

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

**Лешихина И. Е.**

**Пирогова М.А.**

**Сборник лабораторных работ**

**по курсу**

**ИНЖЕНЕРНАЯ И КОМПЬЮТЕРНАЯ ГРАФИКА, часть 2**

**Лабораторная работа №9. Команды нанесения размеров. Синтез чертежа  
твердотельной модели, комплексный чертеж детали, комплекс плоскостных  
проекций, синтез видов и разрезов**

Москва

2014

## Цель лабораторной работы

Целью лабораторной работы является освоение команд нанесения размеров на двумерный и трехмерный объект. В данной лабораторной работе рассматриваются средства, позволяющие создавать чертеж твердотельной модели.

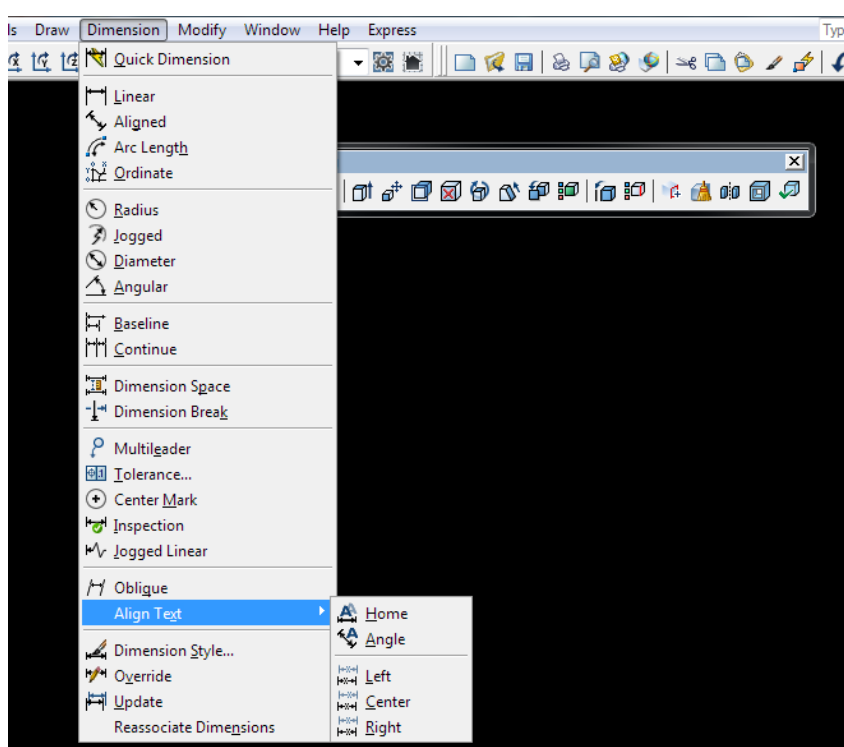
## Пояснения к лабораторному заданию

**В первую очередь** рассмотрим команды простановки размеров на построенном чертеже, имеющиеся в распоряжении у пользователя системы AutoCAD.

Для простановки размеров в системе AutoCAD существует подсистема автоматического образмеривания.

**Размер в системе AutoCAD** состоит из многих элементов: выносные элементы, размерные линии, текст. Однако для конструктора он является единым целым. При создании размера все входящие в него примитивы записываются во внутренний блок (объединяются в один составной примитив), что придает размеру как примитиву новые свойства.

Большинство команд, связанных с нанесением размеров, можно вызвать из падающего меню **DIMENSION** или из соответствующей панели инструментов.

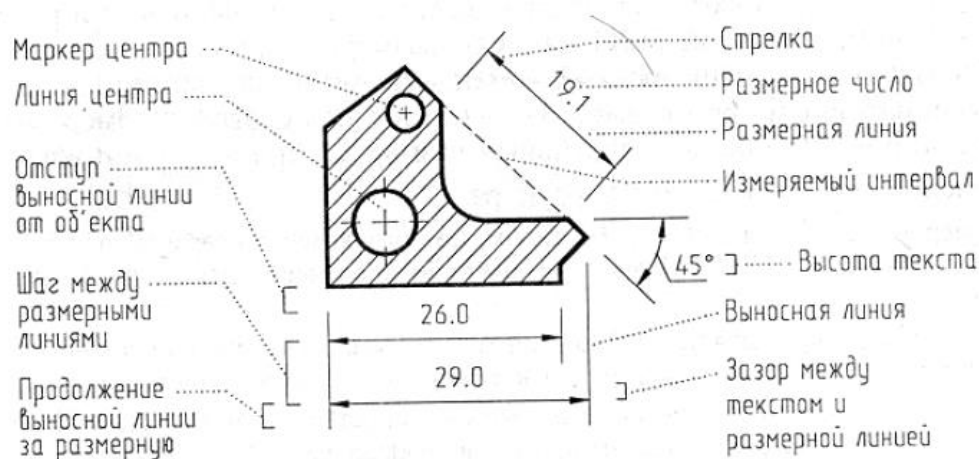


Команды образмеривания позволяют проставлять размеры **линейные (Linear)**, **угловые (Angular)**, **размеры диаметра и радиуса (Radius, Diameter)**, проставлять размеры в режиме «от базовой линии» (**Baseline**) и «продолженный» (**Continue**), а также отрисовывать **осевые линии круга (Center Mark)**, проводить разнообразные **линии-выноски (Multileader)**, проставлять допуски (**Tolerance...**) и проводить некоторые специальные операции с размерными элементами.

