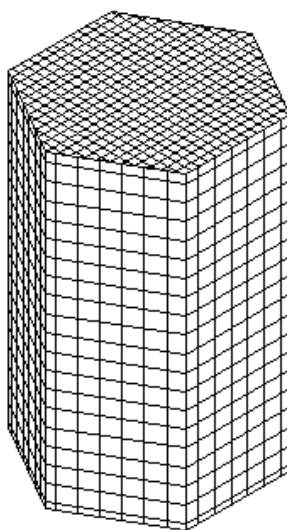


**МИНИСТЕРСТВО  
ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«Московский государственный институт  
электроники и математики  
(технический университет)»**

**Кафедра инженерной  
и машинной графики**

**КОМПЬЮТЕРНОЕ ТВЕРДОТЕЛЬНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ  
ПРОСТЫХ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ТЕЛ  
В ГРАФИЧЕСКОМ ПАКЕТЕ AutoCAD 2010**

**Методические указания по курсу  
«Инженерная и машинная графика»**



**Москва 2010**

Составители:

канд.техн.наук, профессор А.А. Пузиков  
канд.физ.-мат.наук, доцент Д.А. Пяткина

УДК 744

Компьютерное твердотельное моделирование простых геометрических тел в графическом пакете AutoCad 2010: Метод. указания по курсу «Инженерная и машинная графика»/ Московский ин-т электроники и математики.

Сост.: А.А.Пузиков, Д.А.Пяткина. М., 2010. -25 с.

Ил.28. Библиогр.: 5 назв.

Указания содержат упражнения по твердотельному компьютерному моделированию в графическом пакете «AutoCAD 2010» с примерами выполнения. Предназначены для студентов, обучающихся на I курсе по инженерным специальностям, а также для студентов I курса специальности «Компьютерный дизайн».

ISBN 978-5-94506-251-1

## Введение

В методических указаниях даются примеры решения задач компьютерного твердотельного моделирования с помощью графического пакета «**AutoCAD 2010**». Цель методических указаний состоит в том, чтобы в результате изучения конкретных примеров студент освоил **основные принципы и приёмы твёрдотельного моделирования**:

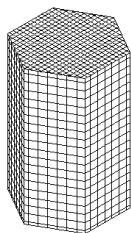
- разбиение сложных тел на простые примитивы;
- перенос и вращение системы координат для удобства проведения построений;
- объединение и вычитание твердотельных моделей с помощью булевых операций;
- возможность получения одних и тех же твердых тел различными способами (например, методом «вращения» и методом «выдавливания»).

По полученным моделям с помощью средств пакета AutoCad выполняются **проекционные чертежи**, причём как в ортогональных, так и в центральных проекциях (линейная перспектива). Заметим, что исходными данными для моделирования могут служить как конкретные модели, так и их изображения на чертеже или описания.

К каждому из разобранных примеров имеются варианты заданий **для самостоятельной** работы студентов, которые приводятся **в Приложении** (стр.21). Работа может быть организована следующим образом: сначала вся группа выполняет общий типовой пример каждого задания, который подробно рассмотрен в данных методических указаниях, а затем каждый из учащихся самостоятельно под руководством преподавателя выполняет свой индивидуальный вариант задания. Индивидуальные варианты могут быть использованы для контрольных и домашних заданий, а также для проведения экзаменов.

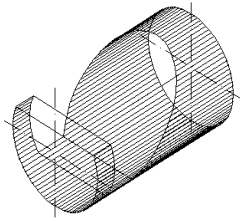
Методические указания включают в себя 3 упражнения, которые, по мнению автора, необходимы на начальном этапе знакомства студентов с методами компьютерного моделирования.

Рис. 1



**В упражнении 1** студент знакомится с созданием твердотельной модели (рис.1) и чертежа (рис.7) (в трех видах: спереди, сверху и слева) и изометрической проекции. Также на чертеже выполняется простановка размеров.

Рис. 2

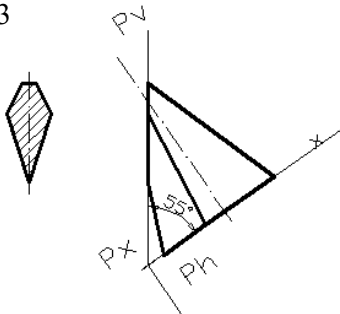


В упражнении 2 отрабатывается механизм создания полостей призматической формы в телах вращения на примере цилиндра и сложной призмы методом «вычитания» (рис.2). В этом упражнении предлагается применить метод «разметки» при помощи вспомогательных

точек для построения сложного контура для создания призмы методом выдавливания. Также показано, что исходный цилиндр можно создать двумя способами: вращением и выдавливанием. В этом примере более подробно, чем в предыдущем, рассмотрен вопрос простановки размеров (рис.18).

Целью выполнения упражнения 3 является знакомство с

Рис. 3



выполнением сечения многогранника плоскостью, а также выполнение его среза фронтально-проецирующей плоскостью (рис.3). Для выполнения твердотельной модели, как и в первом и втором упражнениях, применяется метод «выдавливания». Для удобства построений неоднократно выполняется перенос и вращение системы координат,

а также вращение самой модели. В этом упражнении студент впервые знакомится со штриховкой плоских сечений. Итогом выполнения этого упражнения является проекционный чертеж и изометрическая проекция полученной модели (рис.28).

Для выполнения упражнений необходимо сначала произвести подготовку рабочего стола AutoCAD. О том, как это сделать, подробно рассказывается в упражнениях. Также для удобства работы рекомендуется загрузить экранное меню (*Tools/ Options/ Display/ Display Screen menu*).

По мере необходимости для проведения построений используются привязки к точкам, которые можно активизировать с помощью меню:

(*Tools/ Drafting Setting/ Object Snap*).

Приведем список путей к основным командам через экранное меню (Screen Menu):

- перенос системы координат  
*Tools 2/UCS/Origin;*
- операция выдавливания  
*Draw 2/Solids/Extrude;*

- операция вращения  
*Draw 2/Solids/Revolve;*
  - получение сечения  
*Draw 2/Solids/Section;*
  - получение среза *Draw 2/Solids/Slice;*
  - получение плавающих видовых экранов  
*Draw 2/ Solids/ Solview;*
  - создание профиля (плоского изображения) и сечения в видовых экранах  
*Draw 2/ Solids/ Soldraw.*
- Последние 2 команды нужны для получения чертежа детали.

### **Булевы операции**

- операция объединения  
*Modify 2/ Union;*
- операция вычитания  
*Modify 2/ Subtract;*
- операция перемещения объекта  
*Modify 2/ Move;*
- операция вращения объекта  
*Modify 2/ Rotate.*

Заметим, что некоторые команды, например, поворот системы координат, масштабирование в реальном времени, выбор вида и т. д. удобно выбирать из падающего меню или из дополнительных панелей инструментов. Дополнительные панели инструментов загружают с помощью команд (*View/ Toolbars*).

