

Н.С. Винник, Н.С. Житенёва, Т.В. Шевчук

# **Методические указания**

## **к выполнению лабораторной работы по машинной графике "Простые разрезы"**

*для студентов специальности 1-70 02 01  
«Промышленное и гражданское строительство»*

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ  
«БРЕСТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

КАФЕДРА НАЧЕРТАТЕЛЬНОЙ ГЕОМЕТРИИ И ИНЖЕНЕРНОЙ ГРАФИКИ

# Методические указания

к выполнению лабораторной работы  
по машинной графике «Простые разрезы»  
*для студентов специальности 1-70 02 01*  
*«Промышленное и гражданское строительство»*

№ 144(07)

УДК К 515(076.8)

Методические указания к выполнению лабораторной работы по машинной графике «Простые разрезы» для студентов специальности 1-70 02 01 «Промышленное и гражданское строительство» предназначены для использования на практических занятиях по инженерной графике и для индивидуальной работы студентов.

В методических указаниях рассматривается методика создания трехмерных изображений в среде AutoCAD, построения по трехмерным моделям видов и разрезов, формирования графической информации для печати.

Составители: Н.С. Винник, зав. кафедрой  
Н.С. Житенева, доцент  
Т.В. Шевчук, ст. преподаватель

Рецензент: к.п.н., доцент кафедры теории и методики эстетического образования  
БрГУ им. А.С. Пушкина Е.А. Диченская

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>1. Пространственное моделирование. Общие сведения.....</b>	<b>4</b>
<b>2. Просмотр трёхмерных объектов .....</b>	<b>4</b>
<b>3. Каркасные модели .....</b>	<b>7</b>
<b>4. Поверхности .....</b>	<b>7</b>
<b>5. Трёхмерные тела .....</b>	<b>8</b>
<b>6. Логические операции .....</b>	<b>9</b>
<b>7. Редактирование 3D-объектов .....</b>	<b>10</b>
<b>8. Визуализация трёхмерных объектов .....</b>	<b>16</b>
<b>9. Видовые экраны .....</b>	<b>20</b>
<b>10. Выполнение работы .....</b>	<b>23</b>
<b>11. Список литературы .....</b>	<b>31</b>

## 1. Пространственное моделирование. Общие сведения

AutoCAD позволяет создавать три типа пространственных моделей.

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

**Поверхности.** Моделирование с помощью поверхностей является более сложным процессом, так как здесь описываются не только рёбра 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.

**Твердотельные модели.** Моделирование с помощью тел – это самый простой в использовании вид 3М-моделирования. Средства AutoCAD по моделированию тел позволяют создавать трёхмерные объекты на основе базовых пространственных форм: параллелепипедов, конусов, цилиндров, сфер, клинов и торов. 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.

## 2. Просмотр трёхмерных объектов

Находясь в пространстве модели, можно рассматривать рисунок AutoCAD с любой точки. Поместив точку зрения в заданную позицию, можно создавать новые объекты, редактировать существующие, а также генерировать изображения с подавленными скрытыми линиями, раскрашенные и тонированные изображения. Кроме того, имеется возможность создавать виды в ортогональной и перспективной проекциях.

Для просмотра трёхмерных объектов удобно пользоваться панелью **View** или пунктами меню

