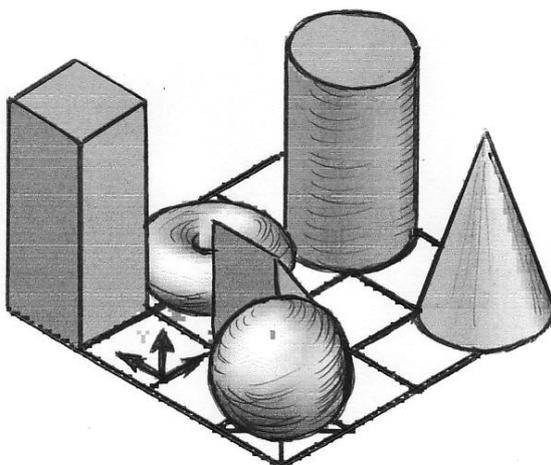


Министерство науки и образования Украины
Севастопольский национальный технический
университет



СОЗДАНИЕ ТВЕРДОТЕЛЬНЫХ ПРИМИТИВОВ В СРЕДЕ AUTOCAD 2007

Методические указания
к практическому занятию
по дисциплине
«Начертательная геометрия, инженерная
и компьютерная графика»
для студентов технических специальностей
дневной и заочной форм обучения



Севастополь
2008

Создание твердотельных примитивов в среде AutoCAD 2007:

Методические указания к практическому занятию по дисциплине «Начертательная геометрия, инженерная и компьютерная графика» для студентов технических специальностей дневной и заочной форм обучения / Сост. И.А. Кузнецова. – Севастополь: Изд-во СевНТУ, 2008. –16 с.

Целью методических указаний является приобретение навыков основ использования твердотельного моделирования при работе с трехмерными объектами в среде AutoCAD 2007.

Методические указания предназначены для студентов технических специальностей дневной и заочной форм обучения.

Методические указания рассмотрены и утверждены на заседании кафедры начертательной геометрии и графики. Протокол №5 от 29 декабря 2007 г.

Допущено учебно-методическим центром СевНТУ в качестве методических указаний.

Рецензенты: Бабенко В.М., канд. техн. наук, доцент кафедры начертательной геометрии и графики;

Нормоконтролер: Черевкова И.А.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	3
1. Цель и содержание задания по практическому занятию	3
2. Подготовка к работе	5
3. Создание композиции объектов	6
4. Просмотр композиции под различными углами зрения	8
5. Создание тела вращения	9
6. Создание тела выдавливанием	11
7. Дополнительные упражнения	12
8. Содержание отчета о практическом занятии.....	12
9. Контрольные вопросы	12
Заключение	14
Библиографический список.....	14
Приложение А. Понятие о координатных фильтрах	14
Приложение Б. Основные команды создания твердотельных примитивов	
Пиктограммы используемых команд.....	15

ВВЕДЕНИЕ

На предыдущих занятиях чертежи в AutoCADe выполнялись с помощью двумерных проекций. Однако часто легче сконструировать объект в пространстве, а затем построить двухмерный чертеж. Создав трехмерную модель, можно извлекать из нее двухмерные виды, которые после доработки становятся готовыми чертежами.

В данном методическом указании изучается классический AutoCAD. Базовые типы пространственных моделей можно разбить на три группы: каркасные (wireframes), поверхностные (surfaces) и твердотельные (solids) модели.

Каркасная модель не содержит поверхностей и состоит из точек, прямых и кривых линий, служащих образующими и направляющими при задании каркаса. Например, куб при каркасном моделировании определяется как скелет, состоящий из точек (вершин) и отрезков, описывающих ребра куба.

Поверхностная модель имеет заданные поверхности и ребра. Эти поверхности определяются на основе многоугольных сеток (meshes). Например, куб определяется шестью гранями как пустая картонная коробка.

Твердотельная модель обладает физическими параметрами. В основу описания объекта твердотельной моделью положен принцип формирования сложной модели из элементарных базисных тел: параллелепипедов (называемых «ящиками»), конусов, цилиндров, сфер, трехгранных призм (называемых «клиньями»), торов. Также объекты можно создавать, сдвигая объект вдоль заданного вектора или вращая его вдоль оси. Метод объемного моделирования позволяет создавать геометрические тела произвольной формы.

1. ЦЕЛЬ И СОДЕРЖАНИЕ ЗАДАНИЯ ПО ПРАКТИЧЕСКОМУ ЗАНЯТИЮ

Цель практического занятия - изучить команды создания трехмерных твердотельных примитивов и визуализации в среде AutoCAD 2007.

На рисунке 1 указана последовательность выполнения практического занятия.