### **Упражнение 1**

Построение чертежа призмы

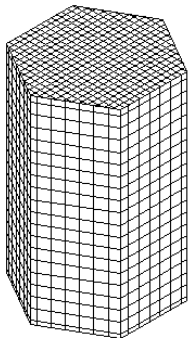


Рис. 4

**Общий вид детали, заданной на чертеже, показан на рис. 4.**

**Выбираем необходимые установки параметров рабочего стола AutoCAD, соответствующие размерам и форме вычерчиваемой детали.**

Command: '\_limits  
 Reset Model space limits:  
 Specify lower left corner or  
 [ON/OFF] <0.0000, 0.0000>:  
**«Enter»**  
 Specify upper right corner  
 <420.0000,297.0000>: **297,210**  
**«Enter»**  
 Command: <Snap on>  
 Command: <Grid on>  
 Command: '\_zoom  
 Specify corner of window,  
 enter a scale factor (nX or  
 nXP), or [All/ Center/Dynamic/  
 Extents/ Previous/Scale/Window]  
 <real time>: \_all Regenerating  
 Command:

**Screen Menu/ Tools 2/ UCS/  
 Origin**

Command: \_ucs  
 Current ucs name: \*WORLD\*  
 Enter an option [New/Move/ or-  
 tho Graphic/Prev/Restore/ Save/  
 Del/Apply/ ?/World] <World>: **n**  
 Specify origin of new UCS or  
 [ZAxis/3point/OBject/ Face/View  
 /X/Y/Z] <0,0,0>: **140,100**  
**«Enter»**

Command:  
 Command: \_ucs  
 Current ucs name: \*NO NAME\*  
 Enter an option [New/Move/  
 orthoGraphic/ Prev/ Restore/  
 Save/Del/Apply/?/World]<World>:  
**s «Enter»**

Enter name to save current UCS  
 or [?]: **p7 «Enter»**

Command:  
**«p7 - имя пользовательской  
 системы координат»**

Строим правильный шести-  
 угольник с диаметром опи-  
 санной окружности  $D = 40$  мм  
 (рис.2) .

**Screen Menu/ Draw 1/  
 Polygon**

Command: \_polygon Enter number  
 of sides <4>: 6 **«Enter»** Specify  
 center of polygon or [Edge]: **0,0**  
**«Enter»**  
 Enter an option [Inscribed in  
 circle/ Circumscribed about  
 circle] <I>: **«Enter»**  
 Specify radius of circle: **20**  
**«Enter»**

**Проводим осевые линии (см.  
 упр.5) .**

Command: \_line Specify first  
 point: **-25,0 «Enter»**  
 Specify next point or [Undo]:  
**25,0 «Enter»**  
 Specify next point or [Undo]:  
 Command:  
 Command: \_line Specify first  
 point: **0,25 «Enter»**  
 Specify next point or [Undo]:  
**0,-25 «Enter»**

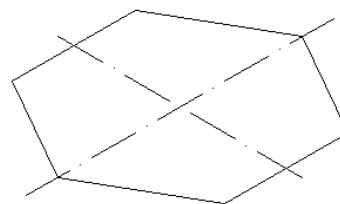


Рис.5

Specify next point or [Undo]:  
**«Enter»**  
 Command:

**Строим твердотельную  
 модель призмы методом «вы-  
 давливания» (рис.6) .**

**«Enter»Screen Menu/ Draw 2/  
 Solids/ Extrude**

density: ISOLINES=4  
 Select objects: 1 found  
 Select objects:  
 Specify heigh or of extrusion  
 or [Path]: **60 «Enter»**  
 Specify angle of taper for ex-  
 trusion <0>: **«Enter»**

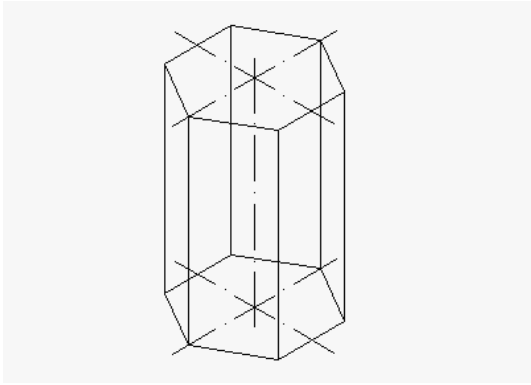


Рис. 6

**Копируем оси нижнего основания призмы на плоскость ее верхнего основания и проводим вертикальную ось.**

Command:

**Screen Menu/ Modify 2/ Copy**

Command: `_copy`

Select objects: 1 found, 2 total  
Select objects: Specify base point or displacement, or

[Multiple]: `0,0,0`, **«Enter»**

Specify second point of displacement or <use first point as displacement>: `0,0,60`

**«Enter»**

Command:

Command: `_line` Specify first point: `0,0,-5` **«Enter»**

Specify next point or [Undo]: `0,0,65` **«Enter»**

Specify next point or [Undo]: **«Enter»**

Command:

**Выполняем построение чертежа призмы (три вида: спереди, сверху и слева и изометрическая проекция) (рис. 7).**

**Screen Menu/ Draw 2/ Solids/ Solview**

Command: `_solview`

Regenerating layout. Regenerating model.

Enter an option [Ucs/Ortho/Auxiliary/ Section]: `u` **«Enter»**

Enter an option [Named/World/?/Current] <Current>: `p7` **«Enter»**

**«поименованная пользовательская система координат»**

Enter view scale <1>: **«Enter»**

Specify view center:

Specify first corner of viewport:

Specify opposite corner of viewport:

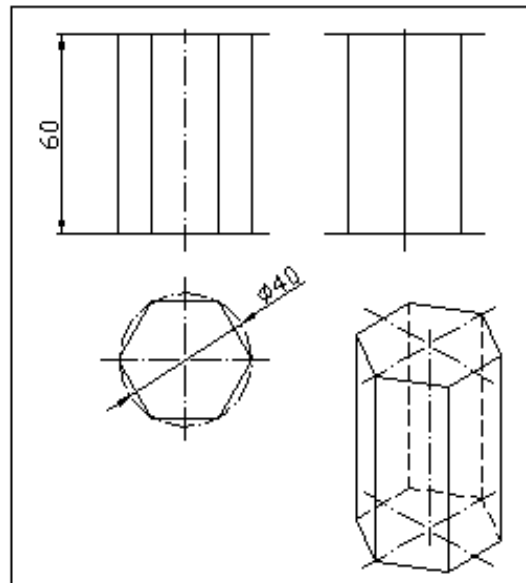


Рис. 7

Enter view name: `pk1` **«Enter»**  
**«вид спереди»**

UCSVIEW = 1 UCS will be saved with view Enter an option [Ucs/Ortho/Auxiliary/ Section]:

`o` **«Enter»**

Specify side of viewport to project:

Specify first corner of viewport: Specify view center:

Specify opposite corner of viewport: Enter view name: `pk2`

**«Enter»**

**«вид сверху»**

UCSVIEW = 1 UCS will

be saved with view Enter an option [Ucs/Ortho/Auxiliary/ Section]: `o` **«Enter»**

Specify side of viewport to project:

Specify view center: Specify first corner of Specify opposite corner of viewport:

Enter view name: **pk3**

«Enter»

**«вид слева»**

UCSVIEW = 1 UCS will be saved with view Enter an option [Ucs/Ortho/ Auxiliary/ Section]: **O** «Enter»

Specify side of viewport to project:

Specify view center: Specify first corner of viewport: Specify opposite corner of viewport: Enter view name: **pk4**

«Enter»

**«изометрия»**

UCSVIEW = 1 UCS will be saved with view Enter an option [Ucs/Ortho/ Auxiliary/ Section]: «Enter»

Command:

**Переходим от "пространственного" представления модели к "плоскому".**

**Screen Menu/ Draw 2/  
Solids/ Soldraw**

Command: **\_soldraw**  
Select viewports to draw..