Для удобства пользователя в этом же падающем меню находится вызов команды **Dimension Style (Размерный стиль)**, которую уже привычно пользователь может обнаружить в падающем меню **Format**. Под **размерным стилем** в системе понимается каждая очередная комбинация настроек для примитивов и элементов, составляющих размерный блок. Таких стилей можно создать необходимое количество и, присвоив каждому из них имя, по очереди использовать в процессе нанесения размеров.

### Размерные элементы

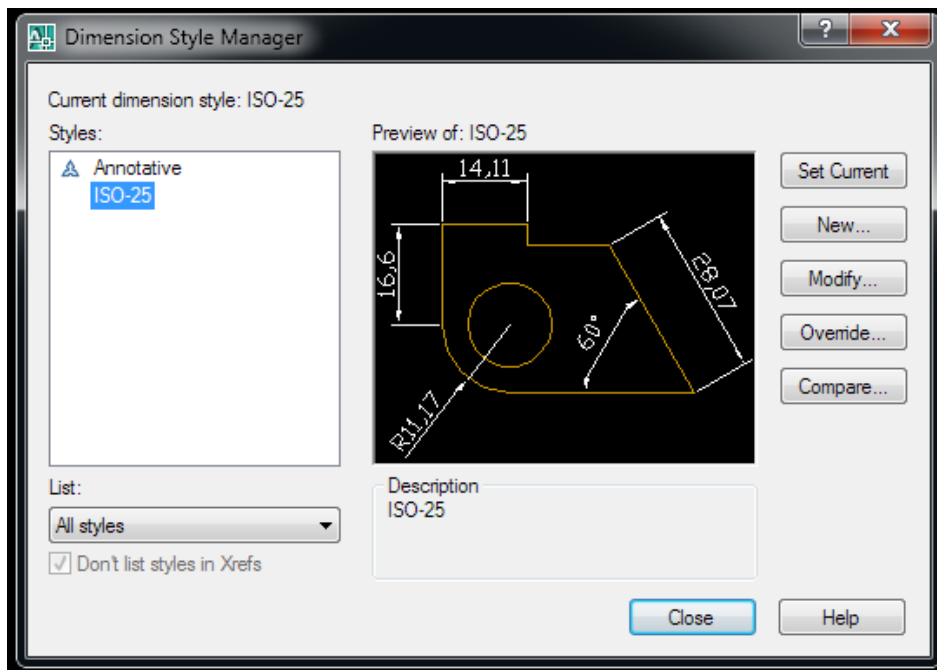
Размеры состоят из множества элементов. Ниже показаны основные элементы, составляющие размерный блок и настраиваемые при создании размерного стиля.



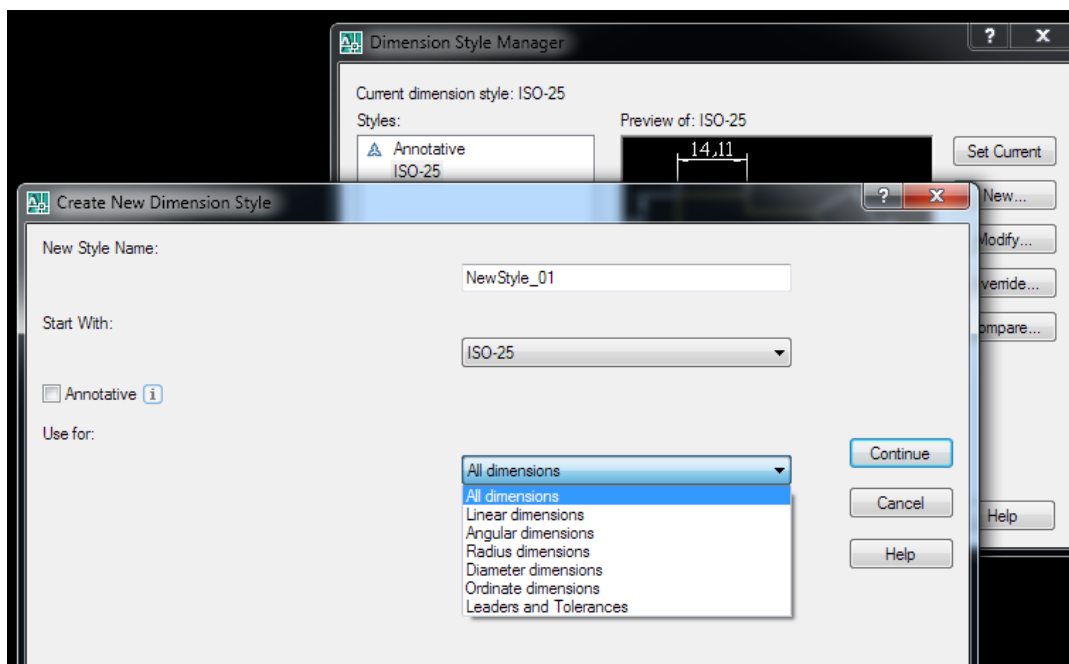
### Размерные стили

**Совокупность конкретных** настроенных значений системных переменных, хранящих значения основных элементов размеров, определяет размерный стиль, который хранится в текущем чертеже под задаваемым пользователем именем. В стандартной поставке системы AutoCAD в чертежном файле – прототипе (**acadiso.dwt**), который используется системой по умолчанию, хранится несколько стилей с настроенными системными переменными в соответствии со стандартами ISO.

