

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования

«Национальный исследовательский Нижегородский государственный  
университет им. Н.И. Лобачевского»

Институт информационных технологий, математики и механики

**О.Н. Косырева**  
**А.В. Грезина**

**ГЕОМЕТРИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ 2D- И 3D- ОБЪЕКТОВ  
СРЕДСТВАМИ САПР AUTOCAD**

**Часть 2**

Учебно-методическое пособие

Рекомендовано методической комиссией ИИТММ  
для студентов ННГУ, обучающихся по направлению  
подготовки 01.03.02 «Прикладная математика и информатика»

Нижний Новгород

2015

УДК 004.925.8  
ББК 30.2-5-05  
К-71

К-71 Косырева О.Н., Грезина А.В. Геометрическое моделирование 2D- и 3D- объектов средствами САПР AutoCAD. Часть 2: Учебно-методическое пособие. – Нижний Новгород: Нижегородский госуниверситет, 2015. – 78 с.

Рецензент: к.т.н., доцент Д.Ю. Васин

Учебно-методическое пособие является теоретической и практической основой обучения геометрическому моделированию 3D-объектов средствами САПР AutoCAD. Пособие предназначено для студентов-бакалавров, обучающихся по направлению подготовки «Прикладная математика и информатика», а также может быть полезным будущим инженерам-исследователям, занимающимся проектированием и исследованием машиностроительных конструкций с использованием средств CAE (ANSYS, FlowVision, Abaqus, NASTRAN, ИСПА и др.), позволяющих проводить имитационное моделирование работы исследуемой конструкции на основе подробного описания ее геометрии и физики моделируемых процессов.

УДК 004.925.8  
ББК 30.2-5-05

© Нижегородский государственный  
университет им. Н.И. Лобачевского, 2015  
© О.Н. Косырева, А.В. Грезина 2015

# Содержание

ВВЕДЕНИЕ .....	5
I. Визуализация чертежей трехмерных объектов .....	6
1. Команда ТЗРЕНИЯ (_VPOINT).....	6
2. Команда ДВИД (_DVIEW).....	8
II. Задание 3М координат .....	9
III. Задание пользовательской системы координат (ПСК) .....	10
IV. Типы трехмерных моделей .....	12
V. Лабораторная работа №1. Построение сетей .....	13
1. Построение элементарных трехмерных сетей.....	13
2. Построение сети из четырехугольных ячеек .....	19
3. Построение многогранной сети.....	20
4. Построение сети в виде поверхности соединения .....	22
5. Построение сети в виде поверхности сдвига .....	23
6. Построение сети в виде поверхности вращения.....	24
7. Построение сети в виде поверхности заданной кромками.....	25
8. Редактирование трехмерных многоугольных сетей .....	26
9. Контрольные вопросы .....	27
VI. Лабораторная работа №2. Построение тел.....	28
1. Построение элементарных твердотельных объектов.....	28
2. Построение твердотельных объектов путем выдавливания и вращения двумерных объектов .....	35
3. Построение сложных твердотельных объектов.....	37
4. Команды редактирования 3М объектов .....	39
4.1. Поворот 3М объектов.....	39
4.2. Размножение 3М объектов массивом.....	39
4.3. Зеркальное отражение 3М объектов.....	41
5. Редактирование 3М твердотельных объектов .....	42
5.1. Сопряжение граней и снятие фасок у тел .....	42
5.2. Построение сечений и разрезание тел.....	44
6. Редактирование граней 3М тел.....	46
6.1. Выдавливание граней.....	46
6.2. Перенос граней .....	48
6.3. Поворот граней .....	49
6.4. Смещение граней.....	50
6.5. Сведение граней на конус.....	50
6.6. Удаление граней .....	51
6.7. Копирование граней.....	51
6.8. Изменение цвета граней .....	53
7. Редактирование ребер 3М тел .....	54
7.1. Изменения цвета ребер .....	54
7.2. Копирование ребер.....	54

8. Клеймение тел .....	56
9. Создание оболочек.....	58
10. Упрощение и проверка целостности тел .....	60
11. Контрольные вопросы .....	61
VII. Лабораторная работа №3. Создание твердотельной пространственной модели.....	62
1. Подготовительный этап .....	62
2. Созданиемодели .....	63
VIII. Лабораторная работа №4. Формирование чертежа по пространственной модели.....	67
Литература .....	70
Приложение 1 .....	71
Приложение 2 .....	72
Приложение 3 .....	73
Приложение 4 .....	74
Приложение 5 .....	75
Приложение 6 .....	76
Приложение 7 .....	77

## ВВЕДЕНИЕ

Наглядное представление о создаваемых изделиях получают с помощью аксонометрических и перспективных проекций. Геометрическое трехмерное моделирование осуществляется на основе прямого оперирования пространственными объектами, а не их проекциями. Этот естественный для человека вариант проектирования возможен благодаря современной компьютерной технике и мощному программному обеспечению, позволяющим достаточно просто управлять созданием трехмерных моделей и наглядно отображать их на экране компьютера. Модель геометрического объекта используется как для получения двумерной геометрической модели, так и для расчета различных характеристик объекта и технологических параметров его изготовления. Таким образом, геометрическое моделирование является ядром автоматизированного конструирования и технологической подготовки производства.

Если 3D-технологии (трехмерные) полностью охватывают процесс проектирования и производства, нет необходимости в построении чертежа в общепринятом смысле. Если чертеж все-таки необходим, он может быть получен на завершающей стадии 3D-проектирования. Проецирование, построение разрезов и сечений, дополнительных изображений реализуются в автоматическом режиме.

Задачей предлагаемого руководства является обучение студентов приемам геометрического моделирования 3D-объектов с использованием пакета AutoCAD 2016.

Аббревиатура AutoCAD расшифровывается как Automated Computer Aided Drafting and Design (Автоматическое компьютерное черчение и проектирование). AutoCAD – продукт фирмы Autodesk, является универсальным базовым пакетом, содержащим практически все основы, которые заложены в специализированных пакетах систем автоматизированного проектирования (САПР) более высокого уровня.

Пособие предназначено для студентов-бакалавров, обучающихся по направлению подготовки «Прикладная математика и информатика». Оно позволяет освоить технологию геометрического моделирования 3D-объектов средствами САПР AutoCAD и выполнить предусмотренные в лабораторных работах упражнения. Полученные в данном курсе навыки, дают студентам возможность на современном уровне выполнять графическую часть заданий по различным учебным дисциплинам, а также выпускной квалификационной работы.

Данное учебно-методическое пособие содержит теоретический материал и практические рекомендации по выполнению 4-х лабораторных работ.

Минимальная необходимая подготовка предусматривает наличие у студентов знаний по информатике и информационным технологиям, а также инженерной графике.

# I. Визуализация чертежей трехмерных объектов

## 1. Команда ТЗРЕНИЯ (\_VPOINT)

Командой ТЗРЕНИЯ (\_VPOINT) в трехмерном пространстве устанавливается точка проецирования или точка зрения, и примитивы изображаются в параллельных проекциях в пространстве модели.

На рис. 1 показано определение точки зрения.

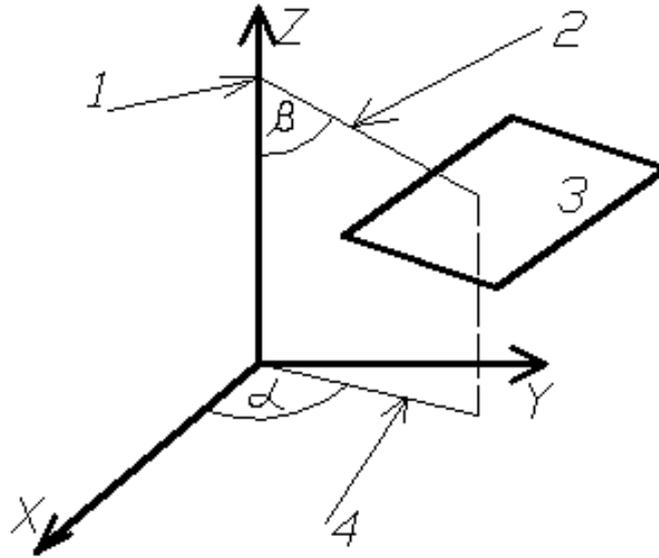


Рис. 1

1 – точка зрения;

2 – ось проецирования;

3 – плоскость проекции;

4 – проекция оси проецирования на плоскость XOY;

$\alpha$  – угол между проекцией оси проецирования на плоскость XOY и осью X (угол с осью X);

$\beta$  – угол между осью проецирования и осью Z (угол с плоскостью XOY).

Ключи команды ТЗРЕНИЯ (\_VPOINT):

**Поверни/ <Точка зрения><текущие X, Y, Z>:**

Форматом команды предусмотрены следующие способы определения новой точки зрения:

- вводом с клавиатуры координат, определяющих положение точки зрения в трехмерном пространстве – опция **<текущие X, Y, Z>**;
- использование графического меню, которое появляется после нажатия клавиши <ENTER> на начальный запрос команды (рис. 2 – различные положения треноги и тройки осей);
- вводом с клавиатуры численных значений двух пространственных углов – параметров опции **Поверни** («угол с осью X – ( $\alpha$ ) и «угол с плоскостью XY – ( $\beta$ ), (рис. 1);

- вводом двух пространственных углов опции **Поверни** через диалоговое окно команды ДИАЛТЗРЕН (\_DDVPOINT), (рис. 3).

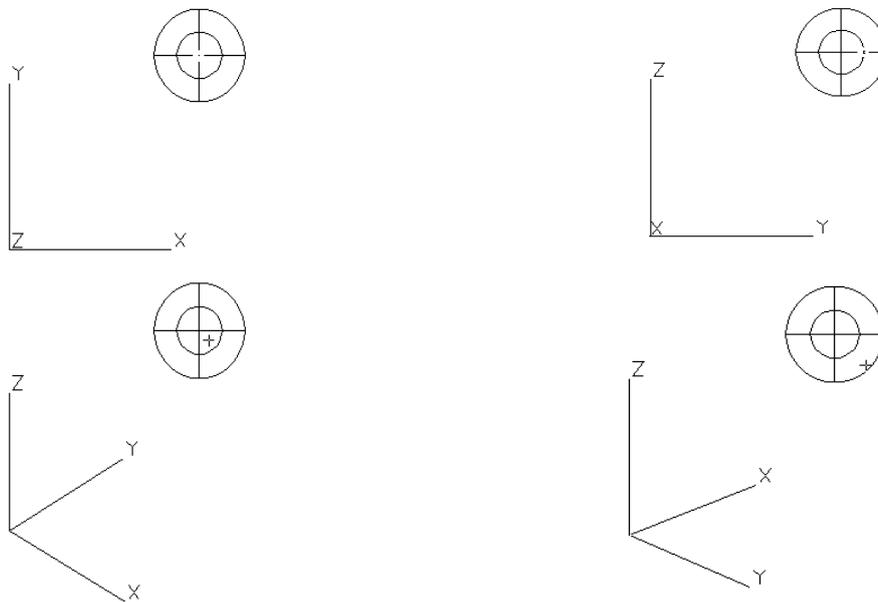


Рис. 2



Рис. 3

## 2. Команда ДВИД (\_DVIEW)

Для получения динамических трехмерных и перспективных видов предназначения команда ДВИД (\_DVIEW), в которой используется аналогия с камерой, направленной в сторону цели. Линия между камерой и целью есть линия взгляда.

Ключи команды ДВИД (\_DVIEW):

**Камера/ Цель/ Расстояние/ Точки/ ПАН/ ПОказать/ ВРщать/ СЕчение/ СКрыть/ ОТКл/ ОТМенить:**

Опции команды выполняют следующие функции:

**Камера** – поворачивает точку зрения вокруг объекта;

**Цель** – поворачивает объект вокруг точки зрения;

**Расстояние** – включает режим перспективной проекции и перемещает точку зрения;

**Точки** – размещает камеру и объект в указанных пользователем точках трехмерной системы координат;

**ПАН** – панорамирует изображение;

**ПОказать** – изменяет масштаб изображения на экране;

**ВРщать** – вращает вид вокруг направления взгляда;

**СЕчение** – устанавливает положение передней и задней секущих плоскостей проецирования;

**СКрыть** – удаляет скрытые линии отмеченных объектов;

**ОТКл** – отключает режим построения перспективных проекций;

**ОТМенить** – отменяет результаты последней операции команды.

## II. Задание 3М координат

Трехмерные (3М) координаты задаются аналогично двумерным (2М); к двум составляющим по осям X и Y добавляется третья – по оси Z. При работе в 3М пространстве значения координат X, Y и Z указываются либо в Мировой системе координат (МСК), либо в пользовательской системе координат (ПСК).

### Правило правой руки

Правило правой руки задает положительное направление оси Z 3М системы координат при известных направлениях осей X и Y. Кроме того, данное правило определяет положительное направление вращения вокруг любой из 3М осей координат.

Для определения положительных направлений осей нужно поднести тыльную сторону кисти правой руки к экрану монитора. Большой палец следует направить параллельно оси X. Если вытянуть указательный и средний пальцы, и направить указательный палец по оси Y, то средний палец будет указывать положительное направление оси Z.

Для определения положительного направления вращения следует ориентировать большой палец правой руки согласно положительному направлению оси и согнуть остальные пальцы. Положительное направление вращения будет совпадать с направлением, указываемым согнутыми пальцами.

### Задание цилиндрических координат

Задание цилиндрических координат аналогично заданию полярных координат для 2М пространства. Дополнительно добавляется значение расстояния от указанной полярной координаты до требуемой точки пространства перпендикулярно плоскости XY. Цилиндрические координаты описывают расстояние от начала координат ПСК до проекции точки на плоскость XY. Например, координатой  $5<30,6$  определяется точка, лежащая на расстоянии 5 единиц от начала ПСК под углом 30 градусов к оси X и имеющая координату Z, равную 6. Координата  $8<60,1$  описывает точку, расположенную на расстоянии 8 единиц от начала ПСК под углом 60 градусов к оси X и имеющую координату Z, равную 1. Относительные цилиндрические координаты  $@4<45,5$  определяют точку, находящуюся в 4 единицах в плоскости XY от последней указанной точки (а не от начала ПСК!), под углом 45 градусов к оси X. Координат Z данной точки равна 5.

### Задание сферических координат

Ввод сферических координат в 3М пространстве также подобен вводу полярных координат в двумерном. Положение точки определяется ее расстоянием от начала координат текущей ПСК, углом к оси X в плоскости XY и углом к плоскости XY. Все координаты разделяются символом открывающей угловой скобки (<). Например, координатой  $8<30<30$  определяется точка, лежащая на расстоянии 6 единиц от начала текущей ПСК под углом 30 градусов к оси X в плоскости XY и под углом 30 градусов к этой плоскости.

### III. Задание пользовательской системы координат (ПСК)

Пользовательская система координат (ПСК) определяется путем указания нового положения начала координат и ориентации плоскости XY и оси Z. На положение ПСК в 3D пространстве никаких ограничений нет. Можно определять, сохранять и восстанавливать неограниченное количество ПСК. Все координаты, как при вводе, так и при выводе отсчитываются относительно текущей ПСК. Системы координат могут иметь самые различные точки начала и ориентацию; это бывает полезно при интенсивном 3D конструировании.

ПСК особенно полезны в 3D пространстве. Систему координат можно совместить с существующими на рисунке объектами; обычно это проще, чем вычислять точное положение точки ее начала.

Задание новой ПСК может быть осуществлено несколькими способами:

- Указанием новой точки начала, новой плоскости XY или новой оси Z
- Совмещением ПСК с существующим объектом
- Совмещением новой ПСК с текущим направлением взгляда
- Поворотом текущей ПСК вокруг любой из осей
- Установкой новой глубины существующей ПСК по оси Z
- Назначением ПСК путем выбора грани

В AutoCAD имеется шесть стандартных ортогональных ПСК: верхняя, нижняя, передняя, задняя, левая и правая. По умолчанию, параметры ортогональных ПСК рассчитываются относительно мировой системы координат (МСК).

Для установки стандартной ортогональной ПСК

**1** Из меню «Инструменты» выбрать «Ортогональные ПСК» - «Стандартные ПСК» (рис. 4)

**2** В диалоговом окне «ПСК» на вкладке «Ортогональные ПСК» выделить ПСК.

**3** Нажать кнопку «Установить».

**4** Нажать ОК.

Для установки других ПСК с различными точками начала и ориентацией осей можно воспользоваться панелью инструментов «ПСК» (рис. 5) либо выбрать соответствующие пункты в меню «Инструменты» («Переместить ПСК» или «Новая ПСК»).

Текущую ПСК можно сохранить, присвоив ей имя. Впоследствии по этому имени ее всегда легко восстановить. Для возможности быстрого перехода от одной ПСК к другой можно сохранить несколько ПСК.