**View → 3D Views:**

**Ортогональные виды:**

-  Top
-  Bottom
-  Left
-  Right
-  Front
-  Back

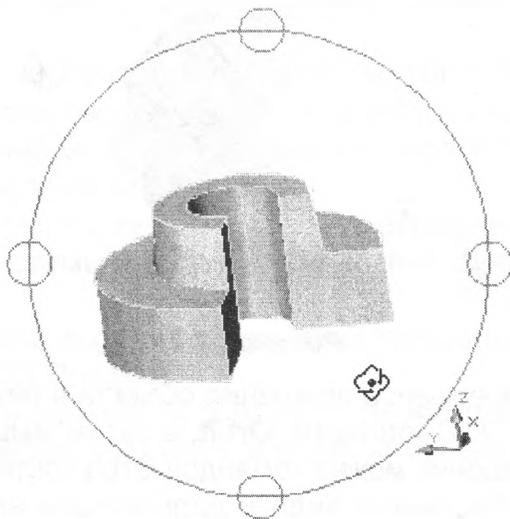
**Изометрические виды:**

-  SW Isometric
-  SE Isometric
-  NE Isometric
-  NW Isometric

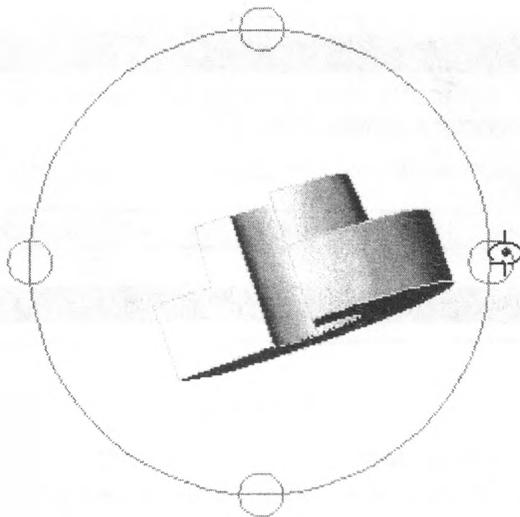
Для просмотра трёхмерного объекта под произвольным углом выделите его и выполните **View → 3D Orbit**. В режиме **3D Orbit** вокруг изображения появляется **координатный шар (arcball)** или **орбита** – большой круг с малыми кругами в квадрантах.

В разных областях орбиты указатель принимает различные виды и, соответственно, по-разному вращает модель (рис. 2.1):

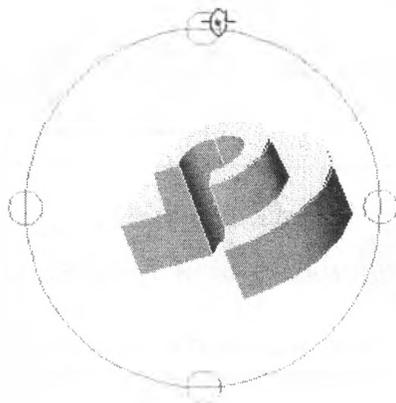
☉ **Sphere and lines** – внутри орбиты, вращение во всех направлениях;



☉ **Horizontal ellipse** – в правом или левом квадранте, вращение вокруг вертикальной оси;



☉ **Vertical ellipse** – в верхнем и нижнем квадрантах, вращение вокруг горизонтальной оси;



☉ **Circular arrow** – за пределами орбиты, вращение в плоскости экрана.

**Рисунок 2.1**

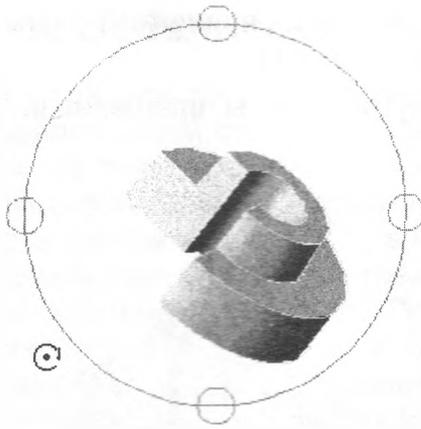


Рисунок 2.2

Чтобы организовать непрерывное вращение объекта в режиме **3D Orbit**, в контекстном меню выберите **More** → **Continuous Orbit**, а затем мышью задайте направление вращения. Остановить вращение можно командой **Orbit** контекстного меню (рис. 2.2).

Для использования настроенного вида в дальнейшем ему необходимо дать имя. Для этого выполните **View** → **Named Views** (рис. 2.3), щёлкните дважды по имени вида **Current** и введите свое название вида. В дальнейшем в этом окне можно двойным щелчком мыши выбирать какой-либо из ранее сохранённых видов.