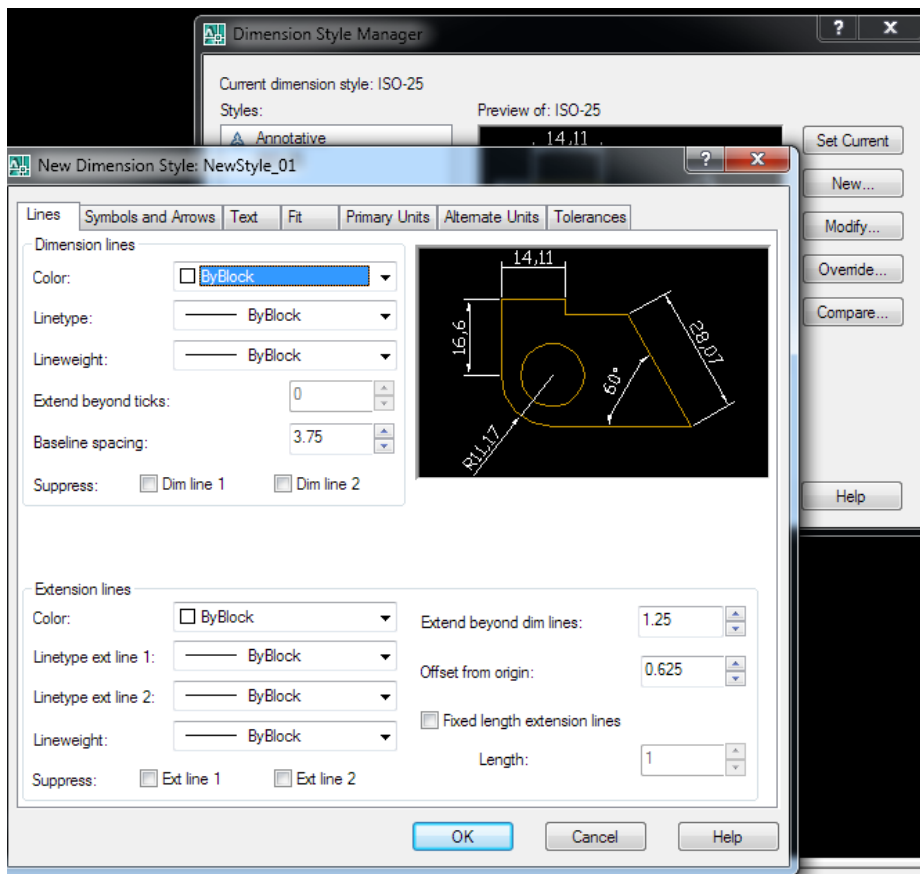
Для установления текущего стиля и для изменения значений системных переменных с применением диалогового окна служит уже упоминавшаяся команда **DIMSTYLE**, вызываемая либо меню **Format → Dimension Style**, либо из меню **Dimension**.



Имеющийся у пользователя в распоряжении размерный стиль по умолчанию показан в окне **Preview**. В данном случае это **ISO-25**. Для создания нового стиля используйте кнопку **New**. Новый стиль создается на основе текущего с заданием имени нового стиля:



**После задания имени** нового размерного стиля и выбора тех типов размеров, для которых очередной размерный стиль создается (по умолчанию – **All dimensions/Для всех размеров**), необходимо перейти к настройке составляющих его элементов. Для этого необходимо при создании нового стиля нажать в рассматриваемом диалоговом окне (**Create New Dimension Style**) кнопку **Continue**, а для необходимых изменений текущих настроек у уже существующих стилей, необходимо вызвать вложенное диалоговое окно, нажав на кнопку **Modify**. И в том и другом случае пользователь попадает в диалоговое окно



которое содержит 7 разделов (закладок или вкладок):

- На вкладке **Line** и вкладке **Symbols and Arrows** задается цвет, толщина и другие характеристики размерных и выносных линий. Выбирается тип и размер стрелок. На этой же вкладке выбирается отображать или не отображать маркеры в центре круга, а также их размер;
- На вкладке **Text** выбираются параметры размерного текста: цвет, стиль, выравнивание;
- На вкладке **Fit** осуществляется управление взаимным размещением размерных, выносных линий и текста, а также масштабом размеров;
- На вкладках **Primary Units** и **Alternate Units** определяется формат единиц измерения, задается точность;
- На вкладке **Tolerance** определяется формат и точность допусков.

**Рекомендация:** для выполнения задания к лабораторной работе заранее создайте несколько размерных стилей в соответствии с задачами оформления чертежа по полученным заданиям. Возвращайтесь к размерным стилям по необходимости, используя список имен, содержащийся в разделе **Styles** диалогового окна **Dimension Style**. Рассмотрим основные команды простановки размеров.