Select objects: 1 found  
Select objects: 1 found, 2 total  
Select objects: 1 found, 3 total  
Select objects: «Enter»  
One solid selected.  
One solid selected.  
One solid selected.  
Command:

**Ставим размеры**

**Используется команда Dimension из падающего меню**

Command: **\_dimdiameter**  
Select arc or circle:  
Dimension text = **40** «Enter»  
Command: **\_dimlinear**  
Specify first extension line origin or <select object>:  
Specify second extension line origin: Specify dimension line location or [Mtext/Text/ Anle/ Horizontal/Vertical/Rotated]:  
Dimension text = **60** «Enter»  
Command:

**Записываем результат.**

**File/ Save as**

Command: **\_save as**

## Упражнение 2

Модель условно разбиваем на две модели. Первую – (цилиндр) называем далее «БАЗОВАЯ» твердотельная модель, вторую – (призму) (служит для образования призматического выреза) называем «ВСПОМОГАТЕЛЬНАЯ».

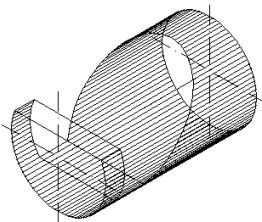


Рис. 8

Общий вид детали, заданной на чертеже, показан на рис. 8.

Размеры детали см. на чертеже (рис. 17).

Строим окружность в качестве плоского контура для



формирования твердотельной модели цилиндра методом «выдавливания» (рис. 9).

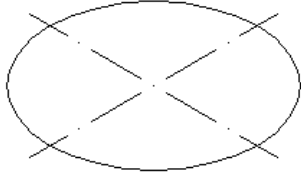


Рис. 9

**Screen Menu/ Draw 1/  
Circle / Cen, Rad**

Command: `_circle` Specify center point for circle or [3P/2P/Ttr (tan tan radius)]: `0,0` «Enter»  
Specify radius of circle or [Diameter]: `25` «Enter»

Строим осевые линии окружности. Для проведения загрузим штрихпунктирную линию в отдельный слой «Osi».

**Format/ Layer/ New**

Задаем название слоя : «Osi». Загружаем из библиотеки в этот слой тип линии:

**Linetype/ Load/ISO dash dot**

Переходим в слой «Osi» с помощью панели «Object Properties», которую можно загрузить с помощью команды

**View/Toolbars**

Command:  
Command: `_line` Specify first point: `-30,0,0` «Enter»  
Specify next point or [Undo]: `30,0,0` «Enter»  
Specify next point or [Undo]:

Command:  
Command: `_line` Specify first point: `0,30,0` «Enter»  
Specify next point or [Undo]: `0,-30,0` «Enter»  
Specify next point or [Undo]: «Enter»

Command:  
Создаем твердотельную модель цилиндра методом «выдавливания» (рис.10.).

**Screen Menu/ Draw 2/  
Solids/ Extrude**

Command: `_extrude`  
Current wire frame density: ISOLINES=4  
Select objects: 1 found

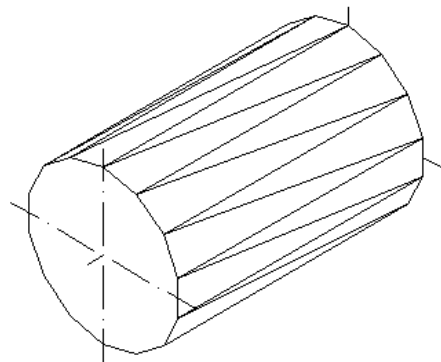


Рис.10

Select objects:  
Specify height of extrusion or [Path]: `80` «Enter»  
Specify angle of taper for extrusion <0>: `0` «Enter»

Заметим, что цилиндр можно получить не только описанным выше методом «выдавливания», но и методом «вращения». Для этого надо проделать следующие операции:

Строится прямоугольник, который служит контуром для получения тела вращения (рис.11).

**Screen Menu/ Draw 1/  
Rectang**

Command:  
 Command: `_rectang`  
 Specify first corner point or

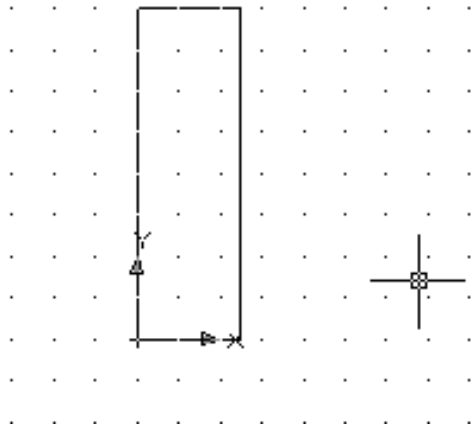


Рис.11

Chamfer/ Elevation/Fille/  
 Thickness /Width]: `0,0`  
 Specify other corner point or  
 [Dimensions]: `25,80`  
 Command:

**Полученный контур вращается вокруг оси, совпадающей с большей из сторон построенного прямоугольника (рис. 12).**

**Screen Menu/ Draw 2/  
Solids/ Revolve**

Command: `_revolve`  
 Current wire frame density:  
 ISOLINES=4  
 Select objects: 1 found Specify start point for axis of revolution or  
 define axis by [Object/X (axis)/Y (axis)]: `«Enter»`

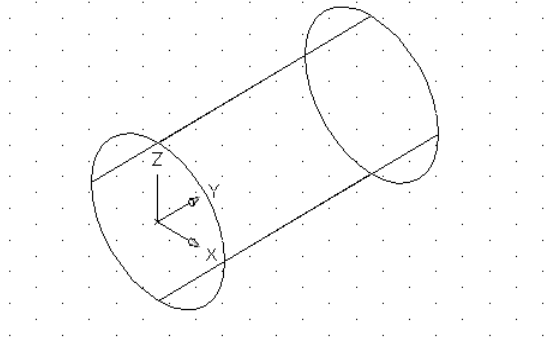


Рис.12

Specify endpoint of axis: Specify angle of revolution <360>:  
`«Enter»`

Command:

**Достраиваем недостающие оси симметрии цилиндра (рис.13). Для построения осевых линий переходим в слой «Osi».**

Command: `_line`

Specify first point: `0,0,-5`  
`«Enter»`

Specify next point or [Undo]:

`0,0,85`  
`«Enter»`

Specify next point or [Undo]:

`«Enter»`

Command:

Command: `_copy`

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

Select objects: Specify base point or displacement, or [Multiple]: Specify second point of

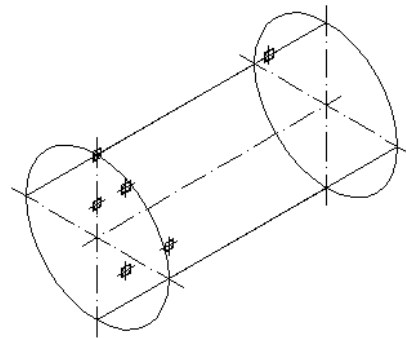


Рис.13

displacement or <use first point as displacement>: Command: `_ucs`

Current ucs name: \*NO NAME\*

<World>: `x`

Specify rotation angle about X axis <90>: `«Enter»`

Command:

Command: `_rotate`

Current positive angle in UCS:

```
ANGDIR=counterclockwise
ANGBASE=0 Select objects: Spec-
ify opposite corner: 6 found
Select objects: Specify base
point:
Specify rotation angle or [Ref-
erence]: 90 «Enter»
Command: _ucs
Current ucs name: *NO NAME*
Enter an option [New/Move/
orthoGraphic/Prev/Restore/Save/
Del/ Apply/?/World] <World>: _x
«Enter»
Specify rotation angle about X
axis <90>: «Enter»
Command:
```

