3Dface* предназначена для создания пространственной треугольной или четырехугольной грани. Угловые точки могут иметь различные координаты по оси *Z* и образовывать участки в пространстве, которые могут быть плоскими или неплоскими. Комбинируя 3D грани, можно моделировать сложные трехмерные объекты, аппроксимируя поверхности, ограничивающие их, полигональными сетками. Команда вызывается из падающего меню *Draw/Modeling/Meshes*.

2. *3Dmesh* – трехмерная многоугольная сетка из пространственных четырехугольных ячеек по заданному размеру $M \times N$ и вершинам (простейшая полигональная сетка). После запроса данной команды вводится размер сетки ($M \times N$), затем координаты каждой вершины $P_{i,j}$. Команда вызывается из падающего меню *Draw/Modeling/Meshes*.

Для всех команд построения полигональных сеток, используются системные переменные *SURFTAB1* и *SURFTAB2*, значение которых определяет количество аппроксимирующих отрезков по M и N направлениям (U и V линии).

Построение элементарных поверхностей

Для создания трехмерных элементарных поверхностей используется команда *3D*, которая вызывается из командной строки. После вызова этой команды в командной строке или в случае включенного динамического режима появляются опции, позволяющие построить элементарные поверхности.

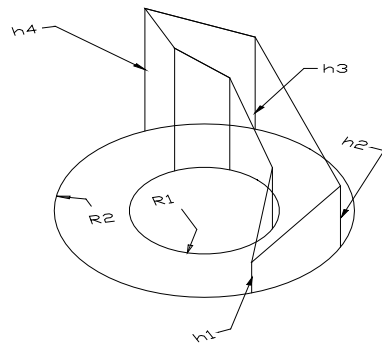


1. *Box* (ящик) – куб/параллелепипед. Команда запрашивает: а)положение угла параллелепипеда; б)длину (вдоль оси X); в)ширину(вдоль оси Y), если это