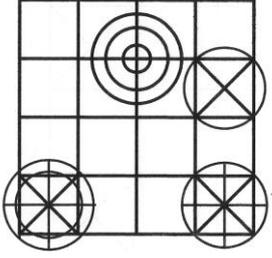
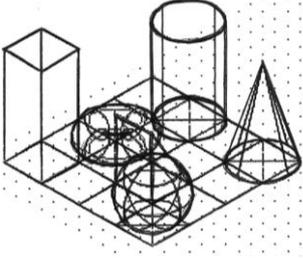
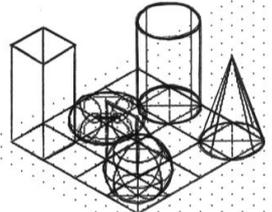
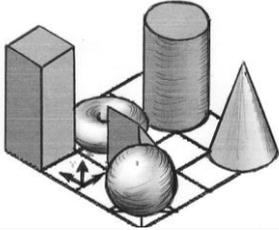
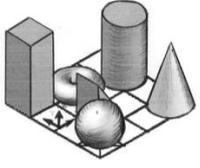
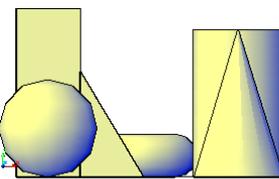
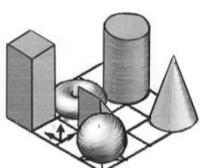
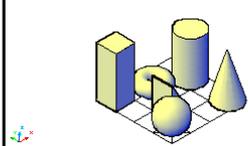
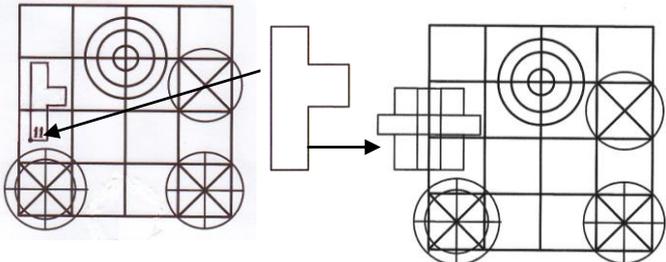
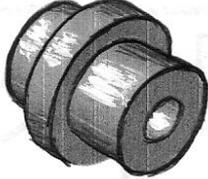
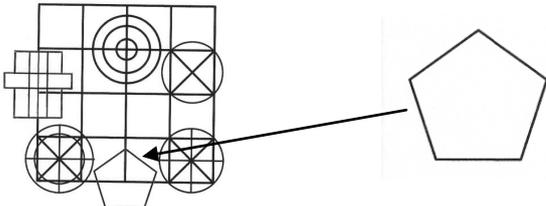
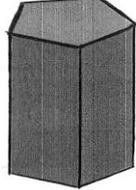
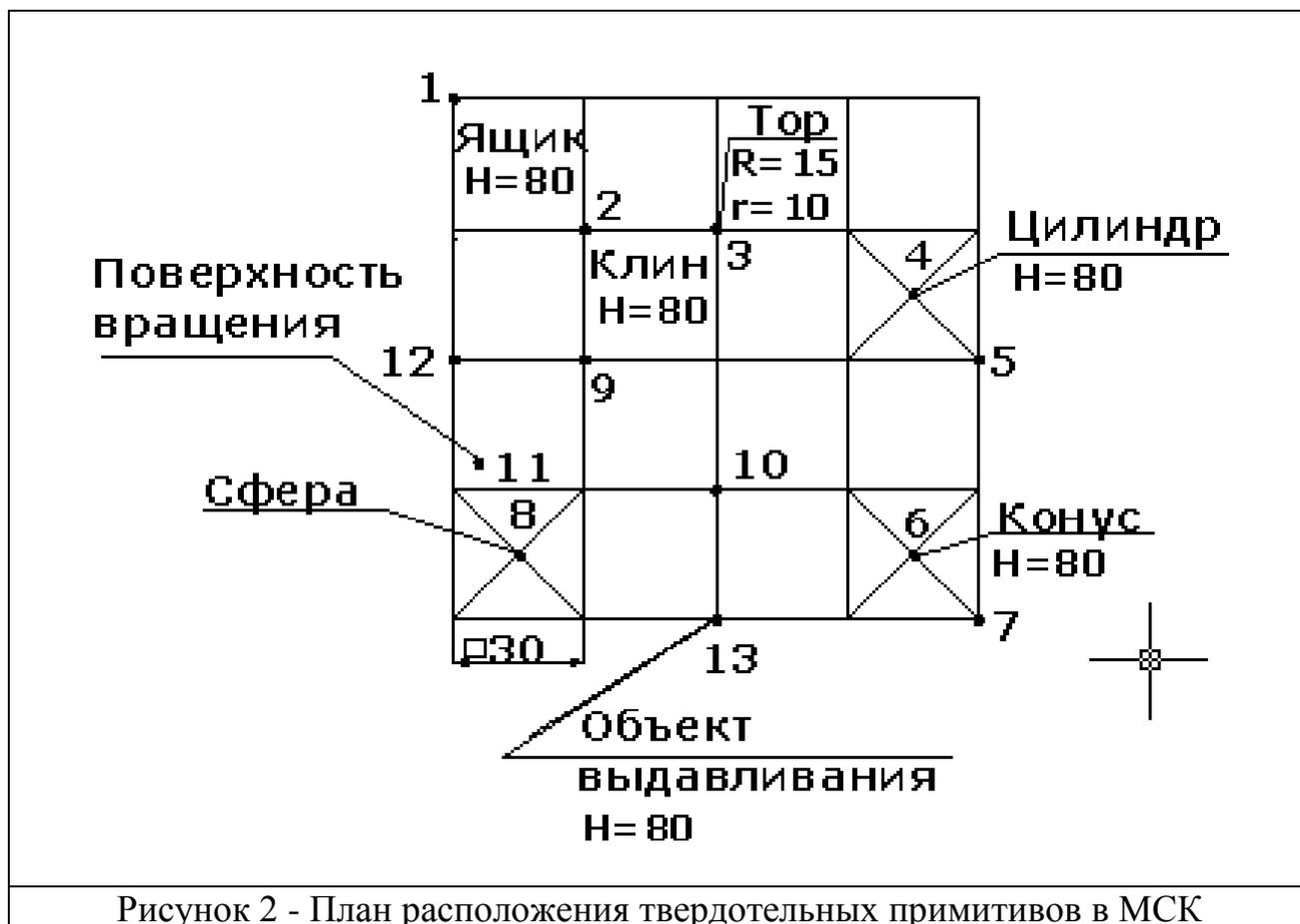
№	Задание	Результат
1	<p style="text-align: center;">Создание трехмерной композиции объектов с помощью команд твердотельных примитивов.</p>  <p style="text-align: center;">План в МСК</p>	 <p style="text-align: center;">Трехмерная композиция ЮЗ изометрия</p>
2	<p style="text-align: center;">Придание объемности каркасному изображению с помощью команды «РАСКРАШИВАНИЕ»</p> 	
3	<p>Представление композиции на нескольких видовых экранах в пространстве модели</p>	
		
		
4	<p>Создание объемного примитива с помощью команды «ВРАЩАЙ»</p>	
		
5	<p>Создание объемного примитива с помощью команды «ВЫДАВЛИВАНИЕ»</p>	
		

Рисунок 1 – Содержание задания

2. ПОДГОТОВКА К РАБОТЕ

2.1. Создать **новый файл**, используя шаблон «Сетка.dwt». В случае отсутствия шаблона можно создать плоскую сетку, прямые которой проходят параллельно осям ОХ и ОУ через 30 мм.