## Линейные размеры. Горизонтальные и вертикальные размеры

Для нанесения линейных размеров предназначена команда **Dimlinear** (меню **Dimension**):

**Command: \_dimlinear**

**Specify first extension line origin or <select object>:**

(По умолчанию система предполагает, что пользователь, включая в том числе и режимы объектной привязки, укажет **начало первой выносной линии**, а затем – **начало второй выносной линии**. Если вместо указания начала первой выносной линии — нажать клавишу **Enter** (режим “or”), то система попросит указать образмериваемый примитив и сама определит конечные точки отрезков и дуг и расположит в них концы выносных линий. При этом, сегменты составных примитивов рассматриваются как отдельные примитивы. Следующий запрос команды:

**Specify dimension line location or:**

В ответ на который, с помощью курсора следует указать положение размерной линии, после чего в соответствии с выбранным размерным стилем будет выведен размерный текст. По умолчанию в качестве размерного текста будет выведено значение, измеренное системой. Для ввода собственного размерного текста необходимо воспользоваться режимом **or**, и выбрать одну из опций – **Mtext or Text**)

[Mtext/Text/Angle/Horizontal/Vertical/Rotated]

## Угловые размеры

Для нанесения угловых размеров используется команда **\_dimangular** (альтернатива **Angular** падающего меню **Dimension**):

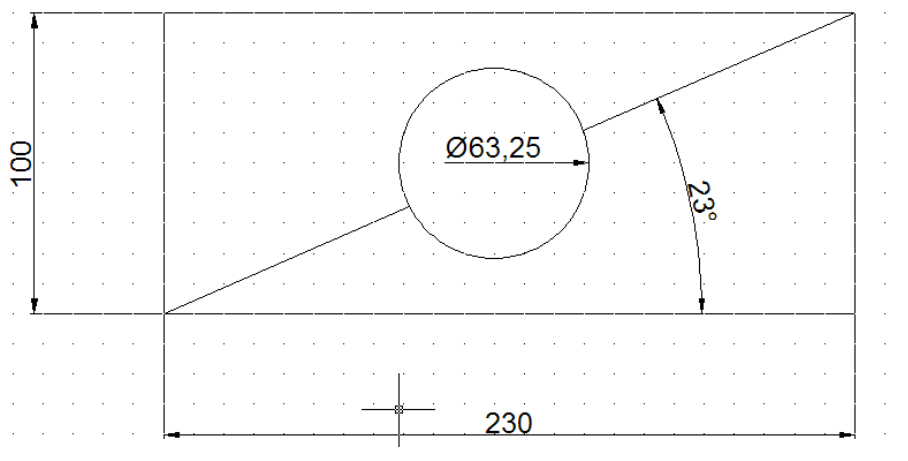
**Command: DIMANGULAR**

**Select arc, circle, line or <specify vertex>:**

Для создания размера необходимо в ответ на запрос указать дугу, круг или два отрезка, определяющих образмериваемый угол. Если вместо этого нажать клавишу **ENTER** (режим **or**), то можно указать вершину и две точки, определяющие угол (лежащие на сторонах угла).

## Радиальные размеры.

Для нанесения размеров дуг и окружностей используются команды **\_dimradius** и **\_dimdiametr**. Далее размеры наносятся в соответствии с настройками размерного стиля.



## Способы нанесения размеров от общей базы и цепью

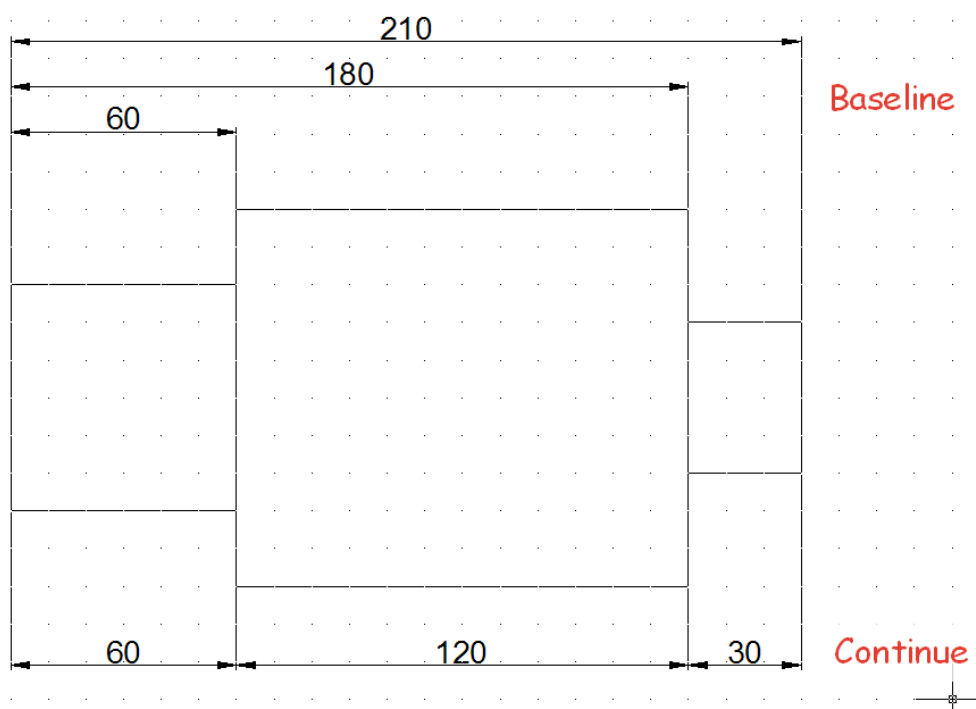
Для ряда чертежей деталей, которые выполнены технологически с использованием т.н. «базы» (например на фрезеровальных станках), размеры могут быть нанесены с помощью специальных команд падающего меню **Dimension – Baseline** и **Continue** (**\_dimbaseline** и **\_dimcontinue**). И в том и в другом случае соответствующий линейный размер, содержащий выбранную нами базу, уже должен присутствовать на чертеже – обратите внимание на первый запрос команды:

**Command: \_dimbaseline**

**Select base dimension:**

После указания этого размера нужно указать начальную точку второй выносной линии и т.д.