**Вводим вспомогательные точки в вершинах контура призматического выреза (рис.13).**

**Сначала выбирается тип точки:**

***Format/ Point style***

**Затем по координатам строятся точки (координаты точек можно определить по размерам чертежа, см. рис.17:**

***Draw/Point/ Single point***

```
Command: _point
Current point modes: PDMODE=98
PDSIZE=0.0000 Specify a point:
0,10 «Enter»
Command:
Command: _point
Current point modes: PDMODE=98
PDSIZE=0.0000 Specify a point:
10,10 «Enter»
Command:
Command: _point
Current point modes: PDMODE=98
PDSIZE=0.0000 Specify a point:
10,-15 «Enter»
```

```
Command:
Command: _point
Current point modes: PDMODE=98
PDSIZE=0.0000 Specify a point:
25,-15 «Enter»
Command:
Command: _point
Current point modes: PDMODE=98
PDSIZE=0.0000 Specify a point:
60,25 «Enter»
Command:
Command: _point
Current point modes: PDMODE=98
PDSIZE=0.0000 Specify a point:
0,25 «Enter»
Command:
```

**Строим твердотельную модель призмы, участвующей в формообразовании детали (рис.14), в следующем порядке.**

**Строим через введенные точки (рис.13) замкнутый контур (тип линии—polyline).**

***Screen Menu/ Draw 1/ Pline***

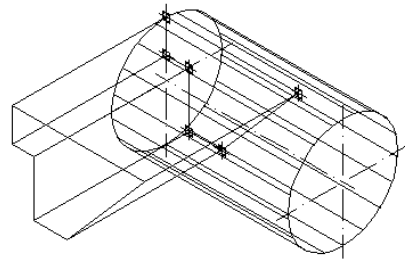


Рис.14

```
Command: _pline
Specify start point: 0,35 «En-
ter»
Current line-width is 0.0000
Specify next point or
[Arc/Close/ Halfwidth/
Length/Undo/Width]: 10,35
Specify next point or
[Arc/Close/
Halfwidth/Length/Undo/Width]:
10,10
```

Specify next point or  
 [Arc/Close/  
 Halfwidth/Length/Undo/Width]:  
 Specify next point or Specify  
 next point or [Arc/Close/  
 Halfwidth/ Length/Undo/Width]:  
**25,10 «Enter»**  
 [Arc/Close/Halfwidth/Length/Und  
 o/Width]: **60,50 «Enter»**  
 Specify next point or  
 [Arc/Close/ Halfwidth/Length/  
 Undo/Width]: **0,50 «Enter»**  
 Specify next point or Arc/  
 Close/ Halfwidth/ Length/ Un-  
 do/Width]: **C «Enter»**  
 Command:

**Создаем твердотельную мо-  
 дель «вспомогательной»  
 призмы методом «выдавлива-  
 ния» (рис.14).**

**Screen Menu/ Draw 2/  
 Solids/ Extrude**

Command: \_extrude  
 Current wire frame density:  
 ISOLINES=4  
 Select objects: 1 found  
 Select objects:  
 Specify height of extrusion or  
 [Path]: **70 «Enter»**  
 Specify angle of taper for ex-  
 trusion <0>: **0 «Enter»**  
 Command:

**Вращаем пользователь-  
 скую систему координат во-  
 круг оси «X» на 90°.**

**Для вращения используем  
 пиктограмму из стандартной  
 панели инструментов**

Command: \_ucs  
 Current ucs name: \*NO NAME\*  
 Enter an option [New/Move/  
 orthoGraphic/ Prev/ Restore/  
 Save/Del/ Apply/?/World]  
 <World>: **\_x «Enter»**

Specify rotation angle about X  
 axis <90>: **«Enter»**  
 Command:

**Перемещаем призму отно-  
 сительно цилиндра до совме-  
 щения их плоскостей симмет-  
 рии (рис.15)**

**Screen menu/ Modify 2 /Move**

Command: \_move  
 Select objects: 1 found  
 Select objects:  
 Specify base point or  
 displacement: Specify second  
 point of displacement or <use  
 first point as displacement>:  
 Command:

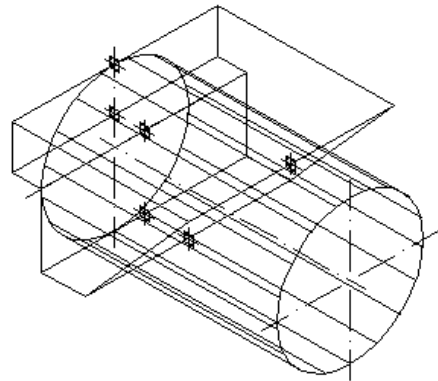


Рис.15

**Вычитаем «вспомогательную»  
 призму с помощью булевой  
 операции. «Command: SUB-  
 TRACT» (рис.16).**

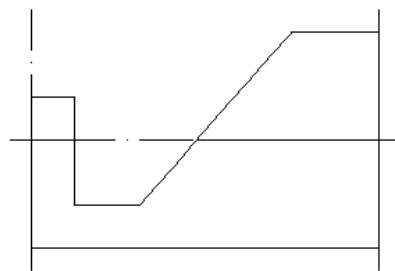


Рис.16

**Screen menu/Modify 2  
/Subtract**

Command: `_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: **«Enter»**  
Command:

**Выполняем построение чертежа детали в трех видах. Проводим осевые линии (рис.1).**

**Screen menu/ Draw 2/  
Solids/ Solview**

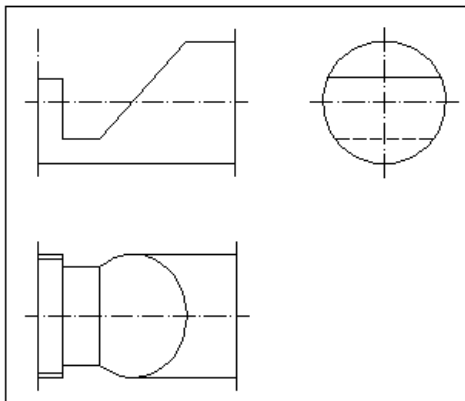


Рис.17

Отметим, что при выполнении команды **Solview** автоматически формируются дополнительные слои: 3 слоя для каждого вида (один для линий видимого контура, один для линий невидимого контура и третий для простановки размеров на данном виде). Кроме того, создаётся слой для хранения плавающих экранов.

Command: `_solview`  
Regenerating layout. Regenerating model. Enter an

option [Ucs/Ortho/ Auxiliary/Section]: **U «Enter»**

Enter an option [Named/World/?/Current] <Current>: **«Enter»**

Enter view scale 1>: **«Enter»**

Specify view center: Specify view center <specify viewport>:  
Specify first corner of viewport: Specify opposite corner of viewport:

Enter view name: **B1 «Enter»**

**«вид спереди»**

UCSVIEW = 1 UCS will be saved with view Enter an option [Ucs/Ortho/ Auxiliary/Section]:

**O «Enter»**

Specify side of viewport to project:  
Specify view center:  
Specify view center <specify viewport>: Specify first corner of viewport: Specify opposite corner of viewport:

Enter view name: **B2 «Enter»**

**«вид сверху»**

UCSVIEW = 1 UCS will be saved with view

Enter an option [Ucs/Ortho/Auxiliary/Section]: **o**

Specify side of viewport to project:

Specify view center: Specify view center <specify viewport>:  
Specify first corner of viewport:

Specify opposite corner of viewport:

Enter view name: **b3 «Enter»**

**«вид слева»**

UCSVIEW = 1 UCS will be saved with view Enter an option [Ucs/Ortho/ Auxiliary/Section]: **«Enter»**

Command:

**Переходим от «объемного» представления детали к «плоскому».**

**Screen menu/ Draw 2/ Solids/ Soldraw**

Command: `_soldraw`  
Select viewports to draw..  
Select objects: 1 found  
Select objects: 1 found, 2 total  
Select objects 1 found 3 total  
Select objects: **«Enter»**  
One solid selected.  
One solid selected.  
One solid selected.  
Command: `ltscale` **«Enter»**  
Enter new linetype scale factor  
<0.7000>: **0.8**