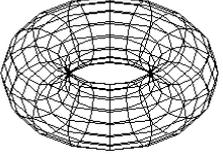
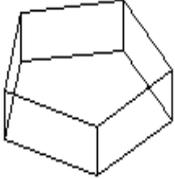
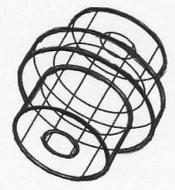
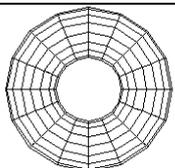
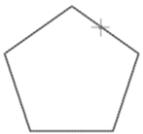
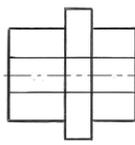
Принимаем эту сетку за каркас плана в мировой системе координат (МСК), т.е. будем строить в соответствии с ГОСТ 2.305-68 вид сверху как плоскую проекцию каждого изображаемого трехмерного тела.



2.2. Необходимо вспомнить до начала работы с компьютером, как выглядит призма, поверхность вращения, цилиндр, конус, сфера, тор, ящик, клин и их вид сверху. Высота примитивов в АСАДе всегда параллельна оси ОZ

Рисунок 3 – Внешний вид и вид сверху (без осевых линий) на изучаемые тела

	Ящик	Клин	Цилиндр	Конус	Сфера
Внешний вид					
Вид сверху					

	Тор	Пятиугольная призма, получаемая с помощью команды «Выдавливание»	Поверхность вращения, получаемая с помощью команды «Вращай»
Внешний			
Вид			

2.3. Для извлечения на экран панели инструментов объемного моделирования **Тела** щелкаем правой клавишей мыши по свободному полю рамки. Выбираем **ACAD** → **Моделирование**. (см. приложение А). С помощью первых шести пиктограмм панели формируются простые объекты.

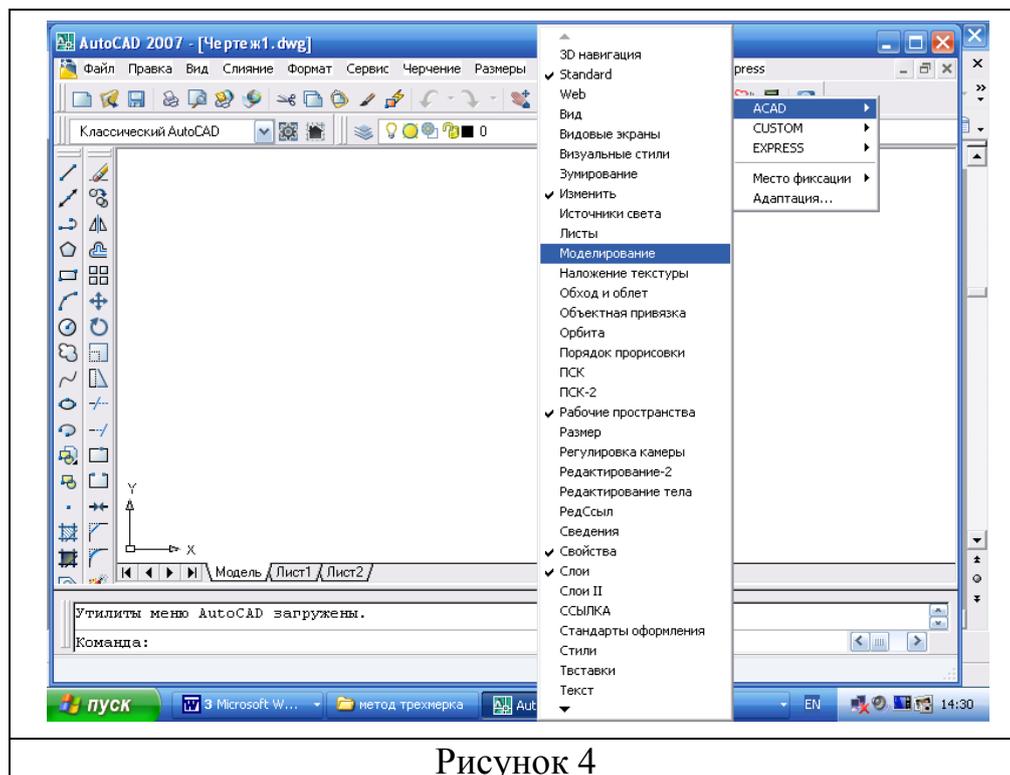


Рисунок 4

Другой путь нахождения команд твердотельных примитивов - **Тела** находятся в **падающих меню (ПМ) ЧЕРЧЕНИЕ** → **МОДЕЛИРОВАНИЕ**.

2.4. Создаем 8 слоев с соответствующими названиями разного цвета с весом линии 0.6 для прорисовки тел: призма (ящик и клин), цилиндр, конус, сфера, тор, поверхность вращения, тело выдавливанием.

3. СОЗДАНИЕ КОМПОЗИЦИИ ОБЪЕКТОВ

3.1. Создаем простые тела, ориентируясь на рисунок 1. Для этого щелкаем по пиктограмме, обозначающей тело, вводим координаты с помощью объектной

привязки «Пересечение» (ПЕР), щелкая по запрашиваемым точкам левой клавишей мыши. Высоты тел вводим с клавиатуры. Ниже представлены протоколы работы с командами.

ЯЩИК

Команда: `_box`

Угол ящика или [Центр] <0,0,0>: в ответ на запрос указать на точку 1

Угол или [Куб/Длина]: указать на точку 2

Высота: 80

ЦИЛИНДР

Команда: `_cylinder`

Текущая плотность каркаса: ISOLINES=4

Центральная точка основания цилиндра или [Эллиптический] <0,0,0>: указать на точку 4

Радиус основания цилиндра или [Диаметр]: указать на точку 5

Высота цилиндра или [Центр другого основания]: 70

КЛИН

Команда: `_wedge`

Первый угол клина или [Центр] <0,0,0>: указать на точку 9

Угол или [Куб/Длина]: указать на точку 10

Высота: 50

КОНУС

Команда: `_cone`

Текущая плотность каркаса: ISOLINES=4

Центральная точка основания конуса или [Эллиптический] <0,0,0>: указать на точку 6

Радиус основания конуса или [Диаметр]: указать на точку 7

Высота конуса: 70

ТОР и СФЕРА имеют положительную координату Z, так как лежат на плоскости XOY. Для построения тора и сферы воспользуемся фильтрами. Информация о фильтрах находится в приложении Б. С клавиатуры вводим значение .ху, нажимаем клавишу ENTER, далее активизируем режим объектной привязки ПЕР