### Specify a second extension line origin

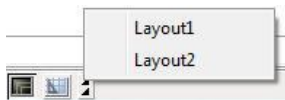


При простановке размеров на трехмерной модели следует помнить, что размерный блок всегда позиционируется в плоскости построений (плоскость **xy**) и ориентируется в положительном направлении осей **x** (направление размерного текста) и **y** (высота размерного текста). В связи с этим нужно очень внимательно осуществлять выбор пользовательской системы координат (**UCS**) для простановки размеров.

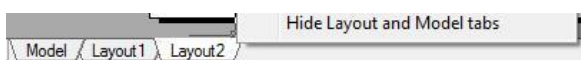
## Синтез чертежа твердотельной модели

Создание твердотельной модели происходит в пространстве модели – закладка **Model**. Для синтеза чертежа модели предусмотрено пространство листа. Листов может быть не обязательно один, поэтому и вкладок для создания листов, больше, чем одна – **Layout1/Layout2** и т.д.

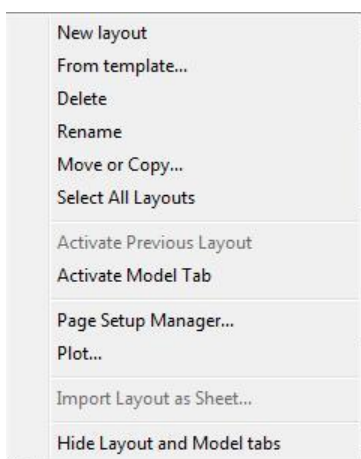
Для перехода в пространство листа необходимо воспользоваться соответствующими вкладками, которые находятся на рабочем поле. Если на рабочем поле таких вкладок нет, то перейти к пространству листа можно из строки состояния с помощью второй и третьей кнопок, указанных на рисунке ниже, первая кнопка позволяет перейти к пространству модели.



Для того, чтобы на рабочем поле появились закладки пространств модели и листа, нужно подвести мышку к кнопке строки состояния и по правой кнопке мыши вызвать контекстное меню. Если есть необходимость вернуть управление пространствами в строку состояния, то нужно подвести мышку к закладке листа и вызвать контекстное меню. Последняя сточка контекстного меню возвращает кнопки управления пространствами в строку состояния.



Каждый созданный лист настраивается для последующего вывода на печать. Настройки, которые имеются по умолчанию, могут быть изменены с помощью вкладки контекстного меню *Page Setup Manager*. Контекстное меню имеет следующий вид:



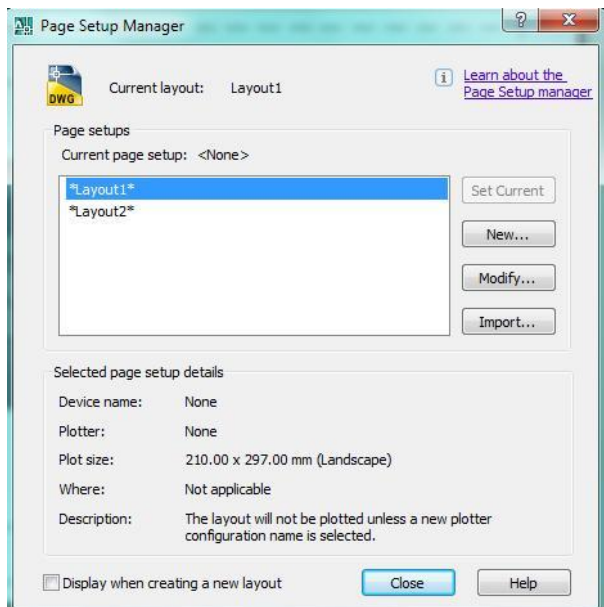
Контекстное меню имеет следующие пункты:

- **New Layout** – создает новый лист с параметрами по умолчанию;
- **From template** – создает новый лист по шаблону;
- **Delete** – удаляет текущий лист;
- **Rename** – переименовывает текущий лист;
- **Move or Copy** – создает новый лист, являющийся копией текущего;
- **Select All Layout** – выбор всех листов для удаления или печати;
- **Activate Previous Layout** – активизировать лист, который был активен на предыдущем шаге;
- **Activate Model Tab** – включение вкладки пространства модели;
- **Page Setup Manager** – вызывает одноименное диалоговое окно;