Для сохранения ПСК

**1** Из меню инструменты выбрать «Именованные ПСК».

**2** В диалоговом окне «ПСК» щелкнуть правой кнопкой мыши на имени текущей ПСК и выбрать из контекстного меню «Переименовать»

**3** Ввести новое имя.

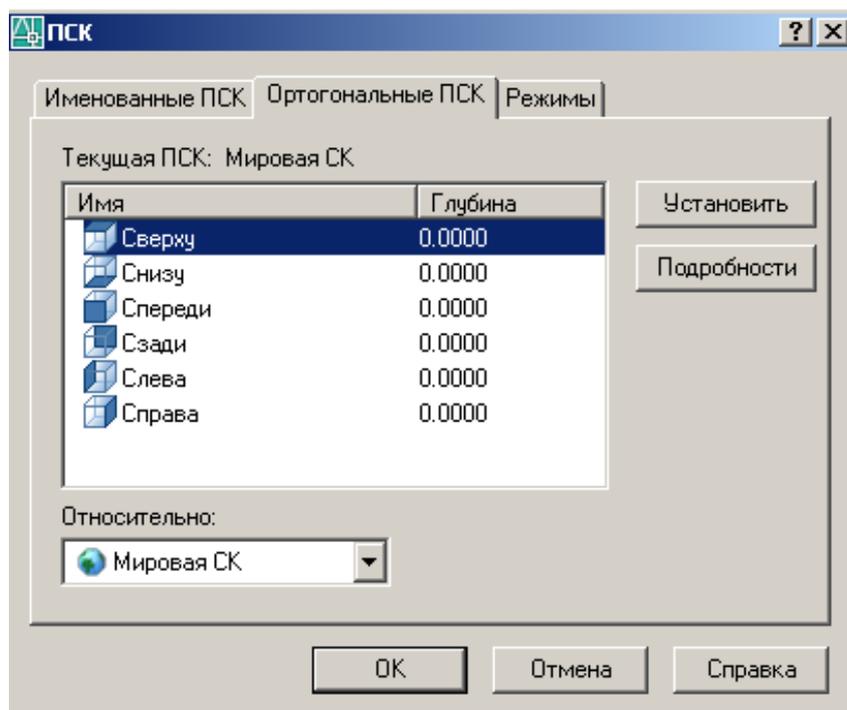


Рис. 4



Рис. 5

Для восстановления ПСК либо возврата в МСК

**1** Из меню «Инструменты» выбрать «Именованные ПСК»

**2** В диалоговом окне «ПСК» перейти на вкладку «Именованные ПСК» и выделить ПСК либо МСК, которую нужно восстановить.

## IV. Типы трехмерных моделей

3М моделирование обладает рядом преимуществ. Главные из них следующие:

- Возможность рассмотрения модели из любой точки
- Автоматическая генерация основных и дополнительных 2М видов
- Построение 2М сечений
- Подавление скрытых линий и реалистичное тонирование
- Проверка взаимодействий
- Экспорт модели в анимационные приложения
- Инженерный анализ
- Извлечение характеристик, необходимых для производства

AutoCAD поддерживает три типа трехмерных моделей: каркасные, поверхностные и твердотельные. Для каждого из типов существует своя техника создания и редактирования

Каркасная модель представляет собой скелетное описание 3М объекта. Она не имеет граней и состоит только из точек, отрезков и кривых, описывающих ребра объекта. AutoCAD предоставляет возможность создавать каркасные модели путем размещения плоских 2М объектов в любом месте 3м пространства. Кроме того, AutoCAD позволяет непосредственно строить некоторые виды трехмерных объектов типа каркасных моделей: например, 3М полилинии (только типом линии CONTINUOUS) и сплайны. Поскольку каждый из составляющих такую модель объектов должен рисоваться и размещаться независимо от других, затраты времени на моделирование часто бывают крайне велики.

Моделирование с помощью поверхностей является более сложным процессом, так как здесь описываются не только ребра 3М объекта, но и его грани. AutoCAD строит поверхности на базе многоугольных сетей. Так как грани сети являются плоскими, представление криволинейных поверхностей производится путем их аппроксимации. Чтобы различать два упомянутых типа поверхностей, поверхности, составленные из плоских участков, называют термином «сети». Кроме того, технические объекты, ограниченные поверхностями (оболочками) еще называют полигональными моделями. Поверхность – часть трехмерного пространства, имеющая площадь, но не имеющая объема.

Моделирование с помощью тел – это самый простой в использовании вид 3М моделирования. Средства AutoCAD по моделированию тел позволяют создавать трехмерные объекты на основе базовых пространственных форм: параллелепипедов, конусов, цилиндров, сфер, клинов и торов (колец). Из этих форм путем их объединения, вычитания и пересечения строятся более сложные пространственные тела. Кроме того, тела можно строить, сдвигая 2м объект вдоль заданного вектора или вращая его вокруг оси.

## V. Лабораторная работа №1. Построение сетей

Сеть представляет собой модель поверхности объекта, состоящую из плоских граней. Плотность сети (т. е. число ее граней) задается матрицей  $M \times N$ , подобно сетке, состоящей из  $M$  рядов и  $N$  столбцов. Для сети значения  $M$  и  $N$  определяют соответственно ряд и столбец каждой вершины. Сети можно создавать как на плоскости, так и в пространстве; однако на практике чаще всего используется последний вариант.

Моделирование объектов с помощью сетей применяется в случаях, когда можно игнорировать их физические свойства, такие как масса, вес, центр масс и т. п. (они сохраняются только в твердотельных моделях), но желательно иметь возможность подавления скрытых линий, раскрашивания и тонирования (эти средства неприменимы к каркасным моделям). Сети имеет смысл использовать при создании нестандартных сетеобразных моделей; к примеру, 3М топографической модели холмистой местности.

Сети могут быть разомкнутыми и замкнутыми. Сеть считается разомкнутой в данном направлении, если ее края в этом направлении не смыкаются.

В AutoCAD имеется несколько команд для построения сетей различными способами. Некоторые из этих способов достаточно сложны в использовании при ручном вводе параметров сетей. Упростить процесс создания сетевых моделей основных геометрических форм можно командами подменю «Поверхности» в меню «Рисование».

### 1. Построение элементарных трехмерных сетей

Для создания элементарных поверхностей используется диалоговое окно «3М объекты» меню «Рисование», пункта «Поверхности», подпункта «3М объекты» (рис. 6)

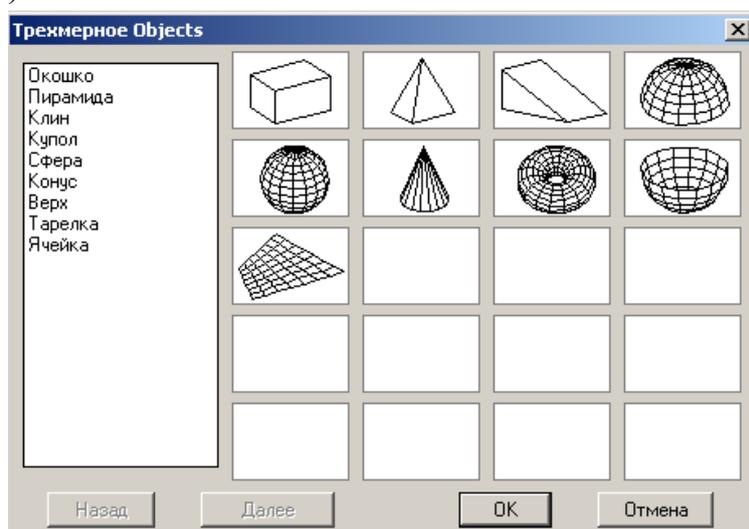


Рис. 6

Кроме того, для вызова команд построения поверхностей на базе многоугольных сетей можно воспользоваться панелью инструментов «Поверхности» (рис. 7).



Рис. 7

Выполните упражнения, предварительно настроив единицы измерения и ограничения чертежа. Командой ТЗРЕНИЯ установите угол с осью X равным 315 градусов, а угол с плоскостью XY равным 35 градусам.

### Упражнение №1

Построить фигуру с использованием параметрического параллелепипеда командой AI\_BOX. Поменять точку зрения с помощью команды \_3dorbit и выполнить подавление скрытых линий командой \_hide. Сохранить файл.

Ключи команды AI\_BOX:

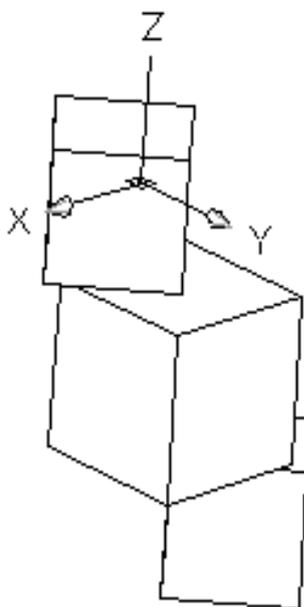
**Specify corner point of box:** - уголкуба

**Specify length of box:** - длина

**Specify width of box or [Cube]:** - ширина[куб]

**Specify height of box:** - высота

**Specify rotation angle of box about the Z axis or [Reference]:** - уголповоротавокругосиZ.



#### \_ai\_box

Specify corner point of box: **0,0,0**

Specify length of box: **50**

Specify width of box or [Cube]: **c**

Specify rotation angle of box about the Z axis or [Reference]: **0**

#### \_AI\_BOX

Specify corner point of box: **0,0,50**

Specify length of box: **40**

Specify width of box or [Cube]: **c**

Specify rotation angle of box about the Z axis or [Reference]: **-45**

#### \_AI\_BOX

Specify corner point of box: **0,0,-40**

Specify length of box: **40**

Specify width of box or [Cube]: **c**

Specify rotation angle of box about the Z axis or [Reference]: **45**

#### \_hide

#### \_saveas

Сохранить файл с именем: *фамилия\_упр1*

### Упражнение №2

Построить фигуру с использованием параметрического конуса командой AI\_CONE. Выполнить подавление скрытых линий командой \_hide. Сохранить файл.

Ключи команды AI\_CONE:

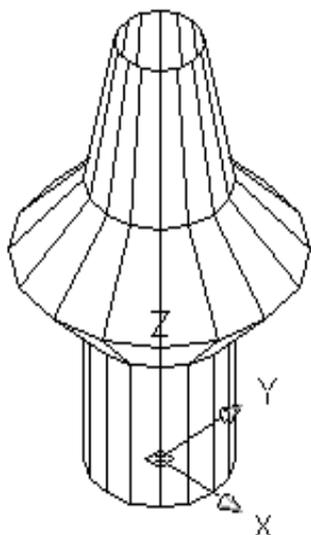
**Specify center point for base of cone:** - центроснования

**Specify radius for base of cone or [Diameter]:** - радиус[диаметр]основания

**Specify radius for top of cone or [Diameter] <0>:** - радиус[диаметр]верха

**Specify height of cone:** - высотаконуса

**Enter number of segments for surface of cone <16>:** - число сегментов



**\_ai\_cone**

Specify center point for base of cone: **0,0,0**

Specify radius for base of cone or [Diameter]: **25**

Specify radius for top of cone or [Diameter] <0>: **25**

Specify height of cone: **50**

Enter number of segments for surface of cone <16>:

**\_AI\_CONE**

Specify center point for base of cone: **0,0,50**

Specify radius for base of cone or [Diameter]: **25**

Specify radius for top of cone or [Diameter] <0>: **50**

Specify height of cone: **25**

Enter number of segments for surface of cone <16>:

**\_AI\_CONE**

Specify center point for base of cone: **0,0,75**

Specify radius for base of cone or [Diameter]: **50**

Specify radius for top of cone or [Diameter] <0>: **25**

Specify height of cone: **25**

Enter number of segments for surface of cone <16>:

**\_AI\_CONE**

Specify center point for base of cone: **0,0,100**

Specify radius for base of cone or [Diameter]: **25**

Specify radius for top of cone or [Diameter] <0>: **15**

Specify height of cone: **50**

Enter number of segments for surface of cone <16>:

**\_hide**

**\_saveas**

*Сохранить файл с именем: фамилия\_упр2*

### Упражнение №3

Построить фигуру с использованием команд чаша AI\_DISH и купол AI\_DOME. Выполнить подавление скрытых линий командой \_hide. Сохранить файл.

Ключи команды AI\_DISH:

**Specify center point of dish:** - центр чаши

**Specify radius of dish or [Diameter]:** - радиус [диаметр] чаши

**Enter number of longitudinal segments for surface of dish <16>:** -  
число сегментов по длине

**Enter number of longitudinal segments for surface of dish <16>:** -  
число сегментов по ширине

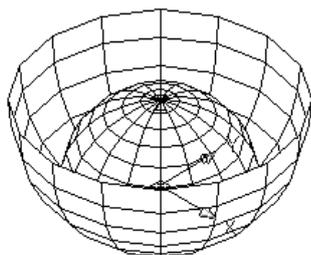
Ключи команды : AI\_DOME:

**Specify center point of dome:** - центр купола

**Specify radius of dome or [Diameter]:** - радиус [диаметр] купола

**Enter number of longitudinal segments for surface of dome <16>:** -  
число сегментов по длине

**Enter number of latitudinal segments for surface of dome <8>:** -  
число сегментов по ширине



**\_ai\_dome**

Specify center point of dome: **0,0,0**

Specify radius of dome or [Diameter]: **50**

Enter number of longitudinal segments for surface of dome  
<16>:

Enter number of latitudinal segments for surface of dome  
<8>:

**\_ai\_dish**

Specify center point of dish: **0,0,50**

Specify radius of dish or [Diameter]: **75**

Enter number of longitudinal segments for surface of dish  
<16>:

Enter number of longitudinal segments for surface of dish  
<16>:

**\_hide**

**\_saveas**

*Сохранить файл с именем: фамилия\_упр3*

#### Упражнение №4

Построить фигуру с использованием команд пирамида AI\_PIRAMID и сфера AI\_SPHERE. Выполнить подавление скрытых линий командой \_hide. Сохранить файл.

Ключи команды AI\_PIRAMID:

**Specify first corner point for base of pyramid:** - первая точка основания

**Specify second corner point for base of pyramid:** - вторая точка основания

**Specify third corner point for base of pyramid:** - третья точка основания

**Specify fourth corner point for base of pyramid or [Tetrahedron]:** -  
четвертая точка основания [тетраэдр]

**Specify apex point of pyramid or [Ridge/Top]:** - точка вершины, ребро, высота

**Specify first ridge end point of pyramid:** - первая точка ребра

**Specify second ridge end point of pyramid:** - вторая точка ребра

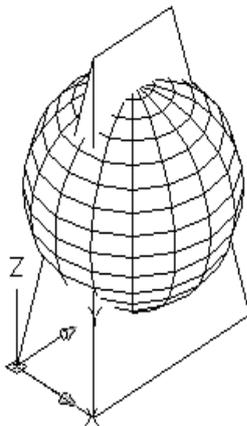
Ключи команды AI\_SPHERE:

**Specify center point of sphere:** - центр сферы

**Specify radius of sphere or [Diameter]:** - радиус [диаметр] сферы

**Enter number of longitudinal segments for surface of sphere <16>:** - число сегментов по долготе

**Enter number of latitudinal segments for surface of sphere <16>:** - число сегментов по ширине



#### \_ai\_pyramid

Specify first corner point for base of pyramid: **0,0,0**

Specify second corner point for base of pyramid: **0,100,0**

Specify third corner point for base of pyramid: **50,100,0**

Specify fourth corner point for base of pyramid or [Tetrahedron]: **50,0,0**

Specify apex point of pyramid or [Ridge/Top]: **R**

Specify first ridge end point of pyramid: **25,25,150**

Specify second ridge end point of pyramid: **25,75,150**

#### \_ai\_sphere

Specify center point of sphere: **25,50,75**

Specify radius of sphere or [Diameter]: **50**

Enter number of longitudinal segments for surface of sphere <16>:

Enter number of latitudinal segments for surface of sphere <16>:

#### \_hide

#### \_saveas

*Сохранить файл с именем: фамилия\_упр4*

### Упражнение №5

Построить фигуру с использованием команды клин AI\_WEDGE. Выполнить подавление скрытых линий командой \_hide. Сохранить файл.

Ключи команды AI\_WEDGE:

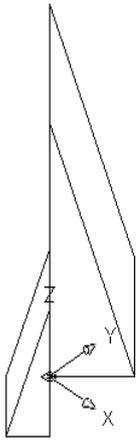
**Specify corner point of wedge:** - угол клина

**Specify length of wedge:** - длина клина

**Specify width of wedge:** - ширина клина

**Specify height of wedge:** - высота клина

**Specify rotation angle of wedge about the Z axis:** - угол поворота вокруг оси Z



### **\_ai\_wedge**

Specify corner point of wedge: **0,0,0**

Specify length of wedge: **50**

Specify width of wedge: **100**

Specify height of wedge: **150**

Specify rotation angle of wedge about the Z axis: **45**

### **\_ai\_wedge**

Specify corner point of wedge: **0,0,0**

Specify length of wedge: **25**

Specify width of wedge: **50**

Specify height of wedge: **75**

Specify rotation angle of wedge about the Z axis: **225**

### **\_hide**

### **\_saveas**

*Сохранить файл с именем: фамилия\_упр5*

## **Упражнение №6**

Построить фигуру с использованием полигональной сети на предварительно построенных четырех прямолинейных направляющих отрезках командой AI\_MESH. Поменять точку зрения с помощью команды '\_3dorbit и выполнить подавление скрытых линий командой \_hide. Сохранить файл.

Ключи команды AI\_MESH:

**Specify first corner point of mesh:** - первый угол

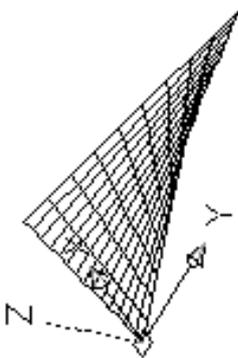
**Specify second corner point of mesh:** - второй угол

**Specify third corner point of mesh:** - третий угол

**Specify fourth corner point of mesh:** - четвертый угол

**Enter mesh size in the M direction:** - размер сетки в направлении M

**Enter mesh size in the N direction:** - размер сетки в направлении N



### **\_ai\_mesh**

Specify first corner point of mesh: **0,0,0**

Specify second corner point of mesh: **100,0,25**

Specify third corner point of mesh: **100,150,-25**

Specify fourth corner point of mesh: **0,125,50**

Enter mesh size in the M direction: **10**

Enter mesh size in the N direction: **15**

**'\_3dorbit**

**\_hide**

**\_saveas**

*Сохранить файл с именем: фамилия\_упр6*

## 2. Построение сети из четырехугольных ячеек

Команда 3dmesh (3D-сеть) позволяет строить многоугольные сети, разомкнутые как в направлении M, так и в направлении N (по аналогии с осями X и Y по плоскости XY). Преобразовать сеть в замкнутую можно командой \_PEDIT (ПОЛПРЕД). Сети созданные командой 3D-сеть, могут быть несимметричными. В большинстве случаев команда 3D-сеть применяется в комбинации командными (пакетными) файлами AutoCAD или LISP-программами, вычисляющими координаты вершин сети.

### Упражнение №7

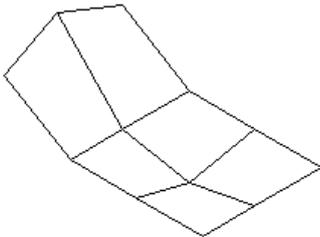
Построить 3dmesh (3D-сеть) путем ввода всех ее вершин. Сохранить файл.

Ключикоманды3dmesh (3D-сеть):

**Enter size of mesh in M direction:**- размерсетивнаправлении M

**Enter size of mesh in N direction:**- размерсетивнаправлении N

**Specify location for vertex:** - положениевершины



### 3dmesh

Размер сети в направлении M: 4

Размер сети в направлении N: 3

Положение вершины (0, 0): 10,1,3

Положение вершины (0, 1): 10,5,5

Положение вершины (0, 2): 10,10,3

Положение вершины (1, 0): 15,1,0

Положение вершины (1, 1): 15,5,0

Положение вершины (1, 2): 15,10,0

Положение вершины (2, 0): 20,1,0

Положение вершины (2, 1): 20,5,-1

Положение вершины (2, 2): 20,10,0

Положение вершины (3, 0): 25,1,0

Положение вершины (3, 1): 25,5,0

Положение вершины (3, 2): 25,10,0

\_saveas

Сохранить файл с именем: фамилия\_упр7

### 3. Построение многогранной сети

Многогранные сети строятся командой `_PFACE(ПГРАНЬ)`. Каждая грань такой сети может иметь произвольное число вершин.