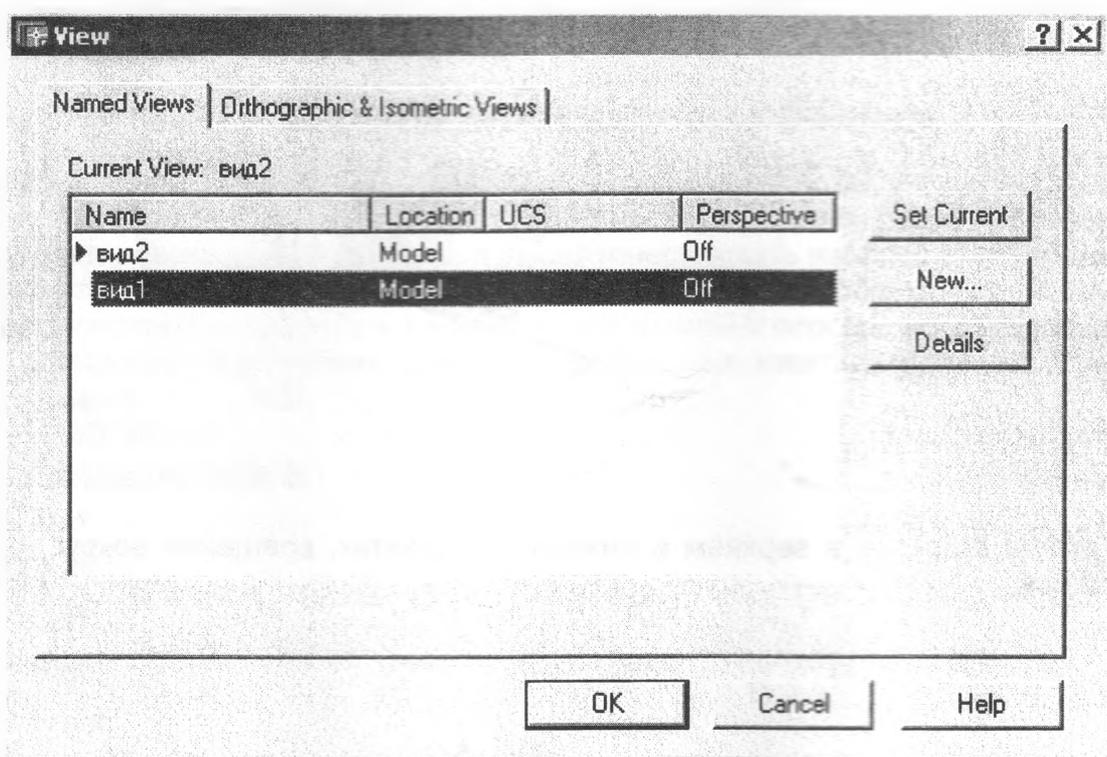


Рисунок 2.3

Для просмотра только видимых граней трёхмерного объекта выполните **View** → **Hide**.

На трёхмерный объект можно наложить тонировку. Для этого выполните **View** → **Shade** → **Flat Shade** для объектов, состоящих из плоскостей или **View** → **Shade** → **Gouraud Shade** для скругленных объектов. Команда **View** → **Shade** → **Hidden** работает так же, как и команда **Hide**, но сохраняет своё действие при изменении угла просмотра и во время редактирования. Для возврата к каркасному виду выполните **View** → **Shade** → **2D Wireframe**.

### 3. Каркасные модели

**Каркасы** (wireframe) – это объекты, помещённые в трёхмерное пространство, которые состоят из точек, линий и трёхмерных полилиний. Они не имеют поверхностей и объёма.

Для создания каркасов используются следующие способы:

- Для построения фигуры, параллельной текущей плоскости и находящейся на некоторой высоте над ней, при вводе координат первой точки задайте и третью координату, указывающую её высоту.
- Для построения фигуры, плоскость которой непараллельна текущей, используйте пользовательские системы координат или воспользуйтесь инструментом 3D Polyline.
- Для построения фигуры, вершины которой не принадлежат одной плоскости, используйте инструмент 3D Polyline.

С целью получения полноценной пространственной модели на созданный каркас (проволочную модель) можно натянуть поверхности, выполнив Draw → Surfaces → 3D Face .

### 4. Поверхности

При моделировании пространственных объектов с помощью поверхностей создаются не только рёбра, но и грани объектов. Сами поверхности, в свою очередь, аппроксимируются плоскими мозаичными кусочками, образуя структуру, называемую **сетью**.

При работе с поверхностями удобно пользоваться панелью **Surfaces** (рис. 4.1):



Рисунок 4.1

В AutoCAD имеется несколько способов построения сетей:

**Построение стандартной трёхмерной сети.** В AutoCAD можно создавать трёхмерные сети в форме параллелепипедов, конусов, чаш, куполов, решеток, пирамид, сфер, торов и клинов. Для создания такой сети выполните Draw → Surfaces → 3D Surfaces. В окне 3D Objects (рис. 4.2) выберите поверхность и нажмите кнопку ОК.