! В ответ на запрос центра шара ввести символ точки (.), а потом буквы ху

СФЕРА

Команда: `sphere`

Текущая плотность каркаса: ISOLINES=4

Центр шара <0,0,0>: .ху (далее активизировать режим объектной привязки ПЕР и указать точку 8

(требуется Z): 23

Радиус шара или [Диаметр]: 23

ТОР

Команда: `_torus`

Текущая плотность каркаса: `ISOLINES=4`

Центр тора `<0,0,0>`: .xy (далее активизировать режим объектной привязки ПЕР и указать точку 3

(требуется Z): 10

Радиус тора или [Диаметр]: 15

Радиус полости или [Диаметр]: 10

3.2. Просмотр композиции простых тел под различными углами зрения можно осуществить с помощью панели **ВИД** или из **ПМ ВИД** → **3М ВИД** → **ЮЗ ИЗОМЕТРИЯ**.

3.3. Перенести начало пользовательской системы координат (ПСК) в точку 9. Для этого **ПМ СЕРВИС** → **Новая ПСК** → **Начало**: с помощью объектной привязки указать на точку 9.

3.4. Повернуть оси ПСК вокруг оси Z на 180° . **ПМ СЕРВИС** → **Новая ПСК** → **Вращение вокруг Z**: с клавиатуры набрать 180

Придание объемности каркасному изображению с помощью команды «РАСКРАШИВАНИЕ»

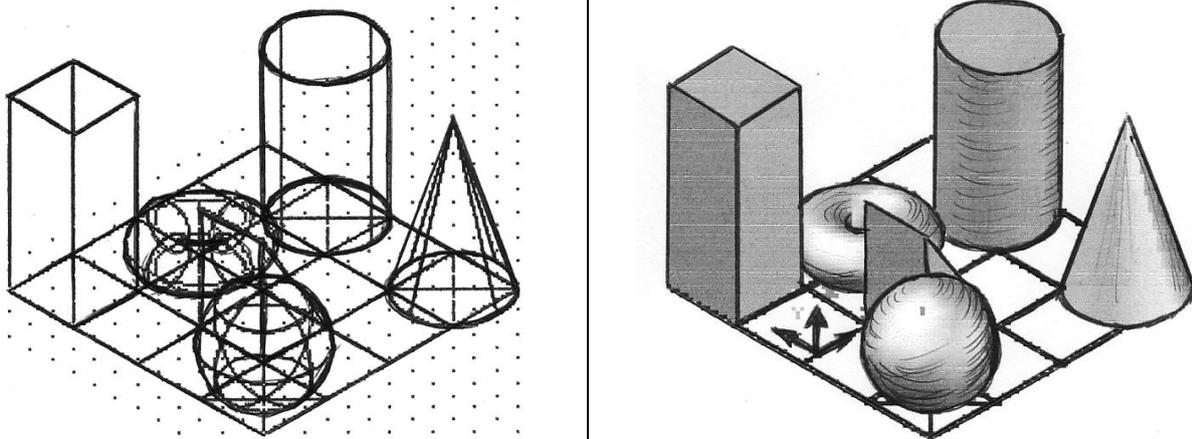


Рисунок 5

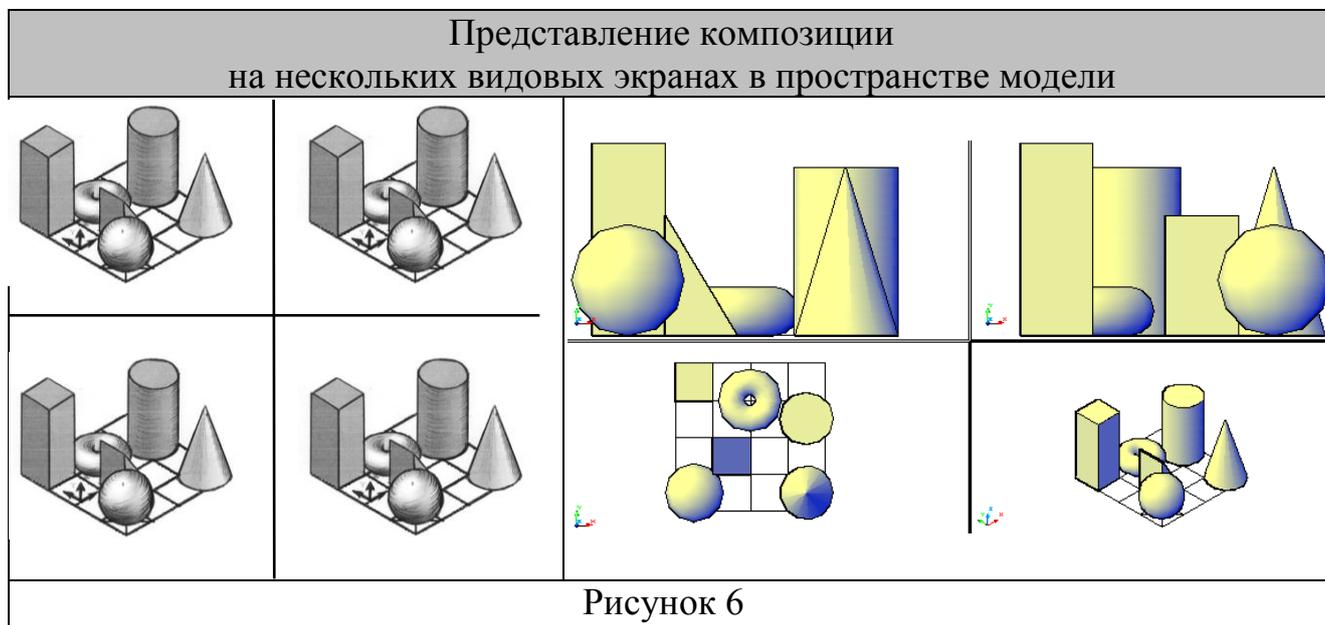
Для придания объемности каркасному изображению с помощью команды «РАСКРАШИВАНИЕ» воспользуемся **ПМ ВИД** → **Раскрашивание** (в AutoCAD 2006) или **Визуальные стили** (в AutoCAD 2007). Выберите раскрашивание **по Гуро** (в AutoCAD 2006) или **Реалистичный** (в AutoCAD 2007). Необходимо отказаться от режима «Сетка».