Построение многогранной сети производится аналогично сети из четырехугольных ячеек. Вначале вводятся все вершины сети. Затем производится описание граней путем ввода номеров вершин, образующих каждую грань. В ходе построения сети можно изменять видимость кромок и граней, а также устанавливать слои и цвета для их рисования. Для того, чтобы сделать кромку невидимой, перед номером вершины при описании грани ставится знак минус.

#### Упражнение №8

Построить многогранную сеть командой `_PFACE(ПГРАНЬ)`. Сохранить файл.

Ключикоманды `_PFACE(ПГРАНЬ)`:

**Specify location for vertex 1:** - вершина 1:  $x_1, y_1, z_1$  – координаты первой вершины;

**Specify location for vertex n or <define faces>:** - вершина n:  $x_n, y_n, z_n$  – координаты n-ой вершины;

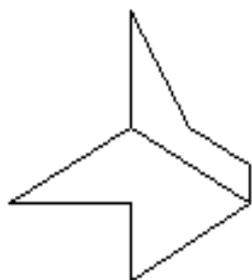
**Вершина n+1: <ENTER>** - ввод пустой строки;

**Face 1, vertex 1:-** ГРАНЬ 1, вершина 1: - координаты первой вершины;

**Enter a vertex number or [Color/Layer]:** - указать номер вершины или [Цвет/Слой]<следующая грань>:

**ГРАНЬ n, вершина m+1:<ENTER>** - окончание ввода вершин ограничивающих вторую грань.

Число граней определяется числом вершин и геометрической задачей.



#### \_pface

Положение вершины 1: **4,4,0**

Положение вершины 2 или <задать грани>: **4,0,0**

Положение вершины 3 или < задать грани>: **2,2,0**

Положение вершины 4 или < задать грани>: **0,0,0**

Положение вершины 5 или < задать грани>: **0,4,0**

Положение вершины 6 или < задать грани>: **0,4,3**

Положение вершины 7 или < задать грани>: **2,4,1**

Положение вершины 8 или < задать грани>: **4,4,1**

Положение вершины 9 или < задать грани>:

Грань 1, вершина 1:

Укажите номер вершины или  
[Цвет/Слой]<следующая грань>: **5**

Грань 1, вершина 2:

Укажите номер вершины или  
[Цвет/Слой]<следующая грань>: **6**

Грань 1, вершина 3:  
 Укажите номер вершины или  
 [Цвет/Слой]<следующая грань>: **7**

Грань 1, вершина 4:  
 Укажите номер вершины или  
 [Цвет/Слой]<следующая грань>: **8**

Грань 1, вершина 5:  
 Укажите номер вершины или  
 [Цвет/Слой]<следующая грань>: **1**

Грань 1, вершина 6:  
 Укажите номер вершины или  
 [Цвет/Слой]<следующая грань>:

Грань 2, вершина 1:  
 Укажите номер вершины или  
 [Цвет/Слой]<следующая грань>: **5**

Грань 2, вершина 2:  
 Укажите номер вершины или  
 [Цвет/Слой]<следующая грань>: **4**

Грань 2, вершина 3:  
 Укажите номер вершины или  
 [Цвет/Слой]<следующая грань>: **3**

Грань 2, вершина 4:  
 Укажите номер вершины или  
 [Цвет/Слой]<следующая грань>: **2**

Грань 2, вершина 5:  
 Укажите номер вершины или  
 [Цвет/Слой]<следующая грань>: **1**

Грань 2, вершина 6:  
 Укажите номер вершины или  
 [Цвет/Слой]<следующая грань>:

Грань 3, вершина 1:  
 Укажите номер вершины или  
 [Цвет/Слой]<следующая грань>:

**\_saveas**

*Сохранить файл с именем: фамилия\_упр8*

#### 4. Построение сети в виде поверхности соединения

Сеть в виде поверхности, соединяющей два объекта, строится с помощью команды `_RULESURF` (П-СОЕД). Исходные объекты (кромки) поверхности соединения могут представлять собой отрезки, точки, дуги, эллипсы, эллиптические дуги, 2М и 3М полилинии, а также сплайны. Оба объекта, используемые в качестве границ поверхности, должны быть либо разомкнуты, либо замкнуты. Если один из объектов – точка, то второй может быть как разомкнутым, так и замкнутым.

При выполнении команды `_RULESURF` (П-СОЕД) для замкнутых кривых положение точек указания не играет никакой роли. Для разомкнутых кривых выбор точек указания определяет, откуда будет начато построение поверхности.

Плотностью сети (т. е. числом граней) в направлениях М и N управляют соответственно системные переменные `SURFTAB1` и `SURFTAB2`.

Для того чтобы увеличить плотность сети необходимо ввести в командную строку имя соответствующей системной переменной и изменить ее значение.

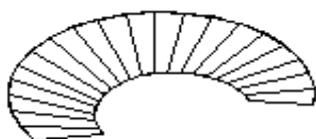
##### Упражнение №9

Построить сеть в виде поверхности соединения командой `_RULESURF` (П-СОЕД). Предварительно установить значение системной переменной `SURFTAB1 = 20` и создайте исходные объекты. Выполните построение сети в виде поверхности соединения, первый раз выбрав точки указки с разных сторон, второй раз – с одной стороны. Сравните полученный результат. Сохранить файл.

Ключи команды `_RULESURF` (П-СОЕД):

**Select first defining curve:** - Выберите первую определяющую кривую

**Select second defining curve:** - Выберите вторую определяющую кривую



**\_surftab1**

Новое значение `SURFTAB1 <6>`: **20**

**\_rulesurf**

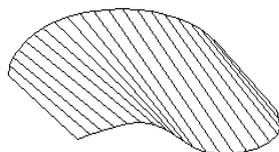
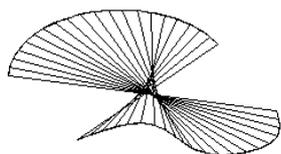
Текущая плотность сети: `SURFTAB1=20`

Выберите первую определяющую кривую:

Выберите вторую определяющую кривую:

**\_saveas**

Сохранить файл с именем: фамилия\_упр9



## 5. Построение сети в виде поверхности сдвига

Сети в виде поверхности сдвига, задаваемые определяющей кривой и направляющим вектором, строятся командой `_TABSURF` (П-СДВИГ). Определяющая кривая может представлять собой отрезок, дугу, круг, эллипс, эллиптическую дугу, 2М или 3М полилинию, а также сплайн. Вектором сдвига может быть отрезок или разомкнутая полилиния (как 2М, так и 3М). Созданная сеть представляет собой набор многоугольников с параллельными направляющему вектору сторонами. И определяющая кривая, и направляющий вектор должны существовать на рисунке к моменту вызова команды.

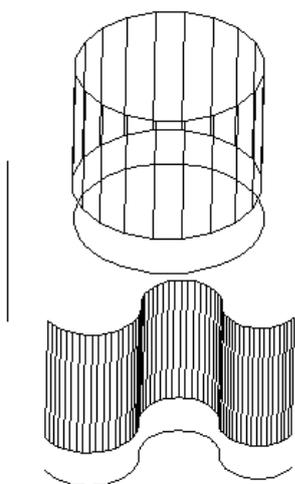
### Упражнение №10

Построить сеть в виде поверхности сдвига командой `_TABSURF` (П-СДВИГ). Предварительно установить значение системной переменной `SURFTAB1 = 20` и создайте исходные объекты. Сохранить файл.

Ключи команды `_TABSURF` (П-СДВИГ):

**Selectobjectforpathcurve:** - Выберите объект – определяющую кривую

**Selectobjectfordirectionvector:** - Выберите объект – направляющий вектор



**`_surftab1`**

Новое значение `SURFTAB1 <6>: 20`

**`_tabsurf`**

Текущая плотность сети: `SURFTAB1=20`

Выберите объект – определяющую кривую:

Выберите объект – направляющий вектор:

**`_saveas`**

Сохранить файл с именем: фамилия\_упр10

## 6. Построение сети в виде поверхности вращения

Сети в виде поверхности вращения, образующейся в результате вращения сечения трехмерного объекта вокруг оси, создаются командой `_REVSURF` (П-ВРАЩ). Данная команда применяется для получения поверхностей, обладающих осевой симметрией.

### Упражнение №11

Построить сеть в виде поверхности вращения командой `_REVSURF` (П-ВРАЩ). Предварительно установить значение системной переменной `SURFTAB1 = 20`, `SURFTAB2 = 10` и создайте исходные объекты. Сохранить файл.

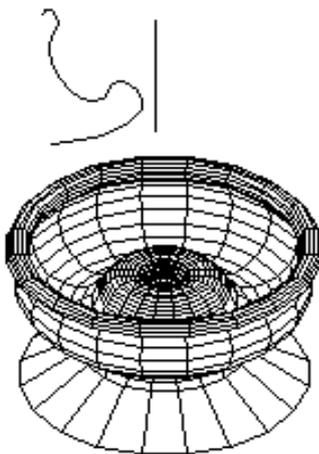
Ключикоманды `_REVSURF` (П-ВРАЩ):

**Selectobjecttorevolve:** - Выберите огибающую кривую - кривую, вращением которой будет создана поверхность

**Select object that defines the axis of revolution:** - Выберите ось вращения - отрезок или незамкнутая полилиния

**Specifystartangle<0>:** - Начальный угол <0> - начальный угол вращения отсчитывается от положительного направления оси X

**Specifyincludedangle (+=ccw, -=cw) <360>:** - Центральный угол (+=прчс, -=п чс) <полный круг>: - центральный угол, определяющий угол поворота кривой вращения вокруг оси



**`_surftab1`**

Новое значение `SURFTAB1 <6>: 20`

**`_surftab2`**

Новое значение `SURFTAB2 <6>: 20`

**`_revsurf`**

Текущая плотность поверхности: `SURFTAB1=20`  
`SURFTAB2=10`

выберите объект для вращения:

Выберите объект, определяющий ось вращения:

Начальный угол <0>:

Центральный угол (+=прчс, -=п чс) <360>:

**`_saveas`**

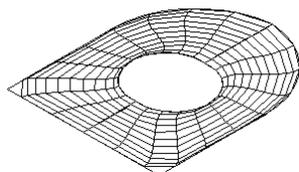
Сохранить файл с именем: фамилия\_упр11

## 7. Построение сети в виде поверхности заданной кромками

Сеть в виде участка поверхности Кунса, определяемая четырьмя кромками, строится командой `_EDGESURF` (П-КРАЙ). Кромки могут представлять собой дуги, отрезки, полилинии, сплайны и эллиптические дуги; они должны попарно смыкаться в конечных точках. При построении подобных сетей четыре кромки выбираются в любом порядке. Участок поверхности Кунса – это бикубическая (т. е. обладающая кубической кривизной как в направлении M, так и в направлении N) поверхность, натянутая на четыре пространственные кривые.

### Упражнение №12

Построить сеть в виде поверхности заданной кромками командой `_EDGESURF` (П-КРАЙ). Предварительно установить значение системной переменной `SURFTAB1 = 20`, `SURFTAB2 = 10` и создайте исходные объекты. Другую половинку изображения получают, используя команду `_MIRROR` (ЗЕРКАЛО). Сохранить файл.



**`_surftab1`**

Новое значение SURFTAB1 <6>: **20**

**`_surftab2`**

Новое значение SURFTAB2<6>: **20**

**`_edgesurf`**

Текущая плотность поверхности: SURFTAB1=10  
SURFTAB2=10

Select object 1 for surface edge:

Select object 2 for surface edge:

Select object 3 for surface edge:

Select object 4 for surface edge:

**`_mirror`**

Select objects: Specify opposite corner: **1 found**

Select objects: Specify opposite corner: **4 found, 5 total**

Select objects:

Specify first point of mirror line: Specify second point of mirror line:

Delete source objects? [Yes/No] <N>:

**`_saveas`**

Сохранить файл с именем: фамилия\_упр12

## 8. Редактирование трехмерных многоугольных сетей

Для редактирования многоугольной сети применяется команда `_PEDIT` (ПОЛПРЕД).

Ключикоманды `_PEDIT` (ПОЛПРЕД):

**Вершина/ Сгладить/ Убрать сгл./ Мзакнуть/ Нзамкнуть/ Отменить/ выХод<x>:**

**Вершина (т, п). След/ Пред/ Левая/ Правая/ Верхняя/ Нижняя/ Перенеси/ Реген/ выХод<c>:**

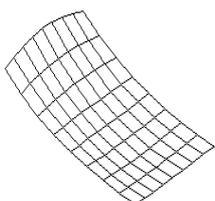
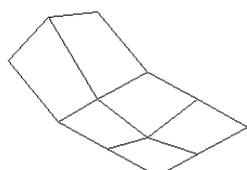
Сглаживание задается ключом СГЛАДЬ. Выбором класса сглаживающей поверхности можно управлять с помощью системной переменной `SURFTYPE`: класс 5 – квадратичный В-сплайн; 6 – кубический В-сплайн; 8 – поверхность Безье.

Точность аппроксимации сети поверхностью управляется системными переменными `SURFU`(направление M) и `SURFV` (направление N).

Управление изображением многоугольной сети и построенных на ней поверхностей на экране осуществляется системной переменной `SPLFRAME`.

### Упражнение №13

Провести сглаживание многоугольной сети различными классами сглаживающей поверхности, предварительно построив сеть командой `3dmesh` (3D-сеть). Сохранить файл. Класс сглаживающей поверхности и точности аппроксимации – 8 – поверхность Безье.



**`_surftype`**

Enter new value for SURFTYPE <6>: **8**

**`_surfu`**

Enter new value for SURFU <6>: **8**

**`_surfV`**

Enter new value for SURFV <6>: **8**

**`_pedit`**

Select polyline:

Enter an option [Edit vertex/Smooth surface/Desmooth/Mclose/Nclose/Undo]: **S**

Generating segment 8...

**`_saveas`**

Сохранить файл с именем: фамилия\_упр13

## 9. Контрольные вопросы

1. Какие команды используются для визуализации чертежей трехмерных объектов? В чем их отличия?
2. Какие системы координат используются в AutoCAD для задания точки в 3М пространстве? В каких форматах возможен ввод координат в 3М пространстве?
3. Каково основное назначение ПСК? Как осуществляется задание новой ПСК?
4. Какие типы трехмерных моделей поддерживает AutoCAD? Охарактеризуйте каждый тип?
5. Какие способы построения поверхностей на базе многоугольных сетей поддерживает AutoCAD?



Выполните упражнения, предварительно настроив единицы измерения и ограничения чертежа. Командой ТЗРЕНИЯ установите угол с осью X равным 315 градусов, а угол с плоскостью XY равным 35 градусам.

### Упражнение 1

Построить фигуру с использованием команды `_box` (ящик). Основание параллелепипеда всегда параллельно плоскости XY текущей ПСК. Выполнить подавление скрытых линий командой `_hide`. Сохранить файл.

Ключикоманды `_BOX` (ЯЩИК):

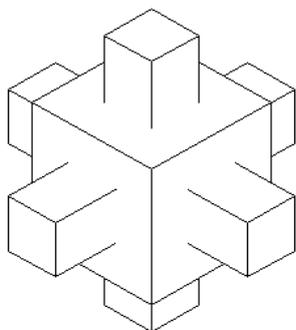
**Specify corner of box or [CEnter] <0,0,0>:** - уголящикаилицентр

**Specifycorneror [Cube/Length]:** - противоположныйугол ящика или [Куб/Длина]

**Specify length:** - длина

**Specify width:** - ширина

**Specify height:** - высота



**`_box`**

Specify corner of box or [CEnter] <0,0,0>:

Specify corner or [Cube/Length]: **C**

Specify length: **50**

**BOX**

Specify corner of box or [CEnter] <0,0,0>: **CE**

Specify center of box <0,0,0>: **25,25,25**

Specify corner or [Cube/Length]: **L**

Specify length: **100**

Specify width: **20**

Specify height: **20**

**BOX**

Specify corner of box or [CEnter] <0,0,0>: **CE**

Specify center of box <0,0,0>: **25,25,25**

Specify corner or [Cube/Length]: **L**

Specify length: **20**

Specify width: **100**

Specify height: **20**

**BOX**

Specify corner of box or [CEnter] <0,0,0>: **CE**

Specify center of box <0,0,0>: **25,25,25**

Specify corner or [Cube/Length]: **L**

Specify length: **20**

Specify width: **20**

Specify height: **100**

**`_hide`**

**`_saveas`**

Сохранить файл с именем: фамилия\_упр1

## Упражнение 2

Построить фигуру с использованием команды `_CONE`(КОНУС). Сменить количество направляющих `ISOLINES=16`. Выполнить подавление скрытых линий командой `_hide`. Сохранить файл.

Твердотельные конусы определяются основанием в форме круга или эллипса и точкой-вершиной. По умолчанию основание конуса располагается в плоскости XY текущей ПСК. Высота конуса (она может быть как положительной, так и отрицательной) параллельна оси Z. Положение вершины конуса определяет его высоту и ориентацию. Количество направляющих определяется системной переменной `ISOLINES`. По умолчанию значение `ISOLINES=4`.

Ключикоманды `_CONE` (КОНУС):

**Specify center point for base of cone or [Elliptical] <0,0,0>:** -  
центроснованияконусаили [Эллиптическоеоснование]

**Specify radius for base of cone or [Diameter]:** -  
радиусоснованияконусаили[Диаметр]

**Specify axis endpoint of ellipse for base of cone or [Center]:** -  
перваяточкабольшойосиили[Центр]

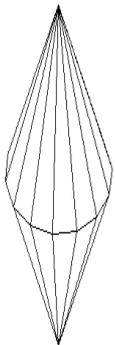
**Specify center point of ellipse for base of cone <0,0,0>:** -  
центрэллиптическогооснования

**Specify second axis endpoint of ellipse for base of cone:-**  
втораяточкабольшойоси

**Specify length of other axis for base of cone:-** длинадругойоси

**Specify height of cone or [Apex]:**- высотаконусаили[Вершина]

**Specify apex point:-** координаты вершины



### \_ISOLINES

Enter new value for ISOLINES <4>: **16**

### \_cone

Current wire frame density: ISOLINES=16

Specify center point for base of cone or [Elliptical] <0,0,0>:

Specify radius for base of cone or [Diameter]: **50**

Specify height of cone or [Apex]: **100**

### **CONE**

Current wire frame density: ISOLINES=16

Specify center point for base of cone or [Elliptical] <0,0,0>:

Specify radius for base of cone or [Diameter]: **50**

Specify height of cone or [Apex]: **-100**

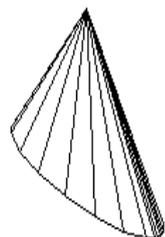
### \_cone

Current wire frame density: ISOLINES=16

Specify center point for base of cone or [Elliptical] <0,0,0>: **E**

Specify axis endpoint of ellipse for base of cone or [Center]:  
**50,0,0**

Specify second axis endpoint of ellipse for base of cone:



**-50,0,0**

Specify length of other axis for base of cone: **15**

Specify height of cone or [Apex]: **75**

**\_hide**

**\_saveas**

*Сохранить файл с именем: фамилия\_упр2*

### Упражнение 3

Построить фигуру с использованием команды **\_CYLINDER** (ЦИЛИНДР). Выполнить подавление скрытых линий командой **\_hide**. Сохранить файл.