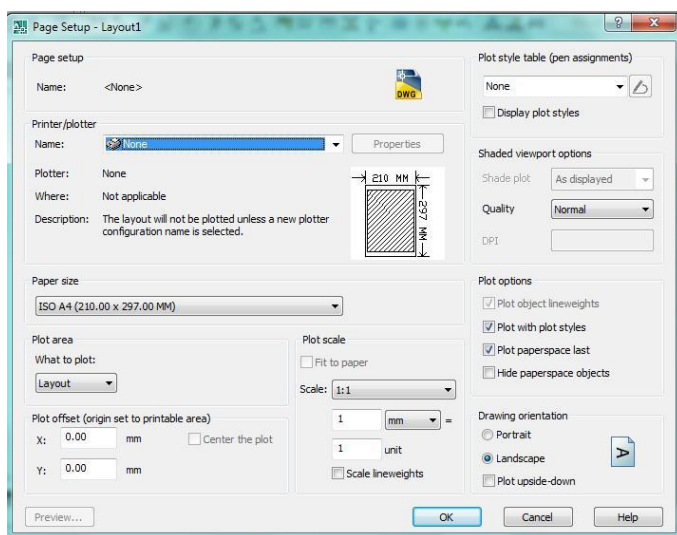


- **Plot** – печать листа;
- **Hide Layout and Model tabs** – переход между рабочим полем и строкой состояния при работе с пространством модели и листа.

Диалоговое окно **Page Setup Manager** - диспетчер набора параметров выглядит следующим образом:



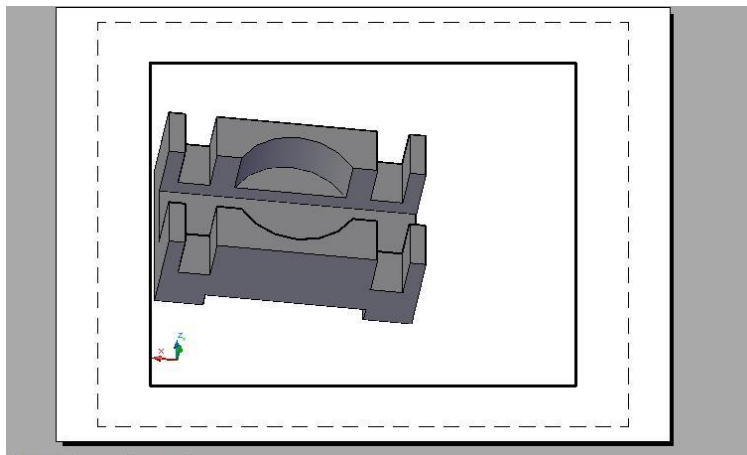
Если есть необходимость изменить настройки параметров листа, то необходимо нажать на кнопку **Modify** для вызова диалогового окна **Page Setup**.





Для того, чтобы данное диалоговое окно появлялось автоматически при создании нового листа, необходимо в диалоговом окне **Page Setup Manager** поставить галочку.

Display when creating a new layout

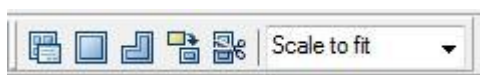
После перехода в пространство листа рабочее поле будет выглядеть следующим образом:



Кнопка  позволяет развернуть видовой экран до размеров рабочего поля. После нажатия на эту кнопку ее внешний вид меняется - .

### Создание видовых экранов

Число видовых экранов в пространстве листа может быть изменено с помощью команды **Viewports**, которая может быть вызвана из падающего меню **View**. Панель инструментов этой команды имеет следующий вид:



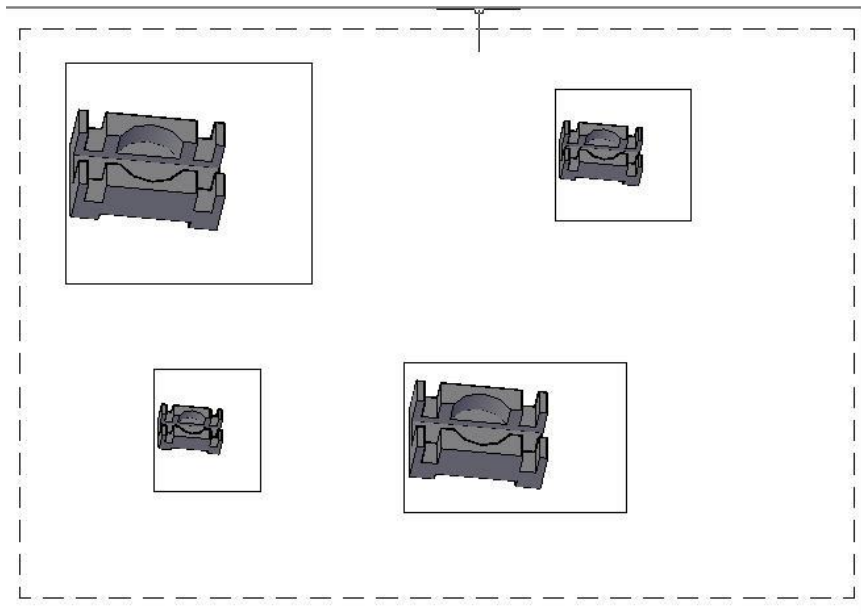
**Панель инструментов** имеет четыре кнопки:


1-ая – выводит диалоговое окно **Viewports**; 2-ая – в пространстве листа создает один плавающий прямоугольный видовой экран, а для пространства модели – переход к одному экрану на рабочем поле; 3-я в пространстве листа создается видовой экран в форме многоугольника; 4-я преобразование в пространстве листа границы замкнутого примитива в нестандартную границу видowego экрана; 5-я – в пространстве листа с помощью ломаной происходит подрезание видowego экрана.