**Ставим размеры на чертеже (рис.18).**

**Все размеры находятся в падающем меню**

**Dimension**

Command:  
Command: `_dimlinear`  
Specify first extension

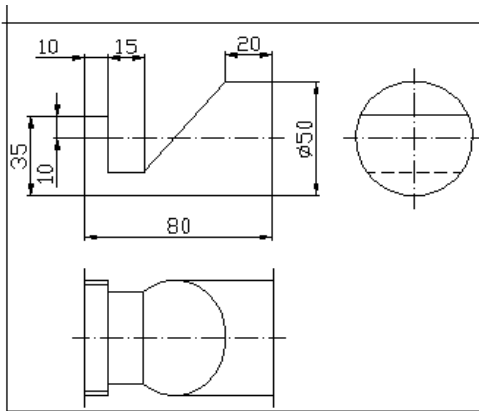


Рис.18

line origin or <select object>:  
Specify second extension line  
origin: Specify dimension line  
location or [Mtext/Text/ Angle/  
Horizontal/Vertical/Rotated]:  
Dimension text = **80 «Enter»**  
Command:  
Command: `dimlinear`  
Specify first extension:  
`_saveas` line origin or <select  
object>: Specify second extension  
line origin:

Specify dimension line location  
or [Mtext/Text/Angle/ Horizontal/  
Vertical/Rotated]:  
Dimension text = **10 «Enter»**  
Command:  
Command: `_dimlinear`  
Specify first extension line  
origin or <select object>:  
Specify second extension line  
origin: Specify dimension line  
location or [Mtext/Text/ Angle/  
Horizontal/Vertical/Rotated]:  
Dimension text = **15 «Enter»**  
Command:  
Command: `_dimlinear`  
Specify first extension line  
origin or <select object>:  
Specify second extension line  
origin: Specify dimension line  
location or [Mtext/Text/ Angle/  
Horizontal/Vertical/Rotated]:  
Dimension text = **20 «Enter»**  
Command:  
Command: `_dimlinear`  
Specify first extension line  
origin or <select object>:  
Specify second extension line  
origin: Specify dimension line  
location or [Mtext/Text/ Angle/  
Horizontal/Vertical/Rotated]:  
Dimension text = **50 «Enter»**  
Command:  
Command: `_dimlinear`  
Specify first extension line  
origin or <select object>:  
Specify second extension line  
origin: Specify dimension line  
location or Dimension text = **35  
«Enter»**  
Command:

**Записываем результат**

***File/ Save as***

Command: `_save as`

### Упражнение 3 Пересечение поверхностей геометрических тел плоскостями

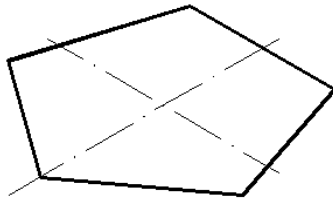
Построить три проекции пятиугольной пирамиды, усеченной плоскостью «Р».

#### Построить натуральную величину сечения

Вводим параметры для настройки рабочего стола AutoCAD (см. упр. 1).

Строим правильный пятиугольник в качестве исходного контура для создания твердотельной модели пирамиды методом «выдавливания» (рис.19).

Рис. 19



*Screen Menu/ Draw 1/  
polygon*

```
Command: _polygon
Enter number of sides <4>: 5
«Enter»
Specify center of polygon or
[Edge]: 0,0 «Enter»
Enter an option [Inscribed in
circle/Circumscribed about cir-
cle] <I>:
Specify radius of circle:
32«Enter»
```

Вращаем полигон на угол  $45^0$  (рис.19).

```
Command: _rotate
Current positive angle in UCS:
ANGDIR=counterclockwise
ANGBASE=0 Select objects: 1
found
Select objects: «Enter»
Specify base point: 0,0
«Enter»
Specify rotation angle or [Ref-
erence]: 90 «Enter»
Command:
```

Строим осевые линии, см. упр.1.

Строим твердотельную модель пирамиды методом «выдавливания» (рис.20).

*Screen Menu/ Draw 2/  
/Solids/ Extrude*

```
Command: _extrude
Current wire frame density:
ISOLINES=4
Select objects: <Snap off> 1
found Select objects:
Specify height of extrusion or
[Path]: 76 «Enter»
Specify angle of taper for ex-
trusion <0>: 18.81 «Enter»
```

Отметим, что в последней команде вводится угол сужения  $(18,81^0)$ .

Вводим две вспомогательные базовые точки. Выбирается тип точки. [Format/Point style]



Command: '\_ddptype

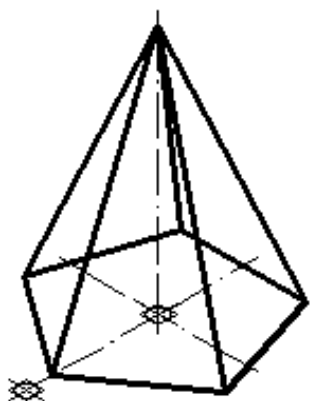


Рис. 20

Initializing... DDPTYPE  
 loaded. Regenerating model.  
 Command:

**Затем по координатам стро-  
 ятся точки (рис.20) .**

**Draw/Point/ Single point**

Command: \_point  
 Current point modes: PDMODE=98  
 PDSIZE=0.0000 Specify a point:  
**<Osnap on> \_int of**  
 Command:  
 Command: \_point Current point  
 modes: PDMODE=98 PDSIZE=0.0000  
 Specify a point: **«Enter»**  
 Command:

**Проводим недостающую ось  
 симметрии .**

Command: \_line  
 Specify first point: **0,0,-5**  
**«Enter»**  
 Specify next point or [Undo]:  
**0,0,80 «Enter»**  
 Command:

**Проводим построение  
 вспомогательных линий и на-  
 носим буквенные обозначения  
 проецирующей плоскости «P»  
 (рис.21) . Для построения**

**линии привязываемся к ба-  
 зовой точке, которая нахо-  
 дится вне контура основания  
 (привязка к базовой точке  
 должна быть активизирова-  
 на), см. введение.**

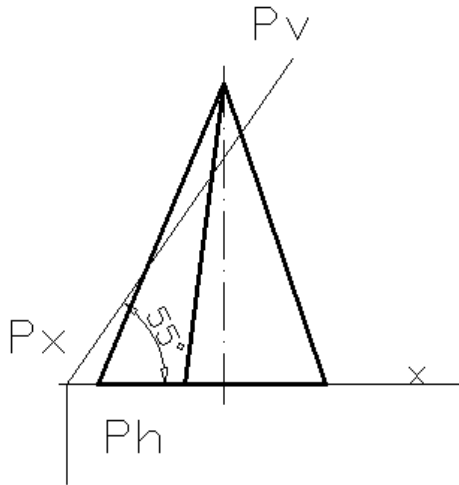
Command: \_line  
 Specify first point: **\_nod of**  
 Specify next point or [Undo]:  
 Specify next point or [Undo]:  
 Command:

**Вращаем прямую «Pv» на  
 заданный угол (55°) рис.4) .**

**Screen menu/ Modify 2/  
 Rotate**

Command: \_rotate  
 Current positive angle in UCS:  
 ANGDIR=counterclockwise  
 ANGBASE=0  
 Select objects: 1 found  
 Select objects:  
 Specify base point: **\_nod of**  
 Specify rotation angle or [Ref-  
 erence]: **55 «Enter»**  
 Command:  
 Command: \_line  
 Specify first point:  
 Specify next point or [Undo]:  
 Specify next point or [Undo]:  
 Command:  
 Command: \_line  
 Specify first point:  
 Specify next point or [Undo]:  
 Specify next point or [Undo]:  
 Command:  
 Command: \_dtext  
 Current text style: "Standard"  
 Text height: **2.5000**  
 Specify start point of text or  
 [Justify/Style]:  
 Specify height <2.5000>: **5**  
 Specify rotation angle of text  
 <0>: Enter text: **Pv**  
 Enter text: **Ph**