Твердотельные цилиндры определяются основанием в форме круга или эллипса и высотой. Основание цилиндра располагается в плоскости XY текущей ПСК.

Ключикоманды **\_CYLINDER** (ЦИЛИНДР):

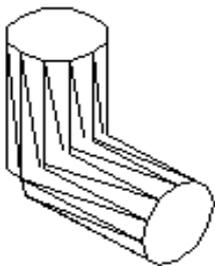
**Specify center point for base of cylinder or [Elliptical] <0,0,0>:** -  
центроснованияцилиндраили[Эллиптический]

**Specify radius for base of cylinder or [Diameter]:** -  
радиусоснованияцилиндраили[Диаметр]

**Specify diameter for base of cylinder:** - диаметрснованияцилиндра

**Specify height of cylinder or [Center of other end]:** -  
высотацилиндраили[Центрдругогооснования]

**Specify center of other end of cylinder:** -  
координатыцентрадругооснования



**\_cylinder**

Current wire frame density: ISOLINES=16

Specify center point for base of cylinder or [Elliptical] <0,0,0>:

Specify radius for base of cylinder or [Diameter]: **D**

Specify diameter for base of cylinder: **30**

Specify height of cylinder or [Center of other end]: **50**

**CYLINDER**

Current wire frame density: ISOLINES=16

Specify center point for base of cylinder or [Elliptical] <0,0,0>:

Specify radius for base of cylinder or [Diameter]: **D**

Specify diameter for base of cylinder: **30**

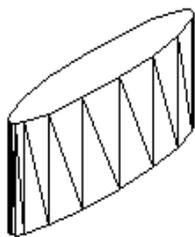
Specify height of cylinder or [Center of other end]: **C**

Specify center of other end of cylinder: **50,0,0**

**\_cylinder**

Current wire frame density: ISOLINES=16

Specify center point for base of cylinder or [Elliptical] <0,0,0>: **E**



Specify axis endpoint of ellipse for base of cylinder or [Center]: **0,-50,0**

Specify second axis endpoint of ellipse for base of cylinder: **0,50,0**

Specify length of other axis for base of cylinder: **10**

Specify height of cylinder or [Center of other end]: **50**

**\_hide**

**\_saveas**

*Сохранить файл с именем: фамилия\_упр3*

#### Упражнение 4

Построить фигуру с использованием команды **\_SPHERE** (ШАР). Выполнить подавление скрытых линий командой **\_hide**. Сохранить файл.

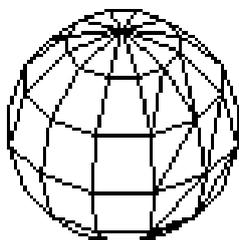
Твердотельные шары определяются точкой центра и радиусом (или диаметром). Параллели шара проходят параллельно плоскости XY, а ось параллельна оси Z текущей ПСК.

Ключикоманды **\_SPHERE** (ШАР):

**Specify center of sphere <0,0,0>**: - центр сферы

**Specify radius of sphere or [Diameter]**: - радиус сферы или [Диаметр]

**Specify diameter**: - диаметр сферы



**\_sphere**

Current wire frame density: ISOLINES=16

Specify center of sphere <0,0,0>:

Specify radius of sphere or [Diameter]: **D**

Specify diameter: **50**

**\_hide**

**\_saveas**

*Сохранить файл с именем: фамилия\_упр4*

#### Упражнение 5

Построить фигуру с использованием команды **\_TORUS(TOP)**. Выполнить подавление скрытых линий командой **\_hide**. Сохранить файл.

Твердотельный тор напоминает по форме камеру автомобильной шины. Плоскость XY текущей ПСК делит тор на две равные части в продольном сечении. Для построения тела, имеющего форму мяча для регби, необходимо задать отрицательный радиус тора и положительный радиус тубы (полости), причем радиус тубы должен быть больше по абсолютной величине.

Допускается построение самопересекающихся торов, т. е. торов, не имеющих центрального отверстия. Для этого нужно задавать радиус тубы большим, чем радиус тора.

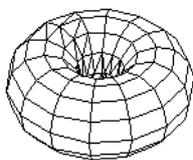
Ключикоманды **\_TORUS** (ТОР):

**Specify center of torus <0,0,0>**: - центр тора

**Specify radius of torus or [Diameter]:** - радиустораили[Диаметр]

**Specify radius of tube or [Diameter]:** - радиустубыили[Диаметр]

**Specify diameter:** - значение диаметра



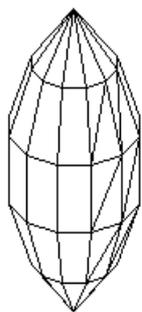
**\_torus**

Current wire framedensity: ISOLINES=16

Specify center of torus <0,0,0>:

Specify radius of torus or [Diameter]: **30**

Specify radius of tube or [Diameter]: **20**



**TORUS**

Current wire frame density: ISOLINES=16

Specify center of torus <0,0,0>:

Specify radius of torus or [Diameter]: **-80**

Specify radius of tube or [Diameter]: **110**

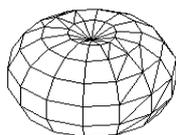
**TORUS**

Current wire frame density: ISOLINES=16

Specify center of torus <0,0,0>:

Specify radius of torus or [Diameter]: **20**

Specify radius of tube or [Diameter]: **35**



**\_hide**

**\_saveas**

*Сохранить файл с именем: фамилия\_упр5*

### Упражнение 6

Построить фигуру с использованием команды **\_WEDGE**(КЛИН).  
Выполнить подавление скрытых линий командой **\_hide**. Сохранить файл.

Основание твердотельного клина параллельно плоскости XY текущей ПСК, а наклонная грань располагается напротив первого указанного угла основания. Высота клина (она может быть как положительной, так и отрицательной) параллельна оси Z.

Ключикоманды **\_WEDGE** (КЛИН):

**Specify first corner of wedge or [CEnter] <0,0,0>:** -  
первый угол клина или [Центр]

**Specify center of wedge <0,0,0>:** - координаты центра

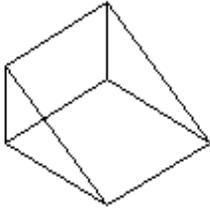
**Specify corner or [Cube/Length]:** - противоположный угол клина или  
[Куб/Длина]

**Specify length:** - значение длины (если куб)

**Specify length:** - значение длины

**Specify width:** - значение ширины

**Specify height:** - значение высоты



**\_wedge**

Specify first corner of wedge or [CEnter] <0,0,0>:

Specify corner or [Cube/Length]: **50,50,0**

Specify height: **30**

**WEDGE**

Specify first corner of wedge or [CEnter] <0,0,0>: **CE**

Specify center of wedge <0,0,0>:

Specify opposite corner or [Cube/Length]: **C**

Specify length: **25**

**WEDGE**

Specify first corner of wedge or [CEnter] <0,0,0>:

Specify corner or [Cube/Length]: **L**

Specify length: **10**

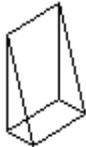
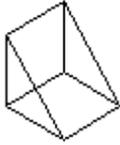
Specify width: **20**

Specify height: **30**

**\_hide**

**\_saveas**

*Сохранить файл с именем: фамилия\_унрб*



## 2. Построение твердотельных объектов путем выдавливания и вращения двумерных объектов

Построение твердотельных объектов путем выдавливания и поворота двумерных объектов производится с помощью команд **\_EXTRUDE** (ВЫДАВЛИВАНИЕ) и **\_REVOLVE** (ВРАЩЕНИЕ). Данные команды можно применять к таким замкнутым кривым, как полилинии, многоугольники, круги, эллипсы, замкнутые сплайны, кольца и области; команды неприменимы к трехмерным объектам, объектам, входящим в блок, разомкнутым полилиниям и полилиниям с пересекающимися сегментами. Эти команды удобны для объектов, имеющих сопряжения, фаски и аналогичного рода элементы, которые трудно воспроизвести без использования сечений.

### Упражнение 7

Построить фигуры с использованием команды **\_EXTRUDE** (ВЫДАВЛИВАНИЕ) (рис. 9). Предварительно создать исходные двумерные объекты для выдавливания и оси для траекторий выдавливания. Выполнить подавление скрытых линий командой **\_hide**. Сохранить файл.

Исходные объекты для выдавливания (рис. 9): область, окружность, эллипс, шестиугольник, «замкнутая полилиния»; векторы выдавливания – отрезок прямой, полилиния с прямыми и дуговым сегментом.

Ключикоманды **\_EXTRUDE** (ВЫДАВЛИВАНИЕ):

**Selectobjects:** - выбрать объект

**Specify height of extrusion or [Path]:** -  
высотавыдавливанияили[Траектория]

**Selectextrusionpath:**- выбрать траекторию выдавливания

### Упражнение 8

Построить фигуры с использованием команды **\_REVOLVE** (ВРАЩЕНИЕ) (рис. 10). Предварительно создать исходные двумерные объекты для выдавливания и оси вращения. Выполнить подавление скрытых линий командой **\_hide**. Сохранить файл.

Исходные объекты для вращения (рис. 10): эллипс, окружность, параллелепипед, шестиугольник, «замкнутая полилиния»; ось вращения задается двумя точками.

Ключикоманды **\_REVOLVE** (ВРАЩЕНИЕ):

**Selectobjects:** - выбрать объект для вращения

**Specifystartpointforaxisofrevolutionordefineaxisby [Object/X (axis)/Y (axis)]:** -  
указать начальную точку (координаты точки)осивращенияилиопределитьсякак [Объект/ осьX/ ось Y]

**Selectanobject:**- выбрать объект (как ось вращения)

**Specifyendpointofaxis:**- указать конечную точку (координаты точки) оси вращения

**Specify angle of revolution <360>:** - значениеуглавращения

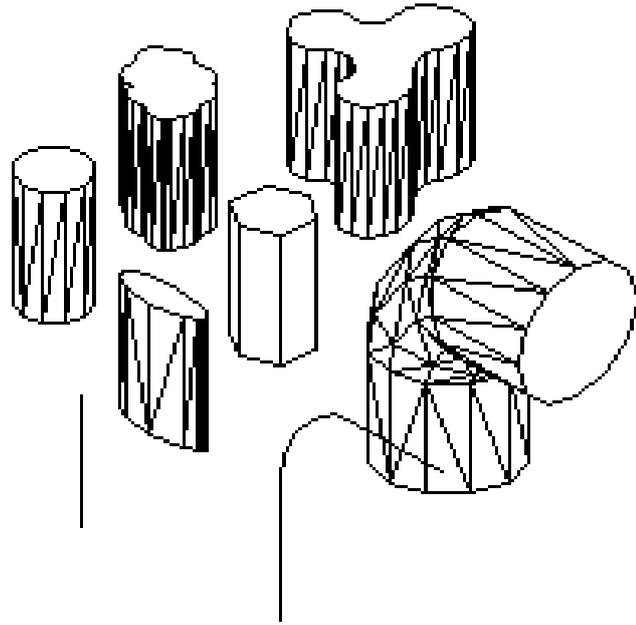


Рис. 9

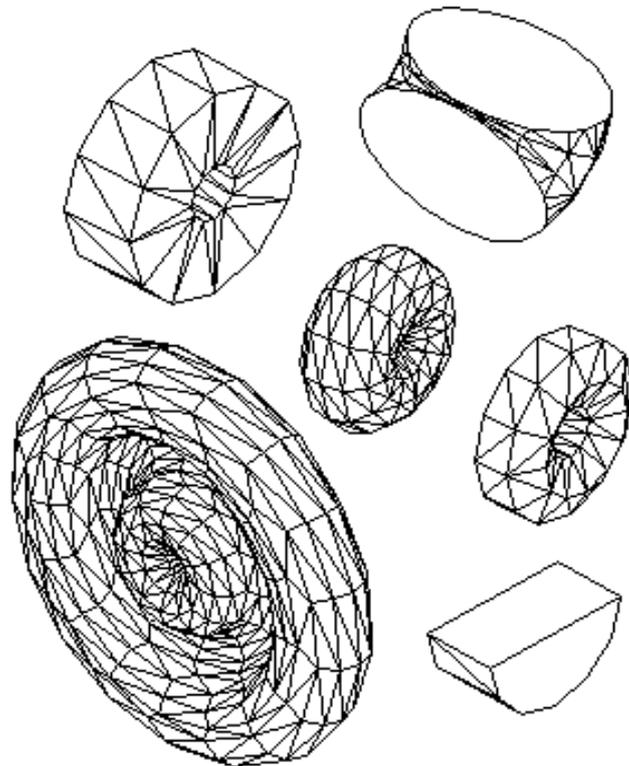


Рис. 10

### 3. Построение сложных твердотельных объектов

Твердотельные объекты сложной формы можно строить, применяя Булевы (логические) операции: \_UNION(ОБЪЕДИНЕНИЕ), \_SUBTRACT(ВЫЧИТАНИЕ) и \_INTERSECT (ПЕРЕСЕЧЕНИЕ). Данные операции (команды) также представлены первыми тремя кнопками на панели инструментов «Редактирование твердых тел» (рис. 11).



Рис. 11

Кроме того, команды логических операций можно вызвать из подменю «Редактирование тел» меню «Редактирование».

С помощью команды \_UNION(ОБЪЕДИНЕНИЕ) можно получить сложный объект, занимающий суммарный объем всех его составляющих.

#### Упражнение 9

Построить твердотельную шахматную фигуру (рис. 12) с помощью команды \_UNION(ОБЪЕДИНЕНИЕ). Исходные твердотельные объекты можно строить любыми изложенными ранее способами. Для удобства построения можно использовать новые ПСК. Сохранить файл.

Ключи команды \_UNION(ОБЪЕДИНЕНИЕ):

**Select objects:**- выберите объекты для объединения

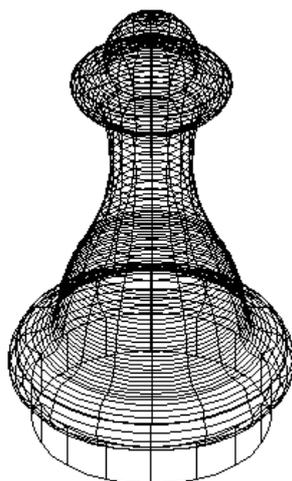


Рис. 12

С помощью команды \_SUBTRACT (ВЫЧИТАНИЕ) можно удалить из множества тел те части объема, которые также принадлежат другому множеству. Эту команду, например, можно применить для получения отверстий в механических деталях путем вычитания цилиндров.

### Упражнение 10

Построить твердотельную фигуру (рис. 13) с помощью команды **\_SUBTRACT** (ВЫЧИТАНИЕ). Исходные твердотельные объекты можно строить любыми изложенными ранее способами. Для удобства построения можно использовать новые ПСК. Сохранить файл.

Ключи команды **\_SUBTRACT** (ВЫЧИТАНИЕ):

**Select solids and region to subtract from ..** – выберите исходные объекты

**Select solids and regions to subtract ..** – выберите вычитаемые объекты

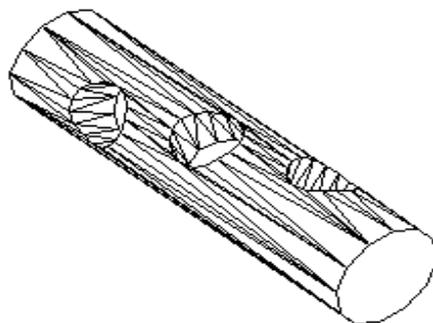


Рис. 13

С помощью команды **\_INTERSECT** (ПЕРЕСЕЧЕНИЕ) можно построить сложное тело, занимающее объем, общий для двух или более пересекающихся тел. Непересекающиеся части объемов при этом удаляются из рисунка.

### Упражнение 11

Построить твердотельную фигуру (рис. 14) с помощью команды **\_INTERSECT** (ПЕРЕСЕЧЕНИЕ). Исходные твердотельные объекты (торы) можно строить любыми изложенными ранее способами. Для удобства построения можно использовать новые ПСК. Сохранить файл.

Ключи команды **\_INTERSECT** (ПЕРЕСЕЧЕНИЕ):

**Select objects:-** выберите объекты для пересечения

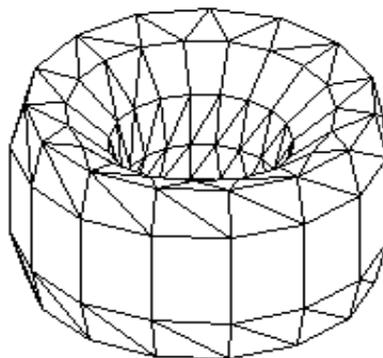


Рис. 14

## 4. Команды редактирования 3М объектов

Так же как и для 2М объектов, для редактирования 3М объектов могут применяться команды МАССИВ, КОПИРОВАНИЕ, ЗЕРКАЛО, ПЕРЕНЕСТИ, ПОВЕРНУТЬ. Для повышения точности при 3М редактировании можно пользоваться объектной привязкой (кроме режимов «Пересечение» и «Кажущееся пересечение»).

### 4.1. Поворот 3М объектов

В 2М пространстве команда `_ROTATE` (ПОВЕРНУТЬ) производит поворот объекта вокруг указанной точки; направление поворота определяется относительно текущей ПСК. При работе в 3М пространстве поворот производится вокруг оси. Ось может определяться следующими способами: указанием двух точек, объекта, одной из осей координат (X, Y или Z), или текущего направления взгляда. Для поворота может использоваться как команда `_ROTATE` (ПОВЕРНУТЬ), так и ее трехмерный аналог `_ROTATE3D` (3-ПОВЕРНУТЬ), которую можно вызвать, открыв подменю «3М-операции» в меню «Редактирование».