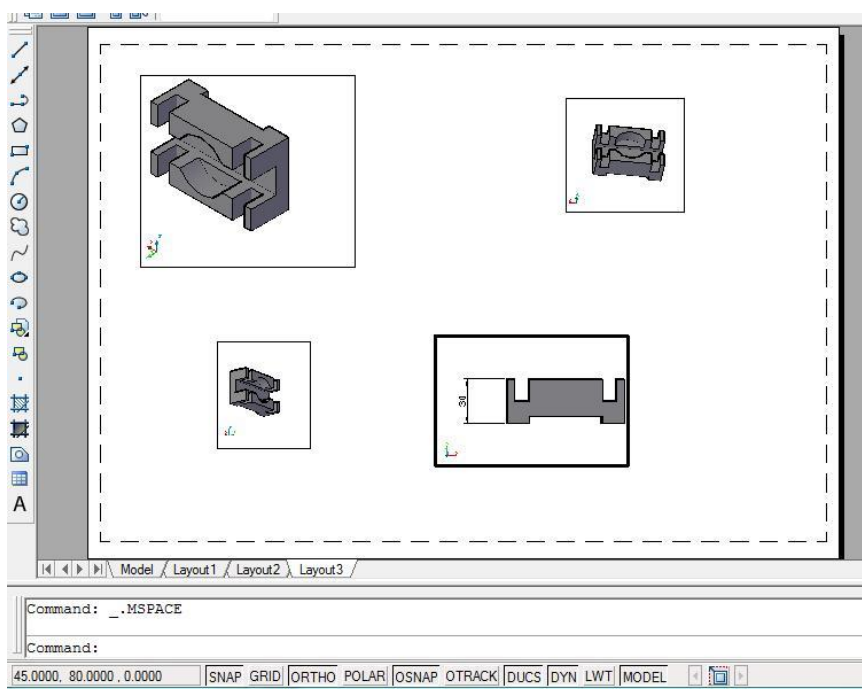
**Рассмотрим создание** плавающих видовых окон – использование кнопки -2. Работа с этой кнопкой равносильна вызову из командной строки команды **Mview**:

```
Command: Mview  
Specify corner of viewport or [ON/OFF/Fit/Shadeplot/Lock/Object/Polygonal/Restore/LAyer/2/3/4] <Fit>: |
```

Задав положение плавающих видовых экранов, можно получить следующий вид листа:



Можно следующим образом работать с каждым из видовых экранов. В строке состояния есть кнопка *Paper*. Если на нее нажать, то она изменится на , и один из видовых экранов будет обведен черной рамкой, т.е. он станет активным. Это означает, что его можно редактировать, как в пространстве модели. То же самое может произойти, если в режиме *Paper* на одном из видовых экранов два раза щелкнуть правой кнопкой мыши.



В этом случае, если передвинуть стрелку из активного видового экрана в любую точку рабочего поля, то курсор будет иметь форму стрелки, а не перекрестья. Это означает, что только одно рабочее поле является активным и только с ним можно работать, как в модельном пространстве. На рисунке показано, что для видового экрана, который находится справа внизу, был построен вид твердого тела – *Top*.

**При нахождении** в пространстве листа в режиме *Paper*, можно проставлять размеры в каждом видовом окне, пользуясь привязкой.

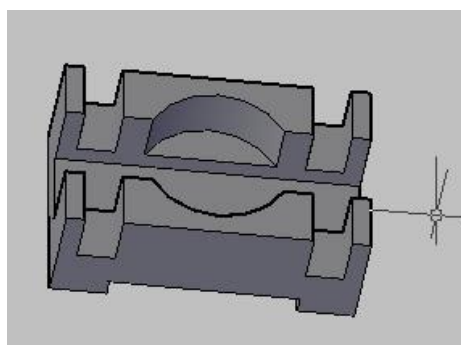
Для того, чтобы рамки видовых экранов были не видны их нужно перенести на специальный отключенный или замороженный слой.

### Специальные средства для создания чертежа

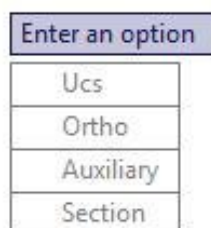
В *AutoCAD* есть возможность создавать согласованные виды. Для этого необходимо вызвать из падающего меню *Draw* меню *Modeling* команду *Setup*. Данная команда имеет три опции:



Этим действиям соответствует вызов команды *Solview*, вызванная из командной строки. Опция *View* позволяет создавать согласованные виды. Рассмотрим построение согласованных видов для твердотельной модели, показанной на рисунке.



Для создания согласованных видов необходимо перейти на лист, в котором нет видовых экранов. Первый запрос вызываемой команды:



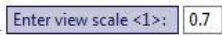
- *Ucs* – создание видового экрана с видом по заданной *UCS*;
- *Ortho* – создание видового экрана с видом, ортогональным к виду указанного видового экрана;
- *Auxiliary* – создание видового экрана с видом по линии дополнительного сечения
- *Section* – видовой экран с сечением.

Пользователь при выполнении данной команды должен выполнить следующие действия:

- 1) Выбрать опцию *Ucs*

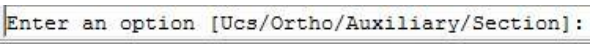


- 2) Из возможных опций выбрать опцию *World*, т.к. это будет соответствовать построению вида сверху.

- 3) Задать масштаб в соответствии с размерами модели 

- 4) Выбрать центральную точку видового экрана на рабочем поле. В нашем примере – это снизу слева.