4.ПРОСМОТР КОМПОЗИЦИИ ПОД РАЗЛИЧНЫМИ УГЛАМИ ЗРЕНИЯ

4.1. При выполнении трехмерных построений видовые экраны можно использовать для вывода в них различных видов модели. Осуществим представление композиции на четырех видовых экранах в пространстве модели с помощью **ПМ ВИД** → **ВИДОВЫЕ ЭКРАНЫ** → **4ВЭКРАНА**.

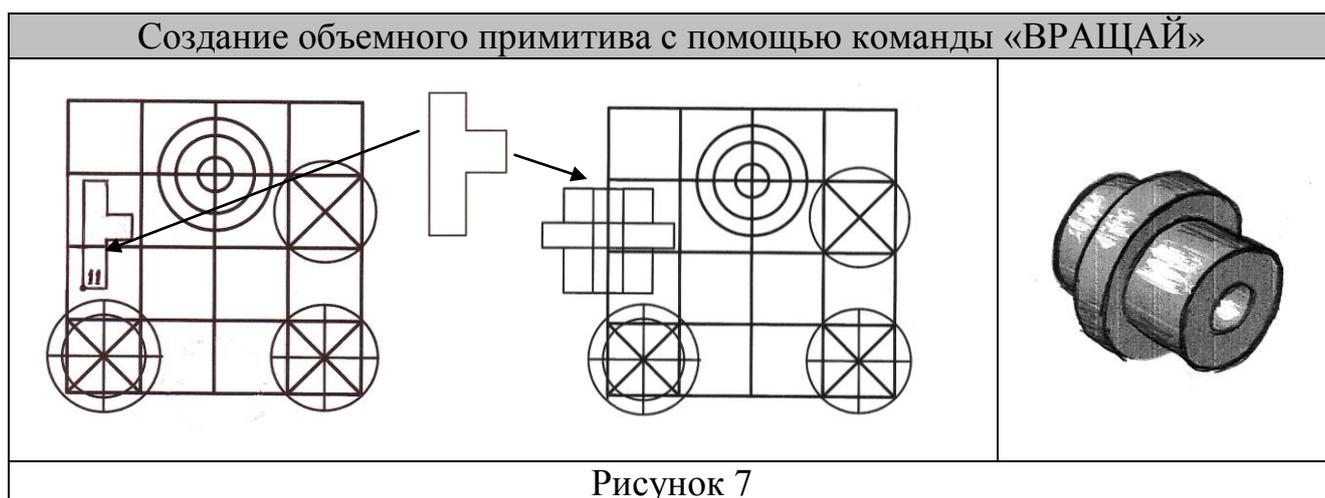
4.2. Щелкаем по верхнему левому экрану из четырех. Он становится активным. Для замены трехмерного изображения на плоское выберем вид спереди с помощью **ПМ ВИД → 3М ВИД → Спереди**.

В верхнем правом экране устанавливаем вид слева, в нижнем левом экране - вид сверху. В правом нижнем оставляем изометрическое изображение композиции объектов.



5. СОЗДАНИЕ ТЕЛА ВРАЩЕНИЯ

Команда «ВРАЩАЙ» создает тело вращения заданного профиля (что удобно, например, для поверхностей, полученных обработкой на токарном станке). Для команды необходимо задать замкнутый профиль и иногда ось вращения.



5.1. Для создания объемного примитива с помощью команды «ВРАЩАЙ» сделаем активным левый нижний экран – вид сверху. Вернемся к одновидовому экрану **ПМ ВИД → ВИДОВЫЕ ЭКРАНЫ → 1В Экран**.

5.2. Воспользовавшись **ПМ ВИД → Раскрашивание → 2М**, откажемся от раскрашивания и вернемся к каркасному заданию тел.

5.3. В режиме ORTO создадим замкнутую двумерную полилинию, начиная с точки 11, отмеченной на рисунке 1. Для наглядности образа при создании полилинии изменим ее ширину на 1.

! Полилиния должна быть замкнутой.

Команда: _pline

Начальная точка: объектно привязаться к точке 11

Текущая ширина полилинии равна 0.0000

Следующая точка или [Дуга/Полуширина/длИна/Отменить/Ширина]: ш

Начальная ширина <0.0000>: 1

Конечная ширина <1.0000>: 1

Следующая точка или [Дуга/Замкнуть/Полуширина/длИна/Отменить/Ширина]: @10,0

Следующая точка или [Дуга/Замкнуть/Полуширина/длИна/Отменить/Ширина]: @0,20

Следующая точка или [Дуга/Замкнуть/Полуширина/длИна/Отменить/Ширина]: @7,0

Следующая точка или [Дуга/Замкнуть/Полуширина/длИна/Отменить/Ширина]: @0,10

Следующая точка или [Дуга/Замкнуть/Полуширина/длИна/Отменить/Ширина]: @-7,0

Следующая точка или [Дуга/Замкнуть/Полуширина/длИна/Отменить/Ширина]: @0,15

Следующая точка или [Дуга/Замкнуть/Полуширина/длИна/Отменить/Ширина]: @-10,0

Следующая точка или [Дуга/Замкнуть/Полуширина/длИна/Отменить/Ширина]: з

5.4. Перенесем полилинию на плоскость, расположенную параллельно плоскости ХОУ и отстоящую от нее на расстояние 17 мм.

Для этого первоначально перенесем ПСК в точку 11 (см.ранее ПМ → СЕРВИС → Новая ПСК).

Переносим полилинию на уровень выше исходной плоскости на 17 мм с помощью команды ПЕРЕНЕСТИ, указав на полилинию, далее задав базовую точку как точку 11 и вторую точку перемещения координатами 0,0,17.