Для поворота 3М объекта вокруг оси

- 1 Из меню «Редактирование» выбрать «3М-операции» - `_ROTATE3D` (3-ПОВЕРНУТЬ)
- 2 Выбрать поворачиваемый объект
- 3 Указать начальную и конечную точки оси поворота

### 4.2. Размножение 3М объектов массивом

Прямоугольный или круговой массив 3М объектов можно создать командой `_3DARRAY` (3М-МАССИВ). Дополнительно к заданию числа рядов (в направлении X) и числа столбцов (в направлении Y) здесь необходимо указать число этажей массива (в направлении Z).

Для создания прямоугольного массива

- 1 Из меню «Редактирование» выбрать «3М-операции» - `_3DARRAY` (3М-МАССИВ)
- 2 Выбрать размножаемый объект
- 3 Задать опцию «Прямоугольный»
- 4 Ввести число рядов
- 5 Ввести число столбцов
- 6 Ввести число этажей
- 7 Задать расстояние между рядами
- 8 Задать расстояние между столбцами
- 9 Задать расстояние между этажами

Для создания кругового массива

1 Из меню «Редактирование» выбрать «3D-операции» - `_3DARRAY` (3D-МАССИВ)

2 Выбрать размножаемый объект

3 Задать опцию «Круговой»

4 Задать число элементов массива

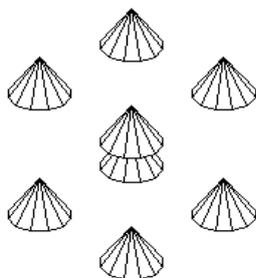
5 Задать угол заполнения

6 Нажать `ENTER` для задания поворота объектов в соответствии с поворотом массива; либо ввести `N` (Нет) для сохранения их исходной ориентации

7 Указать начальную и конечную точки оси массива

### Упражнение 12

Построить прямоугольный и круговой массив 3D объектов командой `_3DARRAY` (3D-МАССИВ). Выполнить подавление скрытых линий командой `_hide`. Сохранить файл.



`_cone`

Current wire frame density: `ISOLINES=10`

Specify center point for base of cone or [Elliptical] `<0,0,0>`:

Specify radius for base of cone or [Diameter]: **10**

Specify height of cone or [Apex]: **15**

`_3darray`

Initializing...

Select objects: 1 found

Введитетипмассива [Rectangular/Polar] `<R>`:

Введитечислострок (---) `<1>`: **2**

Введите число столбцов (|||) `<1>`: **2**

Введите число уровней (...) `<1>`: **2**

Расстояние между строками (---): **40**

Расстояние между столбцами (|||): **40**

Расстояниемеждууровнями (...): **50**

`_hide`

`_3darray`

Select objects: 1 found

Введитетипмассива [Rectangular/Polar] `<R>`:**P**

Введите количество пунктов в массиве: **12**

Определите угол заполнения (+=ccw, -=cw) `<360>`: **180**

Повернуть упорядоченные объекты? [Yes/No] `<Y>`:

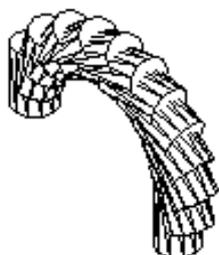
Определите точку центра массива:

Определите вторую точку на оси вращения:

`_hide`

`_saveas`

Сохранить файл с именем: фамилия\_упр12



### 4.3. Зеркальное отражение 3D объектов

Зеркальное отражение объектов относительно какой-либо плоскости можно получить с помощью команды `_MIRROR3D` (3М-ЗЕРКАЛО). Плоскость отражения может представлять собой: плоскость построения 2D объекта; плоскость, параллельную одной из плоскостей координат (XY, YZ или XZ) текущей ПСК и проходящей через заданную точку; плоскость определяемую тремя заданными точками

Для зеркального отражения 3D объектов

**1** Из меню «Редактирование» выбрать «3D-операции» - `_MIRROR3D` (3М-ЗЕРКАЛО)

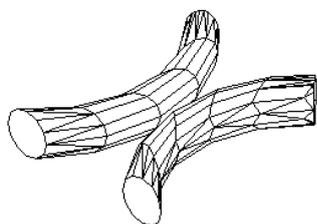
**2** выбрать отражаемый объект

**3** указать три точки, определяющие плоскость отражения

**4** Нажать ENTER, чтобы оставить исходные объекты; либо ввести Y (Да), чтобы удалить их

#### Упражнение 13

Выполнить зеркальное отображение 3D объекта командой `_MIRROR3D` (3М-ЗЕРКАЛО). Выполнить подавление скрытых линий командой `_hide`. Сохранить файл.



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

Specify radius of circle or [Diameter]: **10**

`_arc` Specify start point of arc or [CEnter]:

Specify second point of arc or [CEnter/ENd]:

Specify end point of arc:

`_extrude`

Current wire frame density: ISOLINES=10

Select objects: 1 found

Select objects:

Specify height of extrusion or [Path]: **P**

Select extrusion path:

`_mirror3d`

Select objects: 1 found

Select objects:

Specify first point of mirror plane (3 points) or [Object/Last/Zaxis/View/XY/YZ/ZX/3points] <3points>:  
YZ

YZ

Specify point on YZ plane <0,0,0>:

Delete source objects? [Yes/No] <N>:

`_hide`

`_saveas`

Сохранить файл с именем: фамилия\_упр13

## 5. Редактирование 3М твердотельных объектов

Техника редактирования 3М твердотельных объектов включает в себя: снятие фасок, сопряжение, построение сечений и деление тел на части. Кроме того, существует возможность непосредственного редактирования граней и ребер модели. Существует функция, удаляющая дополнительные поверхности и ребра, появившиеся после выполнения команд «СОПРЯЖЕНИЕ» и «ФАСКА». Можно изменять цвет граней и ребер и создавать их копии, представляющие собой ACIS-тела, области, отрезки, дуги, круги, эллипсы и сплайны. Путем клеймения (т. е. нанесения геометрических объектов на грани) создаются новые грани или сливаются имеющиеся избыточные. Смещение граней изменяет их пространственное положение в твердотельной модели; с помощью этой операции, например, можно увеличивать или уменьшать диаметры отверстий. Функция разделения создает из одного тела несколько новых независимых тел. И, наконец, имеется возможность преобразования тел в тонкостенные оболочки заданной толщины.

### 5.1. Сопряжение граней и снятие фасок у тел

Плавное сопряжение граней осуществляется командой `_FILLET(СОПРЯЖЕНИЕ)`. При использовании способа по умолчанию вначале указывается радиус сопряжения, затем выбираются сопрягаемые ребра. Существуют и другие способы, в которых для каждой сопрягаемой грани задается свой радиус сопряжения или сопрягается последовательность ребер, переходящих одно в другое по касательной.

Снятие фасок на пересечениях смежных граней тел осуществляется командой `_CHAMFER(ФАСКА)`.

Для сопряжения граней тела

- 1 Из меню «Редактирование» выбрать «Сопряжение»
- 2 Выбрать ребро тела для сопряжения
- 3 Задать радиус сопряжения
- 4 Продолжить выбор ребер или нажать `ENTER` для перехода к построению сопряжения

Для снятия фаски у тела

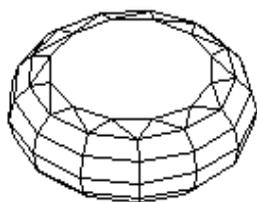
- 1 Из меню «Редактирование» выбрать «Фаска»
- 2 Выбрать ребро базовой грани для фаски. AutoCAD подсвечивает одну или две грани, смежные с выбранным ребром
- 3 Для перехода к следующей грани ввести `N` (следующая); для подтверждения работы с текущей выделенной гранью нажать `ENTER`
- 4 Задать длину фаски для базовой грани. Длина фаски для базовой грани измеряется от выбранного ребра до точки на базовой грани. Длина фаски для смежной грани измеряется от выбранного ребра до точки на смежной грани.

5 Задать длину фаски для смежной грани. Опция «Периметр» выбирает для снятия фаски все ребра базовой грани; опция «Выберите ребро» позволяет выбрать ребра вручную

6 Указать ребра, на которых необходимо снять фаски

### Упражнение 14

Выполнить сопряжениеи снятие фасок у тел командой `_FILLET` (СОПРЯЖЕНИЕ) и `_CHAMFER`(ФАСКА). Выполнить подавление скрытых линий командой `_hide`. Сохранить файл.



#### **`_cylinder`**

Current wire frame density: ISOLINES=10

Specify center point for base of cylinder or [Elliptical]  
<0,0,0>:

Specify radius for base of cylinder or [Diameter]: **30**

Specify height of cylinder or [Center of other end]: **20**

#### **`_fillet`**

Current settings: Mode = TRIM, Radius = 10

Select first object or [Polyline/Radius/Trim]:

Enter fillet radius <10>:

Select an edge or [Chain/Radius]: **C**

Select an edge chain or [Edge/Radius]:

#### **`_box`**

Specify corner of box or [CEnter] <0,0,0>:

Specify corner or [Cube/Length]: **C**

Specify length: **30**

#### **`_chamfer`**

(TRIM mode) Current chamfer Dist1 = 7, Dist2 = 7

Select first line or [Polyline/Distance/Angle/Trim/Method]: **D**

Specify first chamfer distance <7>: **3**

Specify second chamfer distance <3>:

#### **`_chamfer`**

(TRIM mode) Current chamfer Dist1 = 3, Dist2 = 3

Select first line or [Polyline/Distance/Angle/Trim/Method]:

Base surface selection...

Enter surface selection option [Next/OK (current)] <OK>:

Specify base surface chamfer distance <3>:

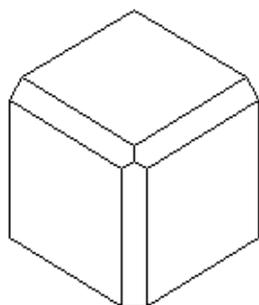
Specify other surface chamfer distance <3>:

Select an edge or [Loop]:

#### **`_hide`**

#### **`_saveas`**

Сохранить файл с именем: фамилия\_упр14



## 5.2. Построение сечений и разрезание тел

Построение поперечного сечения тела (в виде области или неименованного блока) осуществляется командой `_SECTION(СЕЧЕНИЕ)`. При использовании способа по умолчанию секущая плоскость задается указанием трех точек. В других методах она определяется плоскостью построения другого объекта, плоскостью текущего вида, осью *Z* или одной из плоскостей координат (*XY*, *YZ* или *ZX*). AutoCAD помещает секущую плоскость на текущий слой.

Построение нового тела путем разрезания какого-либо из существующих тел плоскостью осуществляется командой `_SLICE (РАЗРЕЗ)`. Полученные части можно оставить на рисунке или удалить одну из них. Части наследуют слой и цвет исходного тела. При разрезании по умолчанию вначале тремя точками задается режущая плоскость, затем указывается, какая из частей (или обе) должна быть сохранена. При использовании других способов режущая плоскость может определяться другим объектом, плоскостью текущего вида, осью *Z* или одной из плоскостей координат (*XY*, *YZ* или *ZX*).

Для построения поперечного сечения тела

**1** Из меню «Рисование» выбрать «Тела» - «Сечение»

**2** Выбрать объекты для построения сечения

**3** Указанием трех точек задать секущую плоскость. Первая из указанных точек задает начало (0, 0, 0) связанной с режущей плоскостью ПСК, вторая – направление ее оси *X*, третья – направление оси *Y*.

Для разрезания тела

**1** Из меню «Рисование» выбрать «Тела» - «Разрез»

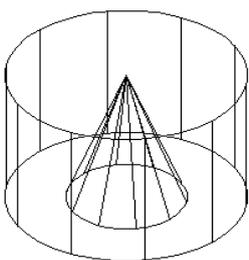
**2** Выбрать объекты для разрезания

**3** Указанием трех точек определить режущую плоскость. Первая из указанных точек задает начало (0, 0, 0) связанной с режущей плоскостью ПСК, вторая – направление ее оси *X*, третья – направление оси *Y*.

**4** Указать, какую из частей оставить на рисунке; ввести *b* (обе), если ни одну из них не нужно удалять

### Упражнение 15

Выполнить разрезание тела командой `_SLICE (РАЗРЕЗ)`. Выполнить подавление скрытых линий командой `_hide`. Сохранить файл.



**`_cylinder`**

Current wire frame density: ISOLINES=10

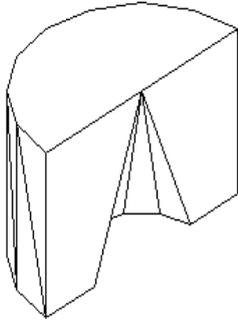
Specify center point for base of cylinder or [Elliptical]

<0,0,0>:

Specify radius for base of cylinder or [Diameter]: **30**

Specify height of cylinder or [Center of other end]: **40**

**`_subtract`**



Select solids and regions to subtract from ..

Select objects: 1 found

Select objects:

Select solids and regions to subtract ..

Select objects: 1 found

Select objects:

**\_slice**

Select objects: Specify opposite corner: 0 found

Select objects: 1 found

Select objects:

Specify first point on slicing plane by  
[Object/Zaxis/View/XY/YZ/ZX/3points]

<3points>: **YZ**

Specify a point on the YZ-plane <0,0,0>:

Specify a point on desired side of the plane or [keep Both  
sides]:

**\_hide**

**\_saveas**

*Сохранить файл с именем: фамилия\_упр15*

## 6. Редактирование граней 3D тел

Набор возможных действий по редактированию граней твердотельного объекта включает в себя их выдавливание, перенос, поворот, смещение, сведение на конус, удаление, копирование и изменение цвета.

Грани для обработки можно выбирать как по отдельности, так и спомощью стандартных средств выбора AutoCAD:

- контурный набор
- секущий многоугольник
- секущая рамка
- линия

Контурным набором называется набор граней, заключенных внутри замкнутого контура, который состоит из отрезков, кругов, дуг, эллиптических дуг и сплайнов. При создании контурного набора вначале указывается внутренняя точка на теле; AutoCAD подсвечивает грань, которой точка принадлежит. Если выбрать ту же точку повторно, подсветка перемещается на смежную грань.

Можно выбирать грани и ребра по отдельности, указывая их мышью, а также использовать секущую рамку, секущий многоугольник произвольной формы и линию выбора; в последнем случае в набор попадают все грани и ребра, через которые проходит линия.

Команды редактирования граней тел можно вызвать с панели инструментов «Редактирование твердых тел» (рис. ) или из подменю «Редактирование тел» меню «Редактирование»



### 6.1. Выдавливание граней

Выдавливание плоских граней можно производить путем задания траектории или численных значений глубины и угла сужения. У каждой грани имеется сторона положительного смещения, определяемая направлением нормали к ней. Ввод положительной глубины приводит к выдавливанию грани в положительном направлении (как правило, от тела); отрицательной – в отрицательном направлении (внутрь тела).

Положительное значение угла сужения соответствует постепенному удалению грани от вектора; отрицательное значение – приближению к вектору. По умолчанию угол сужения равен 0, и грань выдавливается перпендикулярно своей плоскости без изменения размеров. Задание слишком больших значений угла сужения и глубины выдавливания может привести к тому, что объект сузится до нуля, не достигнув заданной высоты. Траектория выдавливания (если она задана) может состоять из отрезков, кругов, дуг, эллипсов, эллиптических дуг, полилиний и сплайнов.

Выдавливание можно производить и по заданной траектории. Вдоль нее сдвигаются все контуры, образующие выбранную грань. Траекториями могут

служить отрезки, круги, дуги, эллипсы, эллиптические дуги, полилинии и сплайны. Траектория не должна лежать в одной плоскости с выдавливаемой гранью и не должна иметь участков с большой кривизной.

Для выдавливания грани тела

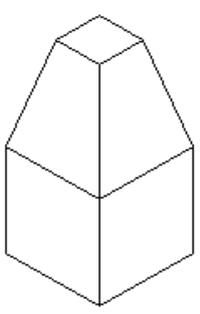
- 1 Из меню «Редактирование» выбрать «Редактирование тел» - «Выдавить грани»
- 2 Выбрать грань для выдавливания
- 3 Продолжить выбор граней или нажать ENTER для перехода к заданию параметров
- 4 Задать глубину выдавливания
- 5 Задать угол сужения
- 6 Нажать ENTER для завершения команды

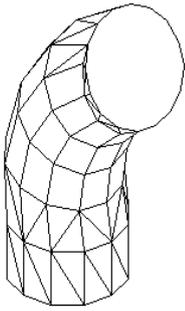
Для выдавливания грани тела вдоль траектории

- 1 Из меню «Редактирование» выбрать «Редактирование тел» - «Выдавить грани»
- 2 Выбрать грань для выдавливания
- 3 Продолжить выбор граней или нажать ENTER для перехода к заданию параметров
- 4 Ввести р (Траектория)
- 5 Выбрать объект, в качестве траектории
- 6 Нажать ENTER для завершения команды

### Упражнение 16

Выполнить выдавливание граней тела с помощью задания глубины выдавливания и с помощью траектории командой `_SOLIDEDIT` (РЕДАКТИРОВАНИЕ ТЕЛ) (`_EXTRUDE` (ВЫДАВЛИВАНИЕ)). Выполнить подавление скрытых линий командой `_hide`. Сохранить файл.