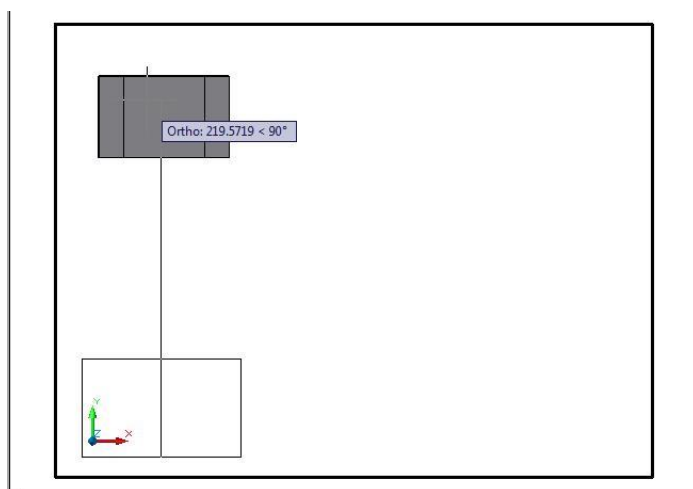
- 5) После выбора положения вида задать имя видового экрана.

- 6) Снова повторяется запрос 

- 7) Для построения вида спереди нужно выбрать опцию *Ortho*.

- 8) Связать положение нового видового экрана с имеющимся видовым экраном. В примере необходимо указать нижнюю сторону видового экрана, чтобы полученный вид не получился перевернутым.

- 9) Выбрать центральную точку видового экрана на рабочем поле.

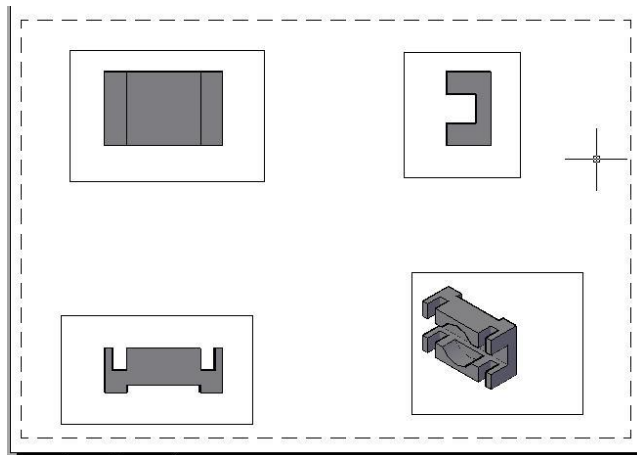


- 10) Задать имя видового экрана.

- 11) Выбрать опять опцию *Ortho* для построения третьего видового экрана. Построение происходит по аналогии с предыдущим.

- 12) С помощью команды *Mview* создать еще один видовой экран и разместить в нем изометрическую проекцию твердотельной модели.

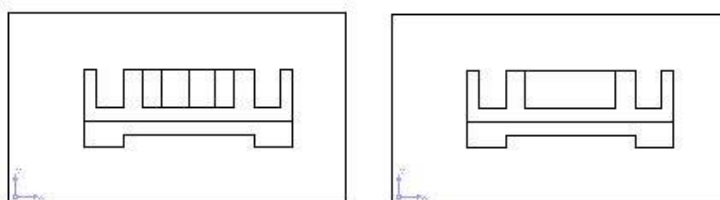
- 13) Результат построения выглядит следующим образом:



**Работа в данной** команде с опциями *Auxiliary* и *Section* происходит аналогично. Опция *Section* дает возможность построить сечение и разместить его в видовом экране. Плоскость сечения задается двумя точками. При этом образуется дополнительный слой, на этом слое располагаются линии штриховки сечения.

**Команда *Soldraw***, т.е. подкоманда *Drawing* цепочки *Draw/Modeling/Setup*, позволяет работать с видовыми экранами, созданными предыдущей командой *Solview*. Данная команда позволяет, например, в случае использования каркасного представления убрать невидимые линии и оставить только видимые. Результат работы для одного видового экрана из предыдущего примера показан ниже.

Для аналогичной работы с видовым экраном, созданным не с помощью команды *Solview*, используется команда *Solprof (Draw/Modeling/Setup/Profile)*



### Лабораторное задание

1. Изучить возможности команды *Dimension* для простановки размеров на двумерной трехмерной модели.
2. Построить двумерную и трехмерную модели по заданию преподавателя, проставить размеры на обоих моделях.
3. Изучить команду, позволяющую создавать видовые экраны на рабочем поле.
4. Создать видовые экраны с помощью команды *Mview*. Отредактировать содержимое видовых экранов, используя пространство модели
5. Создать согласованные виды разработанной трехмерной модели с помощью команды *Solview*.
6. Отредактировать согласованные виды с помощью команды *Soldraw*.

## **Контрольные вопросы**

1. Что подразумевается под понятием – ассоциативные размеры?
2. Каким образом можно менять параметры, влияющие на вид проставляемых размеров?
3. Какие размеры можно проставить в *AutoCAD*?
4. Что значит - проставить размер от базовой точки?
5. Можно ли поменять значение размера, измеренное системой?
6. Что такое видовые экраны? Для чего они нужны?
7. С помощью каких команд можно создать видовые экраны?
8. Что такое согласованные виды?