Enter text: **Px** Enter text: **x**



Command:

Рис.21

Command: `_dimangular`  
 Select arc, circle, line, or  
 <specify vertex>: <Snap off>  
 Select second line: Specify di-  
 mension arc line location or  
 [Mtext/Text/ Angle]: Dimension  
 text = **55**

Command:

**Вращаем модель до со-  
 вмещения направления следа  
 Pv с направлением  
 оси "Y" (рис.22).**

<b>Screen Menu/ Modify 2/          Rotate</b>
---

Command: `_rotate`

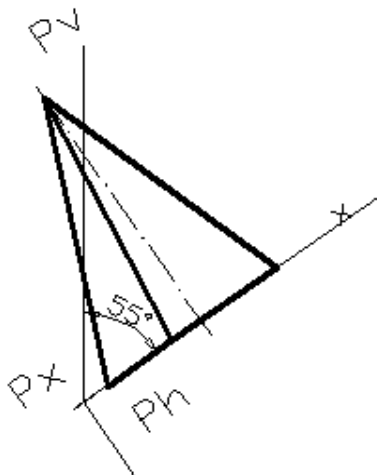


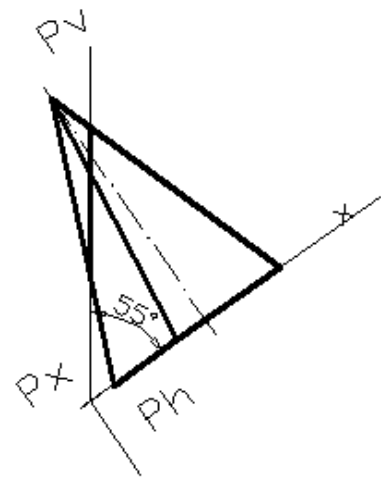
Рис.22

Current positive angle in UCS:  
 ANGDIR=counterclockwise  
 ANGBASE=0  
 Select objects: rotation angle  
 or [Reference]: **35** «Enter»  
 Command:

**Устанавливаем систему  
 координат в точку "Px".**

Command: `_ucs`  
 Current ucs name: \*FRONT\*  
 Enter an option [New/Move/  
 orthoGraphic/ Prev/ Re-  
 store/Save/ Del/Apply/?/World]  
 <World>: **\_o**  
 Specify new origin point  
 <0,0,0>: **\_nod of**  
 Command:

**Выполняем построение сече-  
 ния в плоскости «P».**



(рис.23) .

Рис.23

<b>Screen Menu/ Draw 2 /          Solids/Section</b>
--

Command: `_section`  
 Select objects: 1 found  
 Select objects: 1 found, 2 to-  
 tal Select objects: Specify  
 first point on Section plane by  
 YZ-plane <0,0,0>: **\_nod of**

Specify a point on the **«Enter»**

Command:

**Перемещаем сечение параллельно плоскости «Р» на достаточное для выполнения последующего поворота расстояние (рис.24).**

**Screen Menu/  
Modify 2/ Move**

Command: **\_move**  
Select objects: 1 found  
Select objects: Specify base point or displacement: **\_nod** of  
Specify second point of displacement or <use first point as displacement>: Command:

**Вращаем систему координат вокруг оси «X» на 90°.**

**Вращение осуществляется командой UCS из стандартной панели инструментов**

Command: **\_ucs**  
Current ucs name: \*NO NAME\*  
Enter an option [New/Move/orthoGraphic/Prev/Restore/Save/ Del/App./?/World]  
<World>: **\_ X «Enter»**  
Specify rotation angle about X axis <90>: **«Enter»**  
Command:

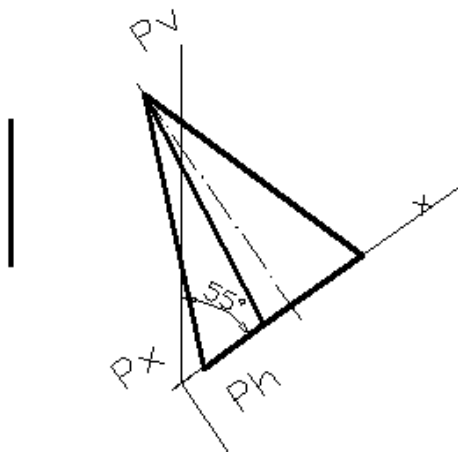


Рис.24

**Вращаем сечение вокруг оси «Z» на 90° (рис.25).**

Command: **\_rotate**  
Current positive angle in UCS:  
ANGDIR=counterclockwise  
ANGBASE=0 Select objects: 1  
found  
Select objects: Specify base point: Specify rotation angle or [Reference]: **90 «Enter»**  
Command:

**Вращаем систему координат вокруг оси «X» на -90°.**

Command: **\_ucs**  
Current ucs name: \*NO  
NAME\*Enter an option  
[New/Move/orthoGraphic/  
Prev/Restore/Save/Del/Apply  
/?/World] <World>: **\_ X «Enter»**  
Specify rotation angle about X axis <90>: **-90 «Enter»**  
Command:

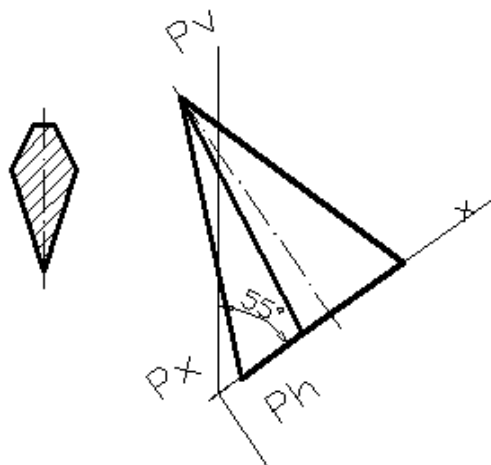


Рис.25

**Выполняем штриховку сечения (рис.25).**

**Screen Menu/ Draw 2/ Solids/ Bhatch**

Command: **\_bhatch**

Select internal point:  
 Selecting everything... visible... Analyzing the selected data... Analyzing internal islands... Select internal point:  
 Command:

**Проводим ось симметрии сечения (рис.25) .**

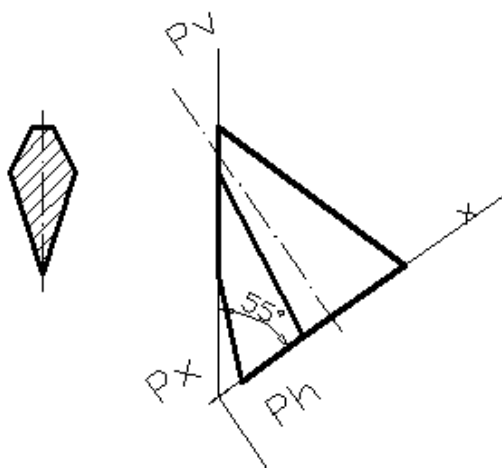
Command: `_line` Specify first point: `<Osnap on>` Specify next point or [Undo]: `<Osnap off>` Specify next point or [Undo]:  
 Command:

**Выполняем построение среза плоскостью «P» (рис.26) .**

**Screen Menu/ Draw 2 /Solids/ Slice**

Command: `_slice`  
 Select objects: 1 found  
 Select objects: Specify first point on licing plane by [Object/Zaxis/View/XY/YZ/ZX/3points] `<3points>`: `yz`  
**«Enter»**  
 Specify a point on the YZ-plane `<0,0,0>`: `_nod of`  
 Specify a point on desired  
 Command:

Рис.26  
**Вращаем модель (включая**



**сечение) до совмещения направления следа Ph с направлением оси «Y» (рис.27) .**

Command: `_rotate`

**Screen Menu/ Modify 2/ Rotate**

Current positive angle in UCS:  
 ANGDIR=counterclockwise  
 ANGBASE=0  
 Select objects: Specify Select objects: Specify base point:  
**\_nod of**  
 Specify rotation angle or [Reference]: `-35 «Enter»`  
 Command:

**Устанавливаем начало координат в центр окружности, описанной вокруг правильного пятиугольника основания пирамиды.**

**Screen Menu/ Tools 2/ UCS/ Origin**

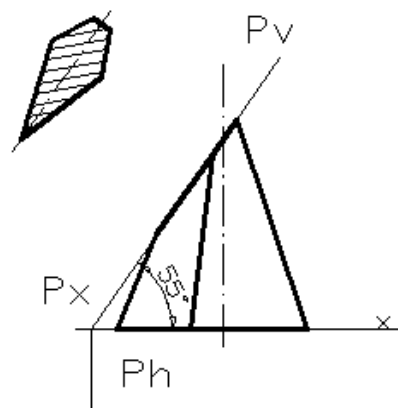


Рис.27

Command: `_ucs`  
 Current ucs name: `*FRONT*`  
 Enter an option  
 [New/Move/orthoGraphic/Prev/Restore/Save/Del/Apply/?/World]  
`<World>`: `_o «Enter»`

Specify new origin point

<0,0,0>: ***\_nod of***

Command:

**Выполняем построения чертежа пирамиды в трех видах (спереди, сверху и слева) и ее изометрическую проекцию (рис.28).**

**Screen Menu/ Draw2/Solids/ Solview**

Command: ***\_solview***

Enter an option [Ucs/Ortho/Auxiliary/Section]: Enter an option [Named/World/?/Current] <Current>: Enter view scale <1>: Specify view center: Specify first corner of viewport:

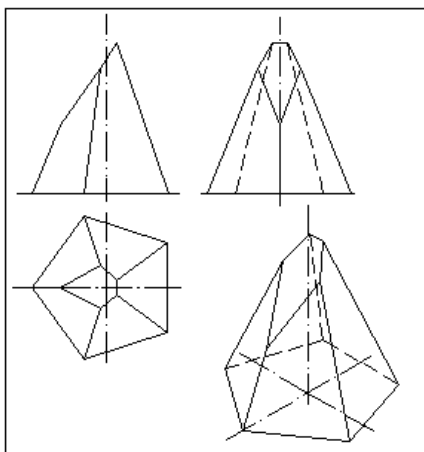


Рис.28

Specify opposite corner of viewport: Enter view name: ***py1***

**«вид спереди»**

UCSVIEW = 1 UCS will be saved with view Enter an option [Ucs/Ortho/Auxiliary/Section]: ***o***

Specify side of viewport to project: Specify view center: Specify first corner of viewport: Specify opposite corner of viewport:

Enter view name: ***py2***

**«вид сверху»**

UCSVIEW = 1 UCS will be saved with view Enter an option

[Ucs/Ortho/ Aux./Section]: ***o***

Specify side of viewport to project: Specify view center: Specify first corner of viewport: Specify opposite corner of viewport:

Enter view name: ***py3***

**«вид слева»**

UCSVIEW = 1 UCS will be on> saved with view <Ortho on>

Specify next point or [Undo]:

Command:

Command: ***\_line*** Specify first point: ***\_nod of***

Specify next point or [Undo]:

Specify next point or [Undo]:

Command:

Enter an option [Ucs/Ortho/Auxiliary/Section]: ***o***

Specify side of viewport to project:

Specify view center: Specify first corner of viewport:

viewport:

Enter view name: ***py4***

**«изометрия»**

UCSVIEW = 1 UCS will be saved with view Enter an option [Ucs/Ortho/Auxiliary/ Section]:

Command:

**Переходим от пространственного представления модели к ее плоскому представлению.**

**Screen Menu/ Draw 2/ Solids/ Soldraw**

Command: ***\_soldraw***

Select viewports to draw..

Select objects: 1 found

Select objects: 1 found,

Select objects: 1 found,

Select objects: 1 found,

Select objects:

**Записываем на диск результаты построений.**

**File/Save as**

Command: save as

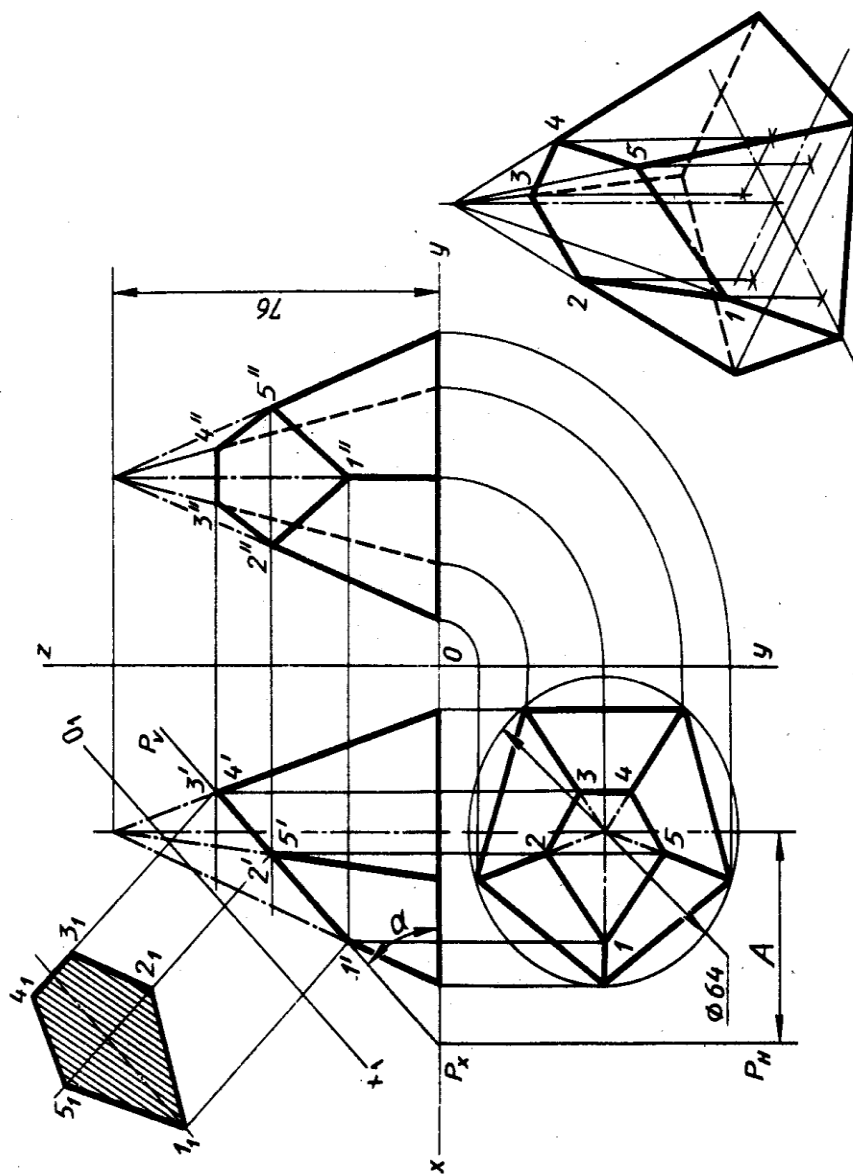
## Приложение

### ВАРИАНТЫ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

#### Данные для самостоятельной работы к упр. №1

№ вар.	Диаметр описанной окружности	Высота	Число Боковых граней	№ вар.	Диаметр описанной Окружности	Высота	Число боковых граней
<b>1</b>	45	68	3	<b>10</b>	45	75	6
<b>2</b>	42	62	7	<b>11</b>	42	90	9
<b>3</b>	50	75	5	<b>12</b>	50	180	5
<b>4</b>	60	90	4	<b>13</b>	60	150	3
<b>5</b>	120	180	6	<b>14</b>	120	120	4
<b>6</b>	100	150	3	<b>15</b>	100	100	8
<b>7</b>	80	120	9	<b>16</b>	80	68	6
<b>8</b>	75	100	5	<b>17</b>	75	62	8
<b>9</b>	70	90	6	<b>18</b>	48	73	10