	<p><b>_box</b> Specify corner of box or [CEnter] &lt;0,0,0&gt;: Specify corner or [Cube/Length]: <b>C</b> Specify length: <b>30</b></p> <p><b>_solidedit</b> Solids editing automatic checking: SOLIDCHECK=1 Enter a solids editing option [Face/Edge/Body/Undo/eXit] &lt;eXit&gt;: <b>_face</b> Enter a face editing option [Extrude/Move/Rotate/Offset/Taper/Delete/Copy/coLor/Undo/eXit] &lt;eXit&gt;: <b>_extrude</b> Select faces or [Undo/Remove]: 1 face found. Select faces or [Undo/Remove/ALL]: Specify height of extrusion or [Path]: <b>30</b></p>
---	--



Specify angle of taper for extrusion <0>: **15**  
**\_cylinder**  
Current wire frame density: ISOLINES=10  
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]: **-20**  
**\_arc**  
Specify start point of arc or [CEnter]:  
Specify second point of arc or [CEnter/ENd]:  
Specify end point of arc:  
**\_solidedit**  
Solids editing automatic checking: SOLIDCHECK=1  
Enter a solids editing option [Face/Edge/Body/Undo/eXit] <eXit>:  
**\_face**  
Enter a face editing option  
[Extrude/Move/Rotate/Offset/Taper/Delete/Copy/coLor/Undo/eXit]  
<eXit>: **\_extrude**  
Select faces or [Undo/Remove]: 1 face found.  
Select faces or [Undo/Remove/ALL]:  
Specify height of extrusion or [Path]: **P**  
Select extrusion path:  
**\_hide**  
**\_saveas**  
*Сохранить файл с именем: фамилия\_унр16*

## 6.2. Перенос граней

Грани 3D тел могут подвергаться переносу в пространстве. При этом исходная ориентация остается неизменной. Функция переноса граней полезна, например, при подборе положения отверстия внутри тела. Точность задания нового положения грани может быть обеспечена с помощью шаговой и объектной привязки, а также путем указания численных значений координат

Для переноса грани тела

- 1 Из меню «Редактирование» выбрать «Редактирование тел» - «Перенести грани»
- 2 Выбрать грань для переноса
- 3 Продолжить выбор граней или нажать ENTER для перехода к заданию параметров
- 4 Указать базовую точку перемещения
- 5 Указать вторую точку перемещения
- 6 Нажать ENTER для завершения команды

### 6.3. Поворот граней

Поворот грани (или набора граней) тела осуществляется путем выбора базовой точки и задания относительного или абсолютного значения угла. Все 3D грани поворачиваются вокруг выбранной оси. Направление поворота определяется положением текущей ПСК и значением системной переменной ANGDIR. Ось может определяться следующими способами: указанием двух точек, объекта, одной из осей координат (X, Y или Z) или направление взгляда.

Для поворота грани тела

**1** Из меню «Редактирование» выбрать «Редактирование тел» - «Повернуть грани»

**2** Выбрать грань для поворота

**3** Продолжить выбор граней или нажать ENTER для перехода к заданию параметров

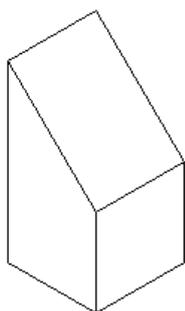
**4** Ввести z для указания точки на оси. Ось поворота может быть задана указанием точки на оси X или Y, двух точек или объекта (в этом случае ось совмещается с ним). Положительным направлением оси считается направление от начальной точки к конечной. Поворот подчиняется правилу правой руки, если не задано обратное путем соответствующей установки системной переменной ANGDIR

**5** Задать угол поворота

**6** Нажать ENTER для завершения команды

#### Упражнение 17

Выполнить поворот грани тела командой `_SOLIDEDIT` (РЕДАКТИРОВАНИЕ ТЕЛ) (`_ROTATE` (ПОВОРОТ)). Выполнить подавление скрытых линий командой `_hide`. Сохранить файл.



**`_box`**

Specify corner of box or [CEnter] <0,0,0>:

Specify corner or [Cube/Length]: **C**

Specify length: **30**

**`_solidedit`**

Solids editing automatic checking: **SOLIDCHECK=1**

Enter a solids editing option [Face/Edge/Body/Undo/eXit] <eXit>:

**`_face`**

Enter a face editing option

[Extrude/Move/Rotate/Offset/Taper/Delete/Copy/coLor/Undo/eXit]

<eXit>: **`_rotate`**

Select faces or [Undo/Remove]: 1 face found.

Select faces or [Undo/Remove/ALL]:

Specify an axis point or [Axis by object/View/Xaxis/Yaxis/Zaxis]

<2points>: **Y**

Specify the origin of the rotation <0,0,0>:

Specify a rotation angle or [Reference]: **45**

**\_hide**

**\_saveas**

*Сохранить файл с именем: фамилия\_упр17*

#### **6.4. Смещение граней**

Грани 3D тела могут быть подвергнуты равномерному смещению на заданное расстояние. Смещение каждой грани выполняется в направлении нормали к ней. Данная операция может быть использована, например, для расширения или сужения имеющихся в теле отверстий. Положительное значение смещения соответствует увеличению объема тела (или отверстия в нем), отрицательное – уменьшению. Значение смещения можно также задать неявно, указать на рисунке точку, через которую должна проходить новая грань

Для смещения грани тела

- 1** Из меню «Редактирование» выбрать «Редактирование тел» - «Сместить грани»
- 2** Выбрать грань для смещения
- 3** Продолжить выбор граней или нажать ENTER для перехода к заданию параметров
- 4** Задать расстояние смещения
- 5** Нажать ENTER для завершения команды

#### **6.5. Сведение граней на конус**

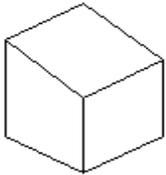
Грани тела могут быть сведены на конус относительно заданного вектора направления. Положительное значение угла сужения соответствует постепенному удалению грани от вектора; отрицательное значение – приближение к вектору. Не рекомендуется задавать большие углы сужения; иначе образующие грани могут сойтись в одну точку до того, как будет достигнута требуемая глубина. В этом случае сведение на конус не выполняется.

Для сведения грани тела на конус

- 1** Из меню «Редактирование» выбрать «Редактирование тел» - «Свести грани на конус»
- 2** Выбрать грань для сведения на конус
- 3** Продолжить выбор граней или нажать ENTER для перехода к заданию параметров
- 4** Указать базовую точку для операции
- 5** Указать вторую точку на оси
- 6** Задать угол сужения
- 7** Нажать ENTER для завершения команды

### Упражнение 18

Выполнить сведение на конус граней тела командой `_SOLIDEDIT` (РЕДАКТИРОВАНИЕ ТЕЛ) (`_TAPER`(СВЕДЕНИЕ НА КОНУС)). Выполнить подавление скрытых линий командой `_hide`. Сохранить файл.



**`_box`**

Specify corner of box or [CEnter] <0,0,0>:

Specify corner or [Cube/Length]: **C**

Specify length: **20**

**`_solidedit`**

Solids editing automatic checking: `SOLIDCHECK=1`

Enter a solids editing option [Face/Edge/Body/Undo/eXit] <eXit>:

**`_face`**

Enter a face editing option

[Extrude/Move/Rotate/Offset/Taper/Delete/Copy/coLor/Undo/eXit]

<eXit>: **`_taper`**

Select faces or [Undo/Remove]: 1 face found.

Select faces or [Undo/Remove/ALL]: 1 face found.

Select faces or [Undo/Remove/ALL]:

Specify the base point:

Specify another point along the axis of tapering:

Specify the taper angle: **15**

**`_hide`**

**`_saveas`**

*Сохранить файл с именем: фамилия\_упр18*

### **6.6. Удаление граней**

AutoCAD удаляет грани и поверхности сопряжения 3М тел.

Для удаления грани тела

**1** Из меню «Редактирование» выбрать «Редактирование тел» - «Удалить грани»

**2** Выбрать грань для удаления

**3** Продолжить выбор граней или нажать ENTER для перехода к заданию параметров

**4** Нажать ENTER для завершения команды

### **6.7. Копирование граней**

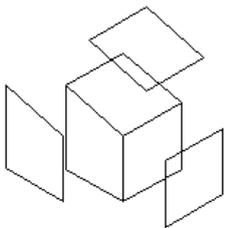
AutoCAD позволяет выполнять копирование граней 3м тел. В результате копирования получаются области или ACIS-тела, не обладающие объемом. Если указаны две точки, AutoCAD использует первую точку в качестве базовой и размещает копию относительно нее. Если указана одна точка, то в качестве базовой берется точка выбора объекта.

Для копирования грани тела

- 1 Из меню «Редактирование» выбрать «Редактирование тел» - «Копировать грани»
- 2 Выбрать грань для копирования
- 3 Продолжить выбор граней или нажать ENTER для перехода к заданию параметров
- 4 Указать базовую точку для копирования
- 5 Указать вторую точку перемещения
- 6 Нажать ENTER для завершения команды

### Упражнение 19

Выполнить копирование граней тела командой `_SOLIDEDIT` (РЕДАКТИРОВАНИЕ ТЕЛ) (`_COPY`(КОПИРОВАНИЕ)). Выполнить подавление скрытых линий командой `_hide`. Сохранить файл.



#### **`_solidedit`**

Solids editing automatic checking: `SOLIDCHECK=1`

Enter a solids editing option [Face/Edge/Body/Undo/eXit] <eXit>:

#### **`_face`**

Enter a face editing option

[Extrude/Move/Rotate/Offset/Taper/Delete/Copy/coLor/Undo/eXit ] <eXit>: **`_copy`**

Select faces or [Undo/Remove]: 1 face found.

Select faces or [Undo/Remove/ALL]:

Specify a base point or displacement:

Specify a second point of displacement:

Enter a face editing option

[Extrude/Move/Rotate/Offset/Taper/Delete/Copy/coLor/Undo/eXit ] <eXit>: **C**

Select faces or [Undo/Remove]: 1 face found.

Select faces or [Undo/Remove/ALL]:

Specify a base point or displacement:

Specify a second point of displacement:

Enter a face editing option

[Extrude/Move/Rotate/Offset/Taper/Delete/Copy/coLor/Undo/eXit ] <eXit>: **C**

Select faces or [Undo/Remove]: 1 face found.

Select faces or [Undo/Remove/ALL]:

Specify a base point or displacement:

Specify a second point of displacement:

Enter a face editing option

#### **`_hide`**

#### **`_saveas`**

Сохранить файл с именем: фамилия\_упр19

## **6.8. Изменение цвета граней**

AutoCAD дает возможность перекрашивать грани 3D тела. Задание нового цвета производится в диалоговом окне «Выбор цвета». В поле «Цвет» вводится либо название цвета (для стандартных цветов), либо его номер (от 1 до 255) согласно индексу цветов AutoCAD. Цвет, явно назначенный грани данной командой, имеет приоритет перед цветом слоя, на котором находится тело.

Для изменения цвета грани тела

**1** Из меню «Редактирование» выбрать «Редактирование тел» - «Изменить цвет граней»

**2** Выбрать грань, цвет которой необходимо изменить

**3** Продолжить выбор граней или нажать ENTER для перехода к заданию параметров

**4** В списке цветов или в диалоговом окне «Выбор цвета» выбрать цвет и нажать ОК.

**5** Нажать ENTER для завершения команды

## 7. Редактирование ребер 3М тел

AutoCAD позволяет перекрашивать отдельные ребра 3М тел и создавать их копии. Задание нового цвета производится в диалоговом окне «Выбор цвета». Результатирующими объектами при копировании являются отрезки, дуги, круги, эллипсы и сплайны.

### 7.1. Изменения цвета ребер

Отдельные ребра 3М тела могут быть перекрашены в любой цвет. Задание нового цвета производится в диалоговом окне «Выбор цвета». В поле «Цвет» вводится либо название цвета (для стандартных цветов), либо его номер (от 1 до 255) согласно индексу цветов AutoCAD. Цвет, явно назначенный ребру данной командой, имеет приоритет перед цветом слоя, на котором находится тело.

Для изменения цвета ребра тела

- 1 Из меню «Редактирование» выбрать «Редактирование тел» - «Изменить цвет ребер»
- 2 Выбрать ребро, цвет которого необходимо изменить
- 3 Продолжить выбор ребер или нажать ENTER для перехода к заданию параметров
- 4 В списке цветов или в диалоговом окне «Выбор цвета» выбрать цвет и нажать ОК.
- 5 Нажать ENTER для завершения команды

### 7.2. Копирование ребер

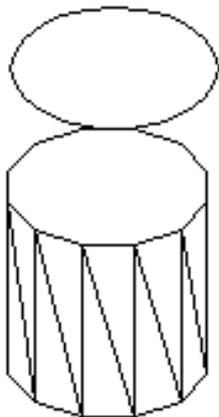
AutoCAD позволяет выполнять копирование ребер 3М тел. В результате образуются отрезки, дуги, круги, эллипсы и сплайны. Если указаны две точки, AutoCAD использует первую точку в качестве базовой и размещает копию относительно нее. Если указана одна точка, то в качестве базовой берется точка выбора объекта.

Для копирования ребра тела

- 1 Из меню «Редактирование» выбрать «Редактирование тел» - «Копировать ребра»
- 2 Выбрать ребро для копирования
- 3 Продолжить выбор ребер или нажать ENTER для перехода к заданию параметров
- 4 Указать базовую точку для копирования
- 5 Указать вторую точку перемещения
- 6 Нажать ENTER для завершения команды

### Упражнение 20

Выполнить копирование ребер тела командой `_SOLIDEDIT` (РЕДАКТИРОВАНИЕ ТЕЛ) (`_COPY`(КОПИРОВАНИЕ)). Выполнить подавление скрытых линий командой `_hide`. Сохранить файл.



**`_cylinder`**

Current wire frame density: ISOLINES=10

Specify center point for base of cylinder or [Elliptical] <0,0,0>:

Specify radius for base of cylinder or [Diameter]: **15**

Specify height of cylinder or [Center of other end]: **30**

**`_solidedit`**

Solids editing automatic checking: SOLIDCHECK=1

Enter a solids editing option [Face/Edge/Body/Undo/eXit] <eXit>: **`_edge`**

Enter an edge editing option [Copy/coLor/Undo/eXit] <eXit>:

**`_copy`**

Select edges or [Undo/Remove]:

Select edges or [Undo/Remove]:

Specify a base point or displacement:

Specify a second point of displacement:

**`_hide`**

**`_saveas`**

*Сохранить файл с именем: фамилия\_упр20*

## 8. Клеймение тел

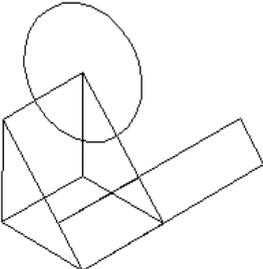
AutoCAD позволяет создавать на 3М тела новые грани путем их клеймения дугами, кругами, отрезками, 2М и 3М полилиниями, эллипсами, сплайнами, областями и другими телами. Например, для пересекаемого кругом 3м тела можно выполнить клеймение кривой пересечения. Используемые для клеймения тел объекты можно удалить из рисунка или оставить в нем. Для того, чтобы клеймение могло быть успешно выполнено, необходимо наличие пересечения клеймящего объекта и грани (граней) выбранного тела.

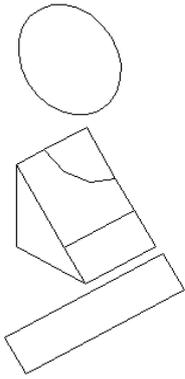
Для клеймения тела

- 1 Из меню «Редактирование» выбрать «Редактирование тел» - «Клеймить»
- 2 Выбрать 3М тело
- 3 Выбрать клеймящий объект
- 4 Нажать ENTER, чтобы оставить исходные объекты; либо ввести Y (Да), чтобы удалить их.
- 5 Продолжить выбор объектов или нажать ENTER
- 6 Нажать ENTER для завершения команды

### Упражнение 21

Выполнить клеймение тела командой `_SOLIDEDIT` (РЕДАКТИРОВАНИЕ ТЕЛ) (`_IMPRINT`(КЛЕЙМЕНИЕ)). Выполнить подавление скрытых линий командой `_hide`. Сохранить файл.

	<p><b><code>_wedge</code></b> Specify first corner of wedge or [CEnter] &lt;0,0,0&gt;: Specify corner or [Cube/Length]: <b>C</b> Specify length: <b>30</b></p> <p><b><code>_circle</code></b> Specify center point for circle or [3P/2P/Ttr (tan tan radius)]: Specify radius of circle or [Diameter]:</p> <p><b><code>_rectang</code></b> Specify first corner point or [Chamfer/Elevation/Fillet/Thickness/Width]: Specify other corner point:</p> <p><b><code>_solidedit</code></b> Solids editing automatic checking: <b>SOLIDCHECK=1</b> Enter a solids editing option [Face/Edge/Body/Undo/eXit] &lt;eXit&gt;: <b>_body</b> Enter a body editing option [Imprint/seParate solids/Shell/cLean/Check/Undo/eXit] &lt;eXit&gt;: <b>_imprint</b> Select a 3D solid:</p>
---	--



Select an object to imprint:  
Delete the source object <N>:  
Select an object to imprint:  
Delete the source object <N>:  
**\_hide**  
**\_saveas**  
*Сохранить файл с именем: фамилия\_упр21*

## 9. Создание оболочек

3D тела можно преобразовывать в тонкостенные оболочки – полые объекты с заданной толщиной наружной части. При этом AutoCAD создает новые грани, смещая грани тела в ту или иную сторону от исходных позиций. Грани, переходящие вдруг друга по касательной, считаются при создании оболочки единой гранью.

Для создания оболочки

**1** Из меню «Редактирование» выбрать «Редактирование тел» - «Оболочка»

**2** Выбрать 3D тело

**3** Выбрать грань, исключаемую из оболочки

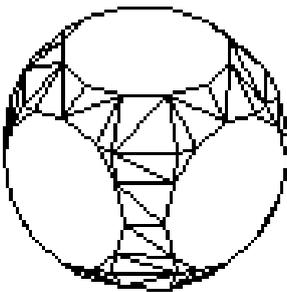
**4** Продолжить выбор исключаемых граней или нажать ENTER

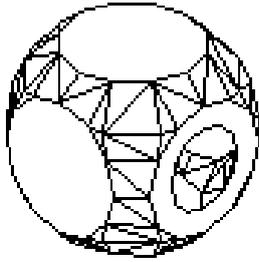
**5** Задать толщину стенок оболочки. При положительном значении толщины новые грани оболочки создаются с положительной стороны от исходных; при отрицательном значении – с отрицательной стороны

**6** Нажать ENTER для завершения команды

### Упражнение 22

Создать оболочку из тела командой `_SOLIDEDIT` (РЕДАКТИРОВАНИЕ ТЕЛ) (`_SHELL`(ОБОЛОЧКА)). Выполнить подавление скрытых линий командой `_hide`. Сохранить файл.

	<pre><b>_box</b> Specify corner of box or [CEnter] &lt;0,0,0&gt;: <b>C</b> Specify center of box &lt;0,0,0&gt;: Specify corner or [Cube/Length]: <b>C</b> Specify length: <b>40</b> <b>_sphere</b> Current wire frame density: ISOLINES=10 Specify center of sphere &lt;0,0,0&gt;: Specify radius of sphere or [Diameter]: <b>D</b> Specify diameter: <b>50</b> <b>_intersect</b> Select objects: 1 found Select objects: 1 found, 2 total Select objects: <b>_solidedit</b> Solids editing automatic checking: SOLIDCHECK=1 Enter a solids editing option [Face/Edge/Body/Undo/eXit] &lt;eXit&gt;: <b>_body</b> Enter a body editing option [Imprint/seParate solids/Shell/cLean/Check/Undo/eXit]</pre>
---	--



<eXit>: **\_shell**

Select a 3D solid:

Remove faces or [Undo/Add/ALL]:

Enter the shell offset distance: **3**

**\_hide**

**\_saveas**

*Сохранить файл с именем: фамилия\_упр22*

## 10. Упрощение и проверка целостности тел

Под упрощением понимают слияние смежных ребер, лежащих на одной прямой, и смежных граней, лежащих в одной плоскости. AutoCAD удаляет избыточные ребра, которыми до вызова функции разделялись соединяемые грани (например, ребра, полученные в результате клеймения).