Команда: _move

Выберите объекты: указать на полилинию

найдено: 1

Выберите объекты: нажать правую клавишу на ышее или ENTER

Базовая точка или [Перемещение] <Перемещение>: объектно привязаться к точке 11

Вторая точка или <считать перемещением первую точку>: 0,0,17

5.5. Начертим отрезок осевой линией в слое «Поверхность вращения», привязавшись к точкам 1 и 12. Перенесем ось вращения выше исходной плоскости на 17мм аналогично пункту 5.4, используя перенос ПСК и команду ПЕРЕНЕСТИ.

5.6. Выберем команду **ВРАЩЕНИЕ** на панели инструментов объемного моделирования **ТЕЛА** и произведем вращение полилинии вокруг начерченной оси на угол 360° .

Команда: `_revolve`

Текущая плотность каркаса: `ISOLINES=4`

Выберите объекты: указать на полилинию

найдено: 1

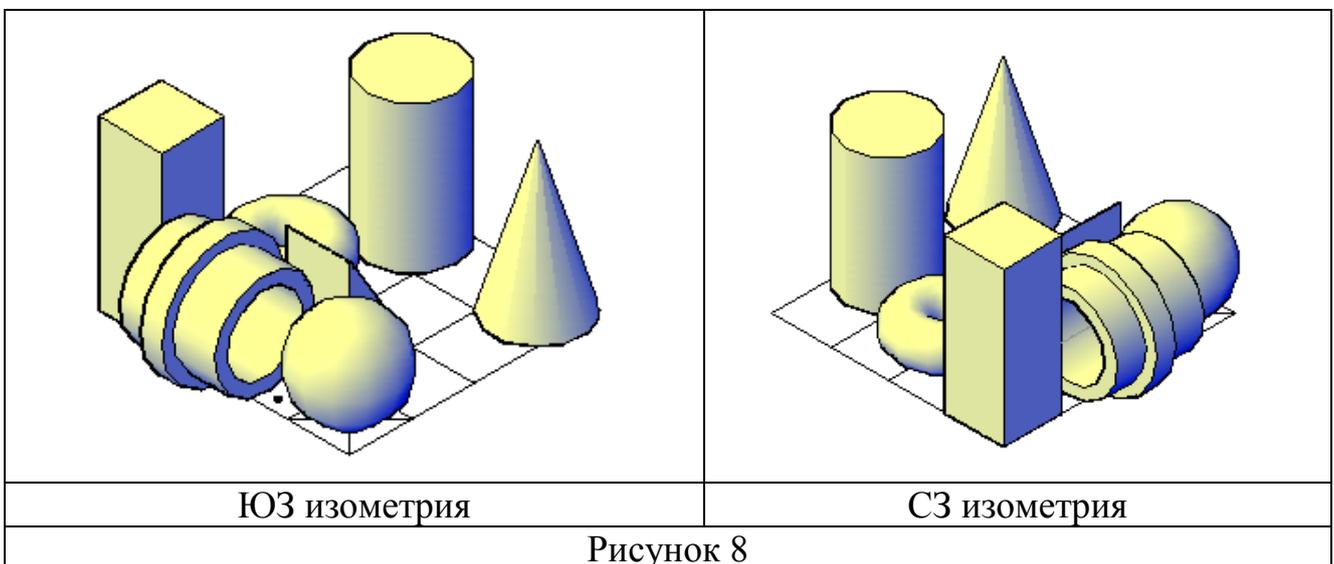
Выберите объекты: отказ от дальнейшего выбора объектов – нажатие клавиши `ENTER` или правой клавиши на мыши

Начальная точка оси вращения или [Объект/Х (ось)/Y (ось)]: указать на точку на оси выше точки 1

Конечная точка оси: указать на точку на оси выше точки 12

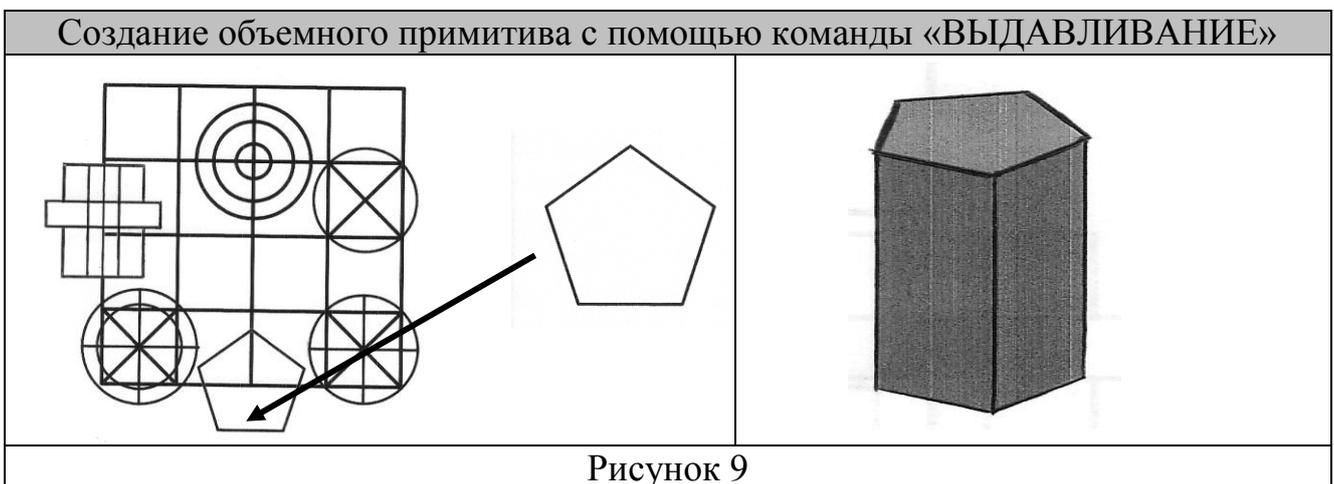
Угол вращения <360>:

5.7. Посмотрим, как выглядит полученная деталь вращения в ЮЗ и СЗ изометрии



6. СОЗДАНИЕ ТЕЛА ВЫДАВЛИВАНИЕМ

Команда **ВЫДАВИТЬ** создает сплошные геометрические тела из замкнутых плоских фигур или замкнутых профилей, созданных с помощью двумерной полилинии.



Создадим пятигранную призму с помощью команды **ВЫДАВИТЬ**.