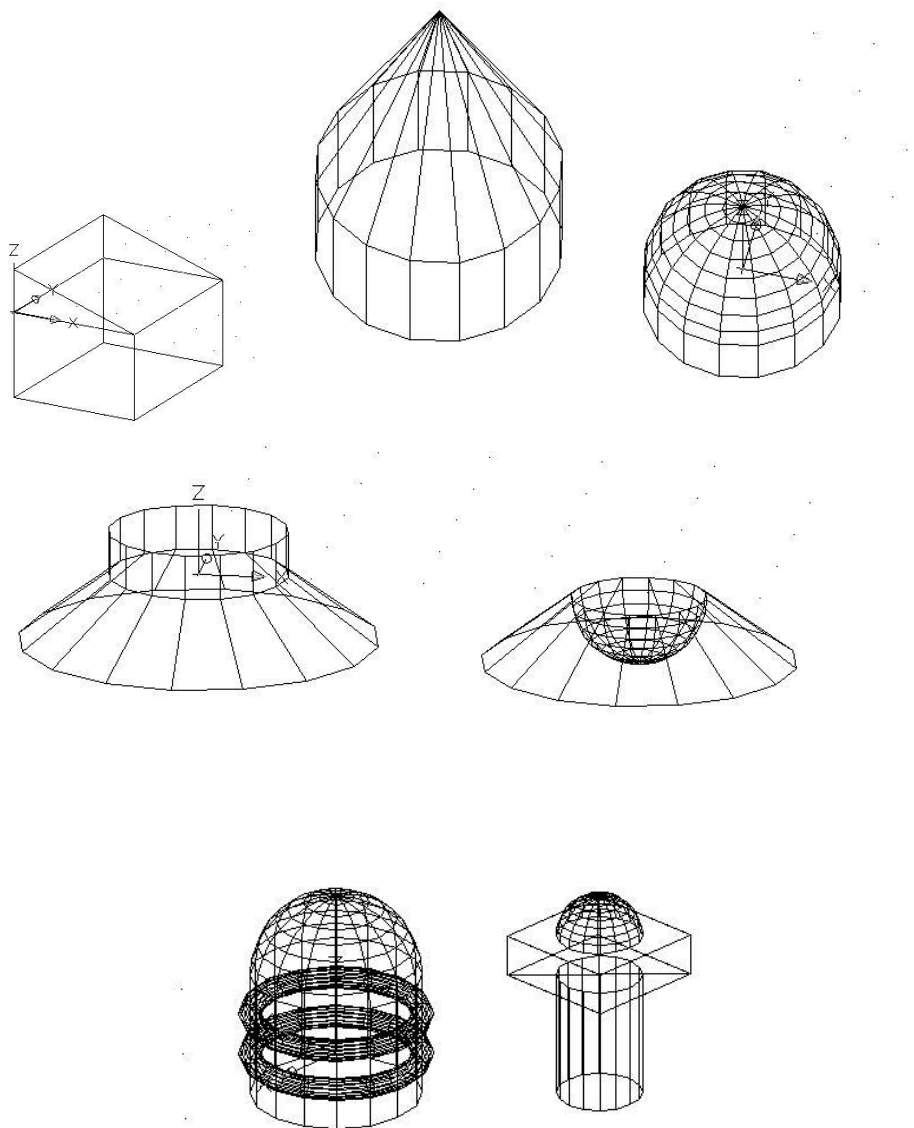
- параллелепипед(вместо ширины может быть использована опция **Cube**(куб); г)высоту (вдоль оси Z); д)угол поворота относительно вертикальной оси.
2. **Pyramid** (пирамида) – пирамида может быть простая, усеченная, допускается также построение пирамиды, ограниченной сверху линией. Для построения необходимо указать координаты точек основания. После этого выбирают следующие варианты:
 - **Apex point** (точка вершины) – обычная пирамида; б)**Top** (верх) – усеченная пирамида;
 - **Ridge** (ребро) – пирамида, ограниченная сверху линией. Если вместо четвертой точки нижнего основания ввести **Tetrahedron** (треугольная пирамида), то после запроса точки вершины или точек верхнего основания будет построен простая или усеченная треугольная пирамида.
 3. **Wedge** (клин – треугольная призма). Команда запрашивает: а) координаты угловой точки; б)длину клина; в)ширину клина; г)высоту; е)угол поворота вокруг оси Z.
 4. **Dome** (купол – поверхность верхней полусферы) и **Dish** (чаша – поверхность нижней полусферы).. Требуется указать: а) точку центра; б) диаметр или радиус; в) количество сегментов по долготе (**Number of longitudinal segments**) и по ширине (**Number of latitudinal segments**).
 5. **Sphere** (полная сфера) – запросы аналогичны 4.
 6. **Cone** (конус). Команда запрашивает: а) точку центра основания; б)радиус или диаметр верхнего основания (обычный конус – ответ на этот запрос – 0); в)высоту; г) количество сегментов, образующих поверхность.
 7. **Torus** (тор). Образуется вращением окружности вокруг оси. Требуется указать: а)центр тора; б)его радиус или диаметр; в)радиус или диаметр образующей окружности (трубы); г)число сегментов вдоль окружности трубы и вдоль окружности тора. Важной особенностью построения тора является обязательным требование: радиус тора должен быть больше, чем радиус трубы.

Лабораторное задание

1. Изучить команды визуализации трехмерных моделей.
2. Познакомиться с возможностями создания пользовательских систем координат- **UCS**, в **AutoCAD**
3. Освоить работу команд поверхностного моделирования
 - Команды **3Dpoly, Helix, 3DFace, 3DMesh**
 - Команды построения элементарных поверхностных моделей **3D – Box, Pyramid, Wedge, Cone, Dish, Dome, Torus, Sphere**
4. Создать модель винтовой лестницы, используя, команду **3DFace, UCS – Object**, различные изометрические проекции



5. Используя команды формирования элементарных трехмерных поверхностей (**3D**) и различные пользовательские системы координат – **UCS**, создать трехмерные модели, показанные ниже.



Контрольные вопросы

1. Какие типы меню *AutoCAD* позволяют работать с системой команд поверхностного моделирования?
2. Какие возможности создания проекций есть в *AutoCAD* ?
3. Что такое визуальные стили, для чего они необходимы?
4. Какие способы создания трехмерных моделей есть в *AutoCAD*?
5. Что такое полигональные сетки?