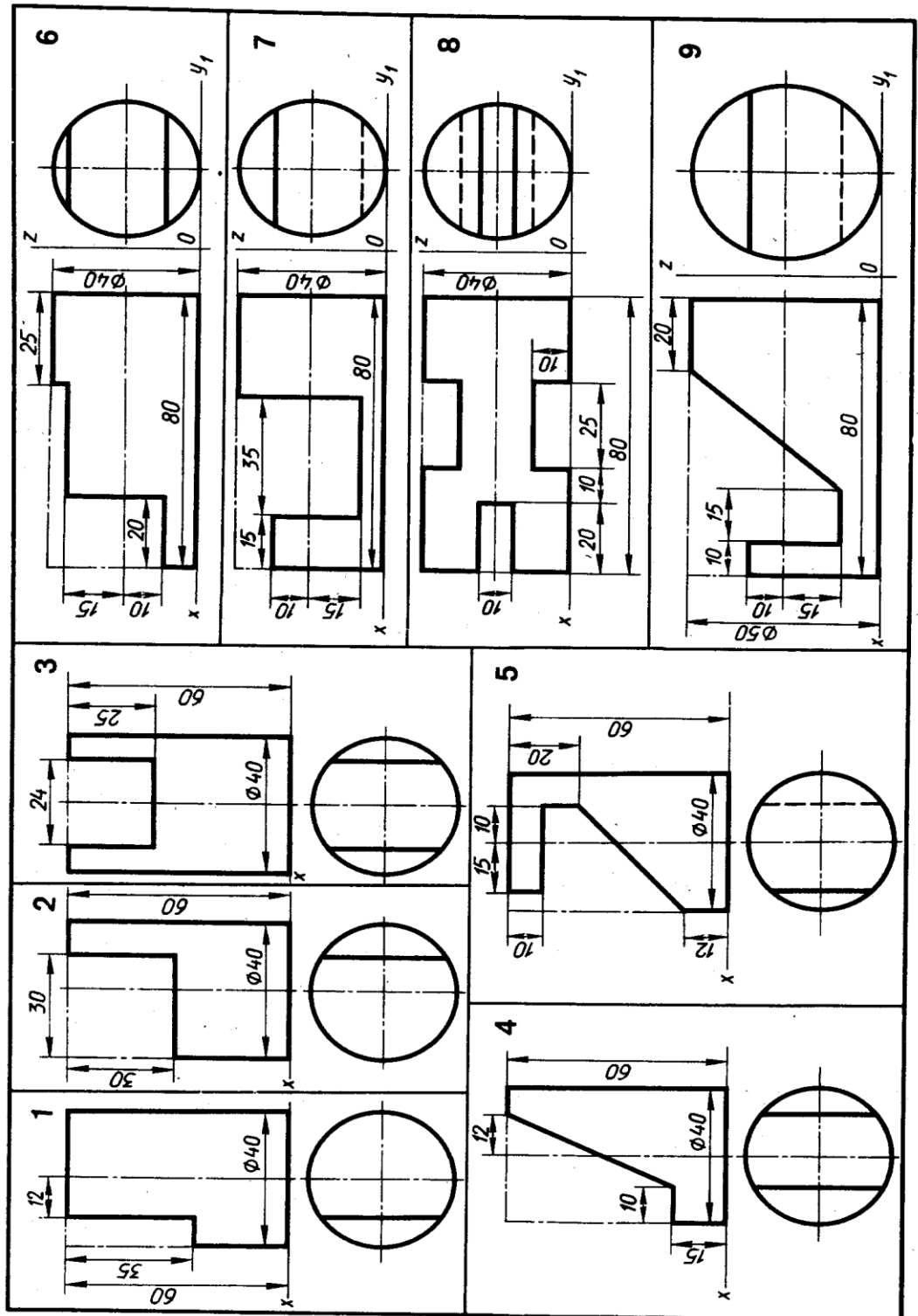
Данные для самостоятельной работы к упр. № 2



Таблица

№ варианта	$\alpha$ , град	A
1	45	44
2	55	40
3	20	42
4	25	45
5	25	50
6	45	47
7	35	40
8	55	38
9	30	46
10	30	42
11	35	45
12	35	50
13	20	44
14	50	40
15	50	38
16	25	52
17	30	43
18	40	39

Данные для самостоятельной работы к упр. № 3





## Библиографический список

1. *Верховский А.В.* Инженерная графика в AutoCAD 2000. М.: Изд-во НИИ ПМТ, 2000.
2. *Миронов Б.Г., Миронова Р.С., Пяткина Д.А., Пузиков А.А.* Сборник заданий по инженерной графике с примерами выполнения чертежей на компьютере. М.: Высшая школа, 2006.
3. *Миронов Б.Г., Миронова Р.С., Пяткина Д.А., Пузиков А.А.* Инженерная и компьютерная графика. М.: Высшая школа, 2006.
4. *Федоренков А.П., Басов К.А., Кимаев А. М.* AutoCAD 2000. Практический курс. М.: Изд-во «ДЕСС», 2010.
5. *Чекмарёв А.А., Верховский А.В., Пузиков А.А.* Начертательная геометрия. Инженерная и машинная графика. М.: Высшая школа, 2006.

## Оглавление

<b>Введение</b> .....	<b>3</b>
<b>Упражнение 1</b> .....	<b>5</b>
<b>Упражнение 2</b> .....	<b>8</b>
<b>Упражнение 3</b> .....	<b>15</b>
<b>Приложение</b>	
<b>Варианты для самостоятельной работы студентов</b> .....	<b>21</b>
<b>Библиографический список</b> .....	<b>24</b>

Учебное издание

КОМПЬЮТЕРНОЕ ТВЕРДОТЕЛЬНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ  
ПРОСТЫХ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ТЕЛ  
В ГРАФИЧЕСКОМ ПАКЕТЕ AutoCAD 2010

Составители:

ПУЗИКОВ Анатолий Александрович

ПЯТКИНА Дарья Анатольевна

Редактор Е.С. Резникова

Технический редактор О.Г. Завьялова

Подписано в печать 25.01.2011. Формат 60x84/16. Бумага офсетная №2. Ризография. Усл. печ. л. 1,6. Уч.- изд. л. 1,5.

Изд. № 117. Тираж 100 экз. Заказ 31. Бесплатно.

Московский государственный институт электроники  
и математики.

109028 Москва, Б.Трёхсвятительский пер., 3.

Отдел оперативной полиграфии Московского государственного института электроники и математики,  
113054, ул. М. Пионерская, 12.