6.1. На виде сверху нарисуем правильный пятиугольник с помощью команды **МН-УГОЛ** из **ПМ РИСОВАНИЕ**. На запрос командной строки о количестве сторон ввести 5 (см. командную строку). Центр пятиугольника привязать к точке 13, радиус вписанной окружности 20 мм.

6.2. Щелкнем по команде **ВЫДАВИТЬ** на панели инструментов объемного моделирования **ТЕЛА**.

Команда: _extrude

Текущая плотность каркаса: ISOLINES=4

Выберите объекты: указать на пятиугольник
найдено: 1

Выберите объекты:

Глубина выдавливания или [Траектория]: 90

Угол сужения для выдавливания <0>: нажать клавишу ENTER или правую клавишу на мыши в знак согласия.

6.3. Для лучшей визуализации раскрасим тела: **ПМ ВИД** → **Раскрашивание** → **По Гуро**

6.4. Просмотрим созданные тела с помощью команды **ТОЧКА ЗРЕНИЯ** и **ОРБИТА** из **ПМ ВИД** → **3М ВИД**

7. ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ УПРАЖНЕНИЯ

7.1. Для наглядности изображения количество изолиний можно увеличить с помощью системной переменной ISOLINES, введя ее с клавиатуры.

7.2. В ACAD 2006 начертить пирамиду с помощью команды выдавливания с радиусом вписанной окружности 25, углом сужения 30 и высотой 100. В ACAD 2007 создать с помощью примитива «ПИРАМИДА»

8. СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА О ПРАКТИЧЕСКОМ ЗАНЯТИИ

Отчетом по данному практическому занятию является файл с четырьмя видовыми экранами (вид спереди, вид сверху, вид слева, расположенными в соответствии с ГОСТ 2.305-68 и в нижнем правом углу Ю - 3 изометрией) композиции изученных тел.

9. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

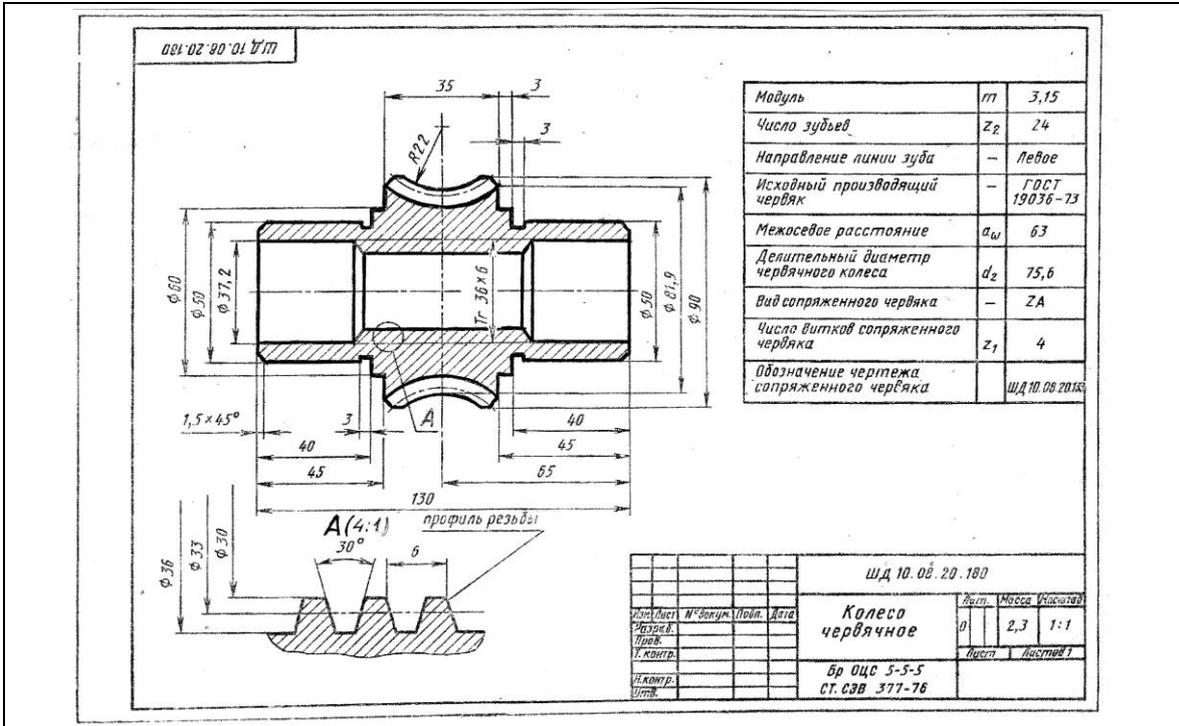
1. Какие элементарные базисные тела (твердотельные примитивы) для дальнейшего формирования сложной модели были изучены в ходе практического занятия?

1. Какие графические элементы должны быть начерчены перед началом работы с командой «ВЫДАВЛИВАНИЕ»?