В AutoCAD имеется возможность проверки, является ли твердотельный объект корректным 3D телом. Только такие тела могут обрабатываться операциями редактирования; попытки внести изменения в некорректные тела приводят к появлению сообщений об ошибках ACIS.

Для упрощения тела

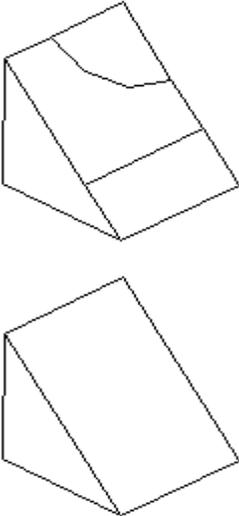
- 1 Из меню «Редактирование» выбрать «Редактирование тел» - «Упростить»
- 2 Выбрать 3D тело
- 3 Нажать ENTER для завершения команды

Для проверки целостности тела

- 1 Из меню «Редактирование» выбрать «Редактирование тел» - «Проверить»
  - 2 Выбрать 3D тело
  - 3 Нажать ENTER для завершения команды
- AutoCAD выводит сообщение о результатах проверки на экран.

### Упражнение 23

Упростить тело командой `_SOLIDEDIT` (РЕДАКТИРОВАНИЕ ТЕЛ) (`_CLEAN`(ОЧИСТИТЬ)). Выполнить подавление скрытых линий командой `_hide`. Сохранить файл.

	<pre><b>_solidedit</b> Solids editing automatic checking: SOLIDCHECK=1 Enter a solids editing option [Face/Edge/Body/Undo/eXit] &lt;eXit&gt;: <b>_body</b> Enter a body editing option [Imprint/seParate solids/Shell/cLean/Check/Undo/eXit] &lt;eXit&gt;: <b>_clean</b> Select a 3D solid: <b>_hide</b> <b>_saveas</b> Сохранить файл с именем: фамилия_упр23</pre>
---	--

## 11. Контрольные вопросы

1. Какие способы построения твердых тел поддерживает AutoCAD?
2. Какие команды редактирования 2D объектов применимы к 3D объектам?
3. Какие команды редактирования 3D твердотельных объектов предоставляет AutoCAD?
4. Какими командами редактирования граней располагает пользователь AutoCAD?
5. Какие в AutoCAD существуют возможности редактирования ребер твердых тел?

## VII. Лабораторная работа №3. Создание твердотельной пространственной модели

### 1. Подготовительный этап

1. Установить единицы измерения командой `_UNITS(ЕДИНИЦЫ)`: линейные – десятичные, миллиметры, точность представления 0; угловые – град/мин/сек, отсчет углов против часовой стрелки.

2. Установить ограничения чертежа командой `_LIMITS (ОГРАНИЧЕНИЯ ЧЕРТЕЖА)`: A4 (210 x 297).

3. Установить количество направляющих с помощью системной переменной `ISOLINES` равным 20.

4. Командой `ТЗРЕНИЯ` установите угол с осью X равным 315 градусов, а угол с плоскостью XY равным 35 градусам.

5. Установить значение шага конструкционной сетки и значение шаговой привязки равным 10.

`_units`

`_limits`

Reset Model space limits:

Specify lower left corner or [ON/OFF] <0,0>:

Specify upper right corner <420,297>: **210,297**

`_ISOLINES`

Enter new value for ISOLINES <4>: **20**

`_VPOINT`

Текущее направление обзора `VIEWDIR=0,0,1`

Укажите точку обзора или [Вращайте]<отобразить компас и треногу>: **R**

Enter angle in XY plane from X axis <270d>: **315**

Enter angle from XY plane <90d>: **35**

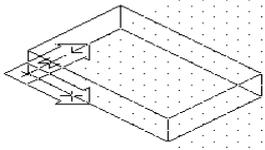
`GRID`

Specify grid spacing(X) or [ON/OFF/Snap/Aspect] <10>:

`SNAP`

Specify snap spacing or [ON/OFF/Aspect/Rotate/Style/Type] <10>:

## 2. Созданиemodelи



**\_box**

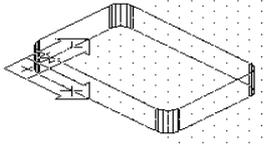
Specify corner of box or [CEnter] <0,0,0>:

Specify corner or [Cube/Length]: **L**

Specify length: **120**

Specify width: **80**

Specify height: **20**



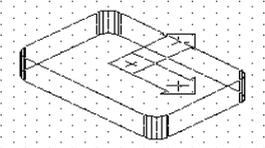
**\_fillet**

Current settings: Mode = TRIM, Radius = 10

Select first object or [Polyline/Radius/Trim]:

Enter fillet radius <10>:

Select an edge or [Chain/Radius]:



**\_ucs**

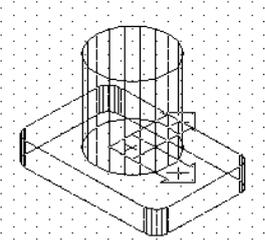
Текущее имя пск: **\*TOP\***

Enter an option

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

<World>: **\_o**

Specify new origin point <0,0,0>: **60,40,20**



**\_cylinder**

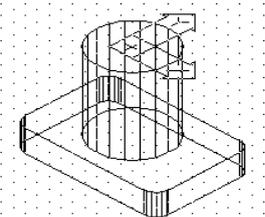
Current wire frame density: ISOLINES=20

Specify center point for base of cylinder or [Elliptical] <0,0,0>:

Specify radius for base of cylinder or [Diameter]: **D**

Specify diameter for base of cylinder: **60**

Specify height of cylinder or [Center of other end]: **70**



**\_ucs**

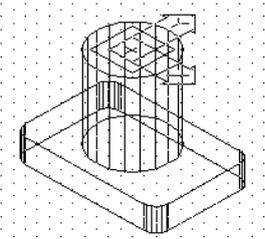
Текущее имя пск: **\*БЕЗ ИМЕНИ\***

Enter an option

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

<World>: **\_o**

Specify new origin point <0,0,0>: **0,0,70**



**\_polygon**

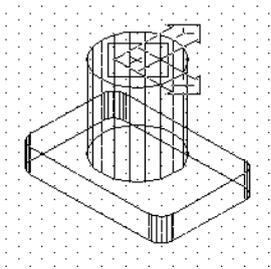
Enter number of sides <4>:

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

Enter an option [Inscribed in circle/Circumscribed about circle]

<I>:

Specify radius of circle: **25**



**\_rotate**

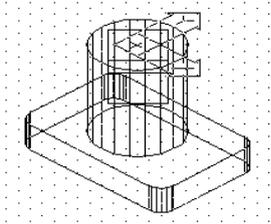
Current positive angle in UCS: ANGDIR=counterclockwise  
ANGBASE=0d

Select objects: 1 found

Select objects:

Specify base point: **0,0,0**

Specify rotation angle or [Reference]: **45**



**\_extrude**

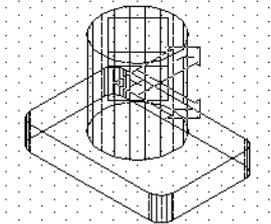
Current wire frame density: ISOLINES=20

Select objects: 1 found

Select objects:

Specify height of extrusion or [Path]: **-35**

Specify angle of taper for extrusion <0>:



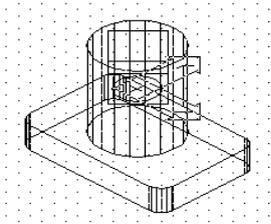
**\_ucs**

Текущее имя пск: \*БЕЗ ИМЕНИ\*

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

<World>: **\_o**

Specify new origin point <0,0,0>: **0,0,-35**

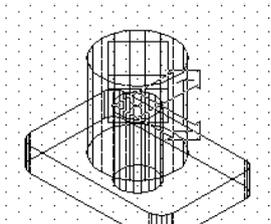


**\_circle**

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

Specify radius of circle or [Diameter]: **D**

Specify diameter of circle: **30**



**\_extrude**

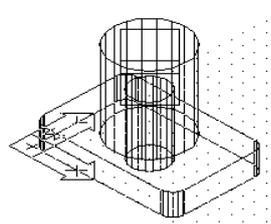
Current wire frame density: ISOLINES=20

Select objects: 1 found

Select objects:

Specify height of extrusion or [Path]: **-55**

Specify angle of taper for extrusion <0>:

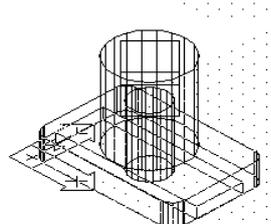


**\_UCS**

Текущее имя пск: \*БЕЗ ИМЕНИ\*

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

<World>:



**\_box**

Specify corner of box or [Center] <0,0,0>: **CE**

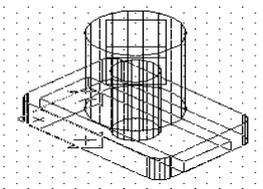
Specify center of box <0,0,0>: **60,40,5**

Specify corner or [Cube/Length]: **L**

Specify length: **120**

Specify width: **40**

Specify height: **10**



### **\_ucs**

Текущее имя пск: \*БЕЗ ИМЕНИ\*

Enter an option

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

<World>: **\_o**

Specify new origin point <0,0,0>: **10,10,0**

### **\_cylinder**

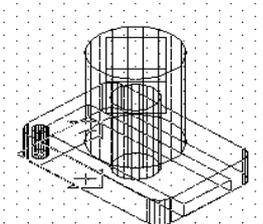
Current wire frame density: ISOLINES=20

Specify center point for base of cylinder or [Elliptical] <0,0,0>:

Specify radius for base of cylinder or [Diameter]: **d**

Specify diameter for base of cylinder: **10**

Specify height of cylinder or [Center of other end]: **20**



### **\_array**

Select objects: 1 found

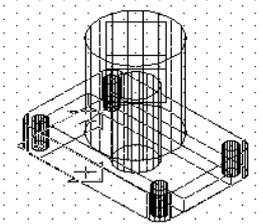
Enter the type of array [Rectangular/Polar] <R>:

Enter the number of rows (---) <1>: **2**

Enter the number of columns (|||) <1>: **2**

Enter the distance between rows or specify unit cell (---): **60**

Specify the distance between columns (|||): **100**



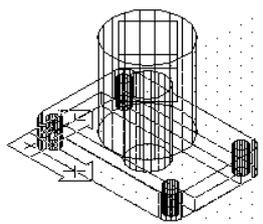
### **\_UCS**

Текущее имя пск: \*БЕЗ ИМЕНИ\*

Enter an option

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

<World>:



### **\_ucs**

Текущее имя пск: \*БЕЗ ИМЕНИ\*

Enter an option

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

<World>: **\_o**

Specify new origin point <0,0,0>: **60,40,20**

### **\_wedge**

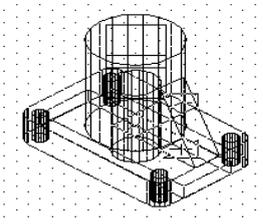
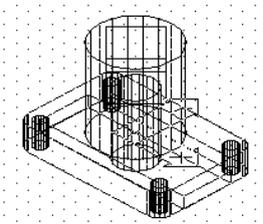
Specify first corner of wedge or [Center] <0,0,0>: **28,-10,0**

Specify corner or [Cube/Length]: **L**

Specify length: **22**

Specify width: **20**

Specify height: **50**



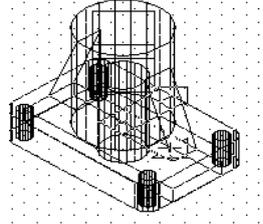
### **\_mirror**

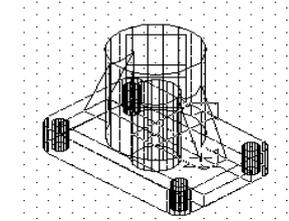
Select objects: 1 found

Specify first point of mirror line: **0,0**

Specify second point of mirror line: **0,15**

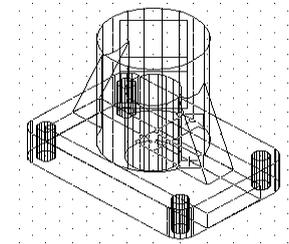
Delete source objects? [Yes/No] <N>:





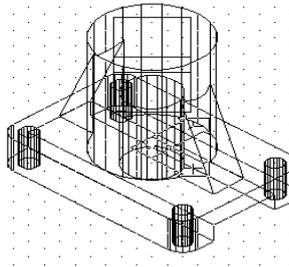
**\_union**

Select objects: 1 found  
Select objects: 1 found, 2 total  
Select objects: 1 found, 3 total  
Select objects: 1 found, 4 total



**\_union**

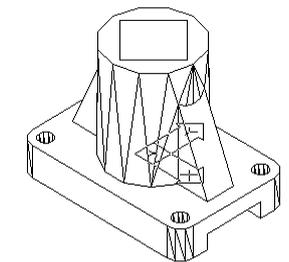
Select objects: 1 found  
Select objects: 1 found, 2 total  
Select objects: 1 found, 3 total



**\_subtract**

Select solids and regions to subtract from ..  
Select objects: 1 found  
Select solids and regions to subtract ..  
Select objects: 1 found  
Select objects: 1 found, 2 total  
Select objects: 1 found, 3 total

Select objects: 1 found, 4 total  
Select objects: 1 found, 5 total



**\_hide**

**\_saveas**

*Сохранить файл с именем: фамилия\_ЛАБ 3*

## VIII. Лабораторная работа №4. Формирование чертежа по пространственной модели

1. Создайте копию файла «Фамилия\_ЛАБ3»

2. Перейдите в пространство листа (Приложение 1) (Выберите вкладку Layout1 (Лист 1))

3. Вставьте рамку и основную надпись в пространство листа (Приложение 2)

4. Получите ортогональные проекции (Приложение 3)

Command: **\_solview**

Enter an option [Ucs/Ortho/Auxiliary/Section]: **u** (*система координат*)

Enter an option [Named/World/?/Current] <Current>: <ENTER> (*текущая*)

Enter view scale <1>: <ENTER> (*масштаб*)

Specify view center: <Snap on> (*центр вида*)

Specify view center: center <specify

viewport>: <ENTER> (*подтверждение центра вида*)

Specify first corner of viewport: (*первый угол видового экрана*)

Specify opposite corner of viewport:

(*второй угол видового экрана по диагонали*)

Enter view name: **top** (*имя вида*)

UCSVIEW = 1 UCS will be saved with view

Enter an option [Ucs/Ortho/Auxiliary/Section]: **o** (*ортогональная проекция*)

Specify side of viewport to project: (*сторона проецирования – точка из которой проводится направление взгляда*)

Specify view center: (*центр вида*)

Specify view center: center <specify

viewport>: <ENTER> (*подтверждение центра вида*)

Specify first corner of viewport: (*первый угол видового экрана*)

Specify opposite corner of

viewport: (*второй угол видового экрана по диагонали*)

Enter view name: **front** (*имя вида*)

UCSVIEW = 1 UCS will be saved with view

Enter an option [Ucs/Ortho/Auxiliary/Section]: **s** (*разрез*)

Specify first point of cutting plane: (*первая точка плоскости сечения*)

Specify second point of cutting plane: (*вторая точка плоскости сечения*)

Specify side to view from: (*сторона проецирования – точка из которой проводится направление взгляда*)

Enter view scale <1>: <ENTER> (*масштаб*)

Specify view center: (*центр вида*)

Specify view center <specify  
viewport>:<ENTER>(подтверждение центра вида)  
Specify first corner of viewport:(первый угол видового экрана)  
Specify opposite corner of  
viewport:(второй угол видового экрана по диагонали)  
Enter view name: **sec**(имя разреза)  
UCSVIEW = 1 UCS will be saved with view

Enter an option [Ucs/Ortho/Auxiliary/Section]: **o**(ортогональная проекция)  
Specify side of viewport to project: (сторона проецирования – точка из  
которой проводится направление взгляда)  
Specify view center:(центр вида)  
Specify view center <specify  
viewport>:<ENTER>(подтверждение центра вида)  
Specify first corner of viewport:(первый угол видового экрана)  
Specify opposite corner of  
viewport:(второй угол видового экрана по диагонали)  
Enter view name: **left**(имя вида)  
UCSVIEW = 1 UCS will be saved with view

Enter an option  
[Ucs/Ortho/Auxiliary/Section]:<ENTER>(для выхода из команды)

Command: **\_erase** 1 found(Удаление большого окна с трехмерной моделью  
в пространстве листа. Выделить рамочку модели, чтобы ее контур  
отобразился пунктирной линией, и нажать **DELETE**)

#### 5. Преобразуйте проекции в чертеж (Приложение 4)

Command: **\_soldraw**

Select viewports to draw..(указать видовые окна проекций)

Select objects: 1 found

Select objects: 1 found, 2 total

Select objects: 1 found, 3 total

Select objects: 1 found, 4 total

Select objects:

One solid selected.

One solid selected.

One solid selected.

One solid selected.

Команда **\_soldraw** создает для каждого вида слой с видимыми линиями,  
слой с невидимыми линиями и слой с размерными линиями, кроме того, для  
разреза создается слой штриховки и разрез заштриховывается.

6. Установите согласно ГОСТу в соответствующих слоях параметры линий (Приложение 5)

а) Для слоев top-HID, sec-HID, left-HID, front-HID (слои невидимых линий) устанавливаем тип линии ACAD\_ISO02W100 (ISOdash) – штриховая, толщина 0.3 мм.

б) Для слоев top-VIS, sec-VIS, left-VIS, front-VIS (слои видимых линий) устанавливаем тип линии Continuous – сплошная основная, толщина 0.6 мм.

в) Для слоя sec-HAT устанавливаем тип линии Continuous – сплошная основная, толщина 0.25 мм.

г) Для слоев top-DIM, sec-DIM, left-DIM, front-DIM устанавливаем тип линии Continuous – сплошная основная, толщина 0.20 мм.