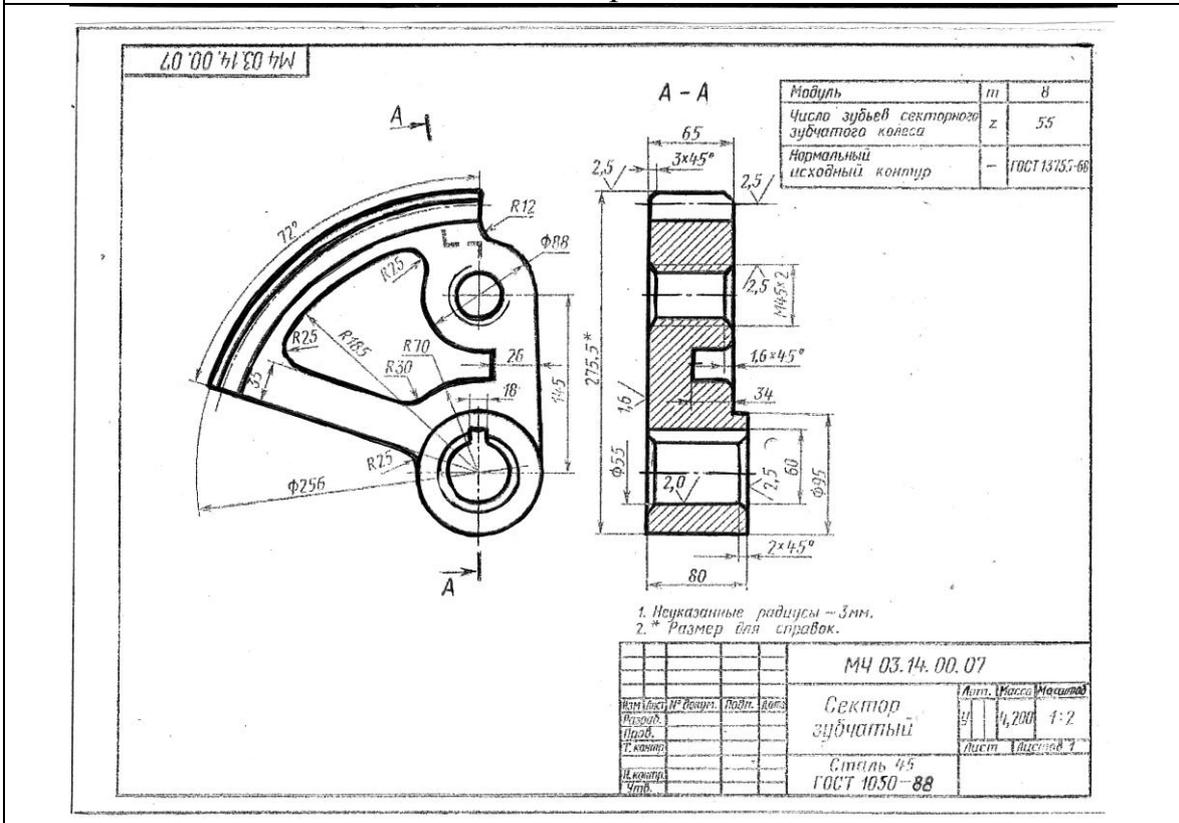
2. Какие графические элементы должны быть начерчены перед началом работы с созданием тела вращения?

3. Где находится панель инструментов «Тела»?

- 4. Как использовать фильтр при построении сферы или тора?
- 5. Как осуществить просмотр композиции простых тел под различными углами зрения?
- 6. Определить: какие элементы или детали на предложенных чертежах рациональнее создавать с помощью 1) объединения, 2) вращения, 3) выдавливания:



Колесо червячное



Сектор зубчатый

Рисунок 10

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Изученные твердотельные модели цилиндра, конуса, сферы, тора, ящика (четырехгранной призмы), клина (трехгранной призмы), тела вращения, тела выдавливания являются базисом для создания трехмерных деталей в классическом AutoCADe. Сложные модели создаются путем применения логических операций объединения, вычитания и пересечения, которые будут изучены на следующем практическом занятии [3]. Просмотр проекций трехмерных изображений можно осуществлять с помощью видовых экранов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Тику Ш. Эффективная работа: AutoCAD 2005 / Ш.Тику . – СПб: Питер, 2005. – 1088 с.
2. Чуприн А.И. AutoCAD 2005. Трехмерное моделирование и визуализация. Лекции и упражнения / Чуприн А.И., Чуприн В.А. – СПб.: ООО «ДиаСофтЮП», 2005. – 768с.
3. Создание 3D модели в среде AutoCAD 2007: Методические указания к практическому занятию по дисциплине «Начертательная геометрия, инженерная и компьютерная графика» для студентов технических специальностей дневной и заочной форм обучения./Бабенко В.М. – Севастополь: Изд-во СевНТУ, 2007. – 16 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

(справочное)

Понятия о координатных фильтрах

Фильтрация точек позволяет отдельно получать X-, Y-, Z- координаты выбранных точек (обычно для этого используется объектная привязка) и комбинировать полученные координаты с координатами других точек или со значениями, вводимыми с клавиатуры.

Во всех случаях, когда запрашивается точка, ответ может быть дан в формате фильтра: **• координата**. То есть на запрос координат точки после двоеточия следует ввести с клавиатуры одну из букв X, Y, Z или их сочетание. При указании точки в этом формате AutoCAD воспринимает только те координаты, которые заданы в фильтре. Затем появляется запрос о необходимости недостающих координат.

Варианты координатных фильтров	
.X	воспринимается координата X указанной точки
.Y	воспринимается координата Y указанной точки
.Z	воспринимается координата Z указанной точки
.XY	воспринимаются координаты XY указанной точки
.XZ	воспринимаются координаты XZ указанной точки
.YZ	воспринимаются координаты YZ указанной точки

Все варианты фильтров можно найти в меню курсора, которое вызывается комбинацией <shift + щелчок правой клавишей мыши>, далее выбор строки **ФИЛЬТРЫ**.

ПРИЛОЖЕНИЕ Б (справочное)

Основные команды создания твердотельных примитивов

Рисунок 11 - Пиктограммы используемых команд		
Пикто- грамма	Наимено- вание	Команда позволяет создать
	ЯЩИК	твердотельный параллелепипед (ящик, куб). Необходимо указать положение диагонально противоположных углов и высоту. Более подробно см. в [1].
	ШАР	твердотельный шар (сферу). Необходимо задать его радиус или диаметр.
	ЦИЛИНДР	твердотельный цилиндр. Необходимо задать размеры основания и высоту.
	КОНУС	твердотельный конус. Необходимо задать размеры основания и высоту.
	КЛИН	твердотельный клин. Запросы команды аналогичны запросам команды ЯЩИК. Основания клина всегда рисуются параллельно плоскости построений текущей ПСК, наклонная грань располагается вдоль оси OX.
	ТОР	твердотельный тор. Необходимо задать значения двух радиусов: радиуса образующей окружности - «полости» - и радиуса, определяющего расстояние от центра тора до центра «полости».
	ВЫДАВЛИ- ВАНИЕ	твердотельные объекты путем выдавливания из двухмерных фигур.
	ВРАЩЕ- НИЕ	твердотельные объекты путем вращения двумерного объекта вокруг заданной оси; вращать можно полилинию, многоугольник, прямоугольник, круг, эллипс.
	РАЗРЕЗ	плоский разрез твердого тела
	СЕЧЕНИЕ	поперечное сечение тела
	ВЗАИМО- ДЕЙСТ- ВИЕ	общий объем двух или более трехмерных тел, создавая новое тело в этом объеме