7. Совместите половину вида и половину разреза (Приложение 6)

Для соединения половины вида и половины разреза на месте главного вида:

а) создайте новый слой с именем new и типом линии ACAD\_ISO10W100 (ISOdashdot), толщиной 0.20 мм и сделайте этот слой текущим. В нем создайте осевую линию, которая отобразится на всех видах.

б) заморозьте все слои относящиеся к виду слева (left) и виду сверху (top)

в) заморозьте слои (front) и сделайте активным разрез (sec). В слое sec-HAT удалите штриховку. Обрежьте и удалите в соответствующих слоях все линии слева от осевой.

в) заморозьте слои (sec), разморозьте слои (front) и сделайте активным главный вид. Обрежьте и удалите в соответствующих слоях все линии справа от осевой.

г) разморозьте слой sec-HAT и выполните штриховку типом ANSI31.

д) удалите лишние линии невидимого контура на всех слоях ввиду наличия разреза. Для этого размораживайте только те слои, в которых эти линии находятся.

е) заморозьте слой видовых рамок VPORTS

8. Проставьте необходимые размеры (Приложение 7)

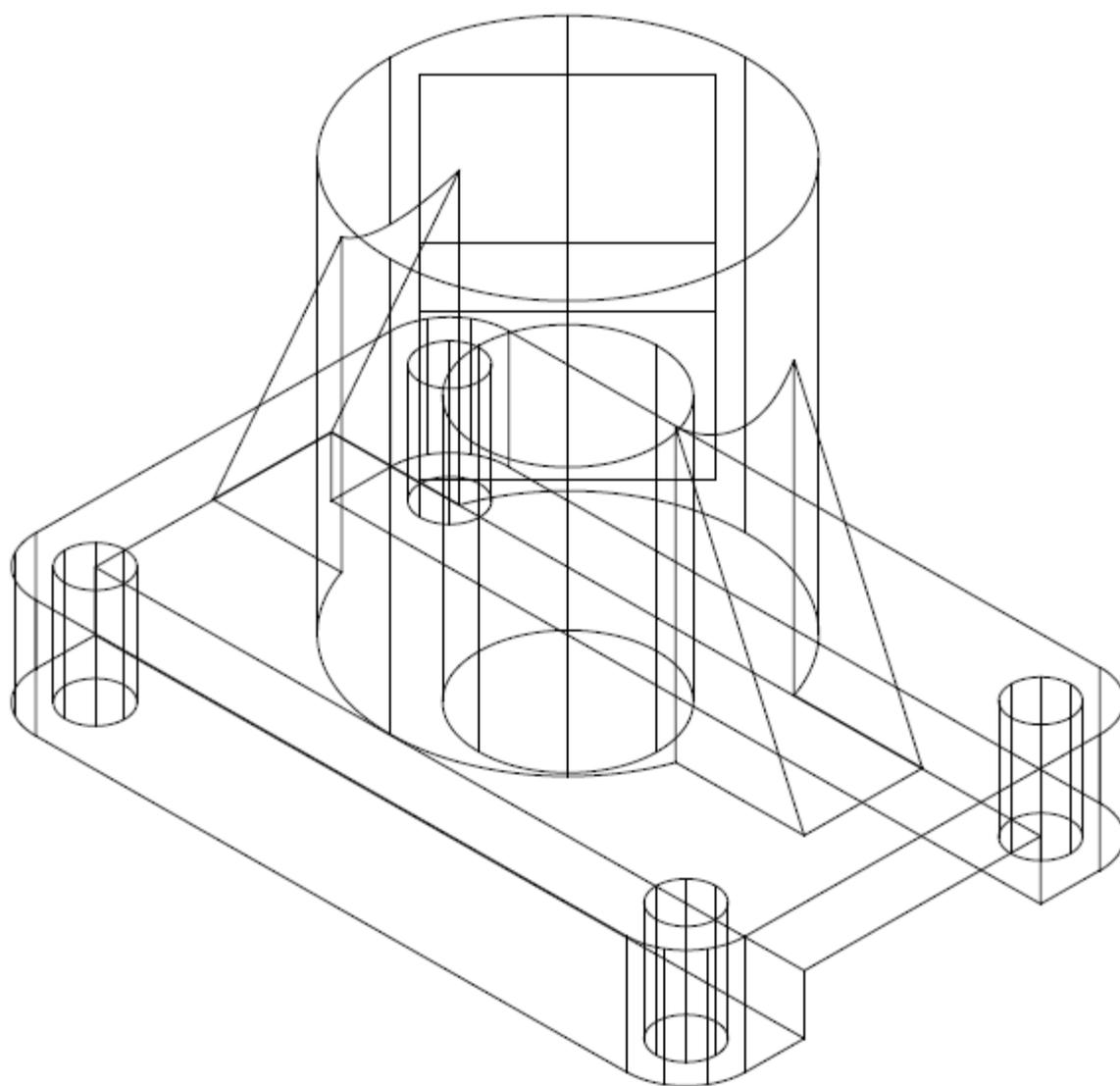
Перед простановкой размеров необходимо настроить размерный стиль согласно ГОСТ 2.307-68 (Размеры), ГОСТ 2.304-81 (Шрифты). При простановке размеров необходимо разморозить и сделать текущим слой с размерами для образмериваемого вида, а слои с размерами остальных видов замораживать. Для обеспечения точности простановки размеров следует пользоваться привязками к характерным геометрическим точкам объектов.

9. Сохраните файл сименем: фамилия\_ЛАБ 4

## Литература

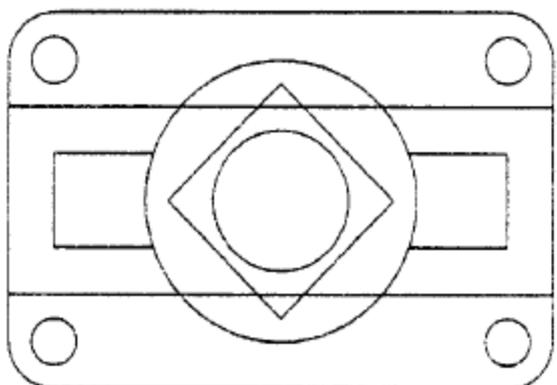
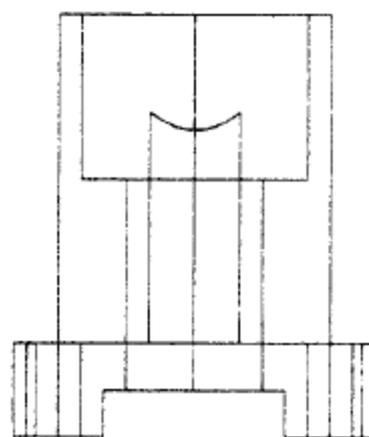
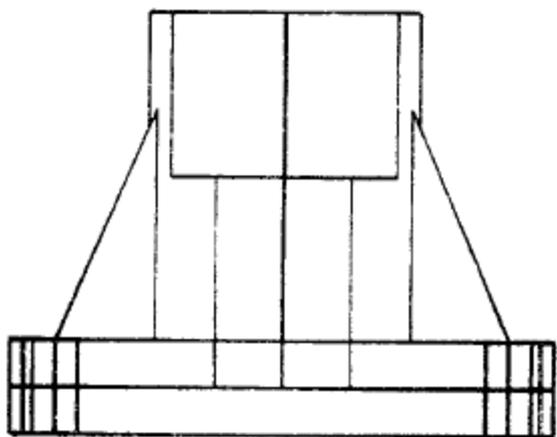
1. ОнстотС. AutoCAD® 2012 иAutoCADLT® 2012. Официальный учебный курс / Пер. с англ. А. Жадаева – М.: ДМК Пресс, 2012.
2. Полещук Н.Н. Самоучитель AutoCAD 2014. — СПб.: БХВ-Петербург, 2014.
3. Эбботт Дэн AutoCAD: секреты, которые должен знать каждый пользователь: Пер. с англ. — СПб.: БХВ-Петербург, 2008.

# Приложение 1

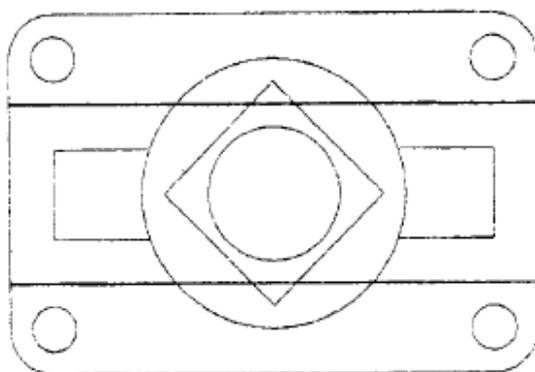
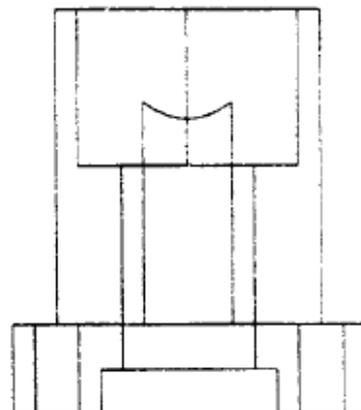
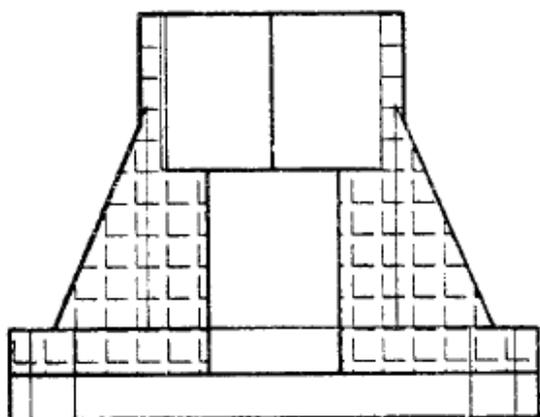




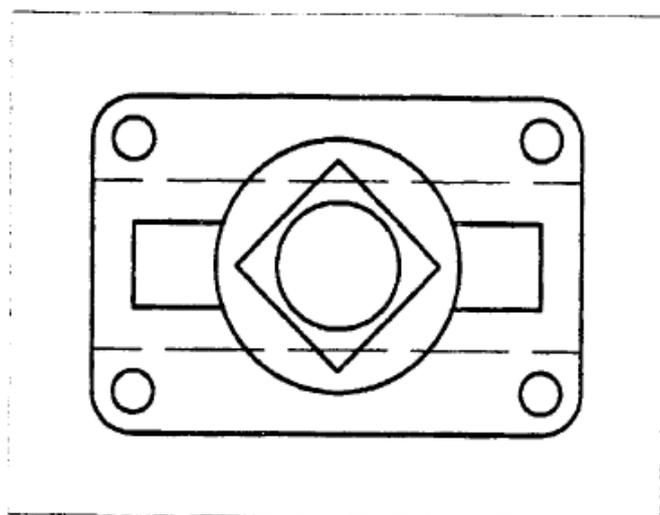
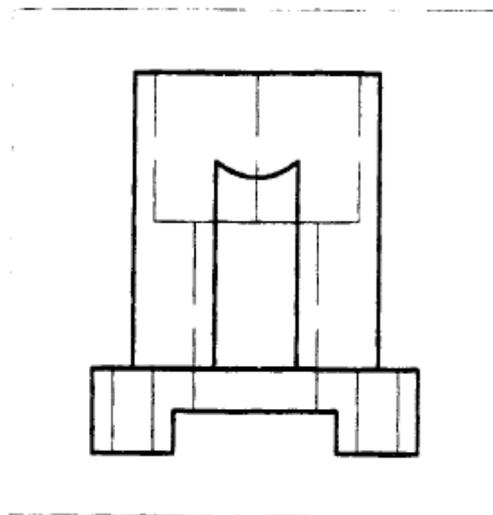
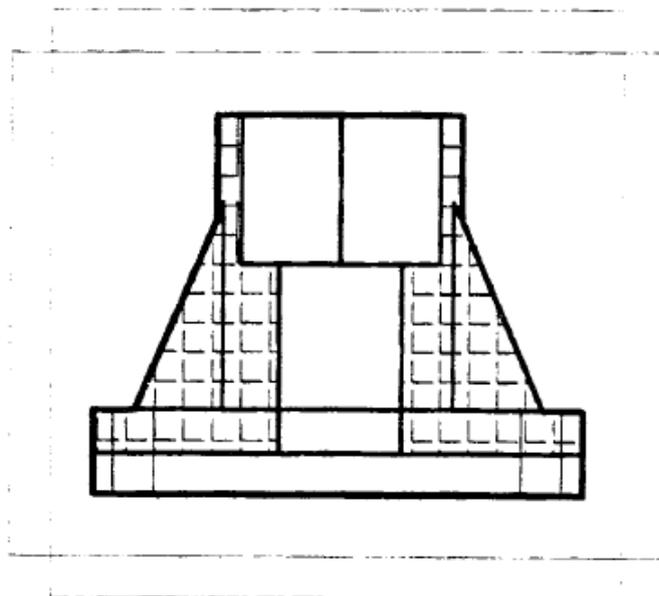
### Приложение 3



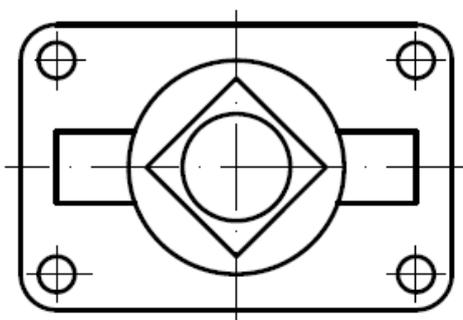
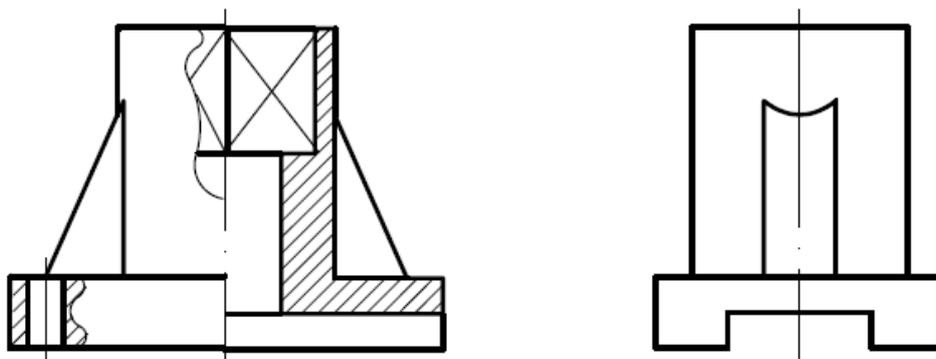
## Приложение 4



## Приложение 5



## Приложение 6



Инв. № подл. / Подп. и дата  
 Изм. инв. № / Инв. № дубл. / Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.				
Пров.				
Т.контр.				
И.контр.				
УТВ.				

КОРПУС

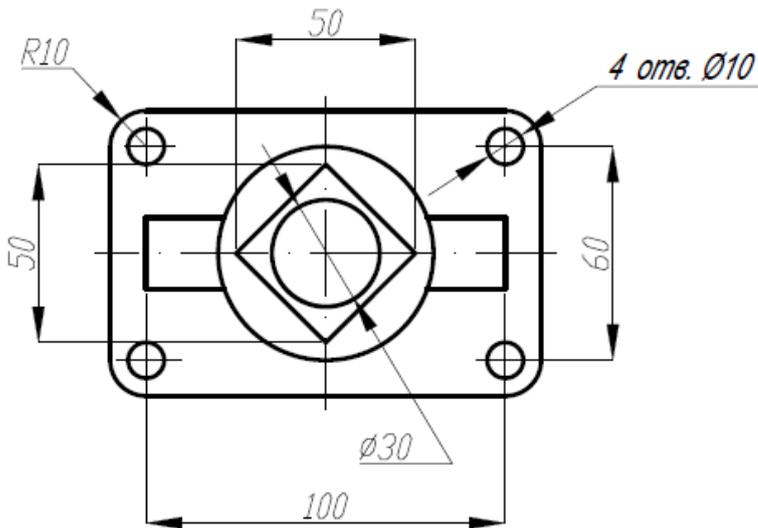
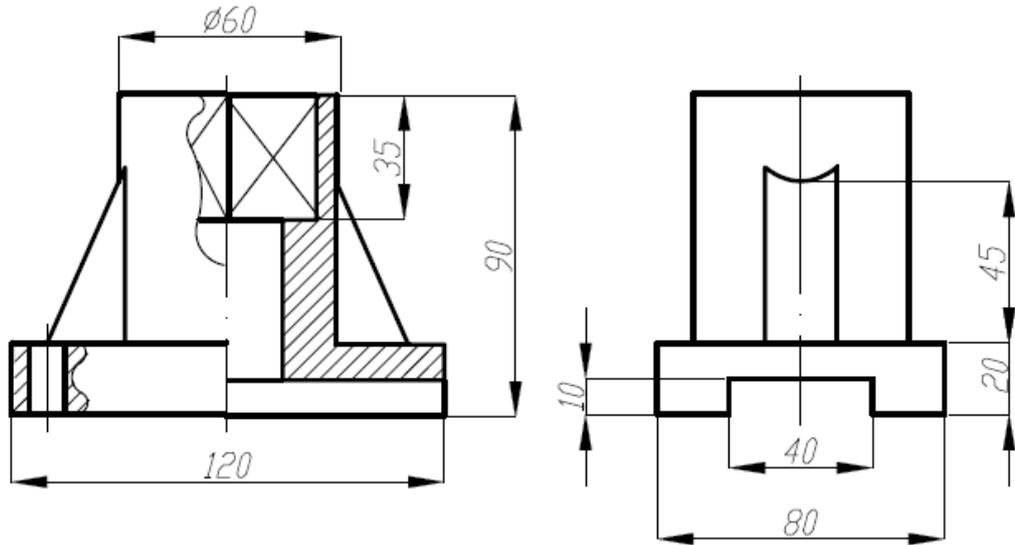
Лит.	Масса	Масштаб
------	-------	---------

--	--	--

Лист	Листов
------	--------

--	--

# Приложение 7



Изм. № Подп. Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.				
Пров.				
Т.контр.				
Н.контр.				
УТВ.				

КОРПУС

Лит.	Масса	Масштаб
У		1:2
Лист	Листов	

**Косырева Ольга Николаевна  
Грезина Александра Викторовна**

**ГЕОМЕТРИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ 2D- И 3D- ОБЪЕКТОВ  
СРЕДСТВАМИ САПР AUTOCAD  
Часть 2**

Учебно-методическое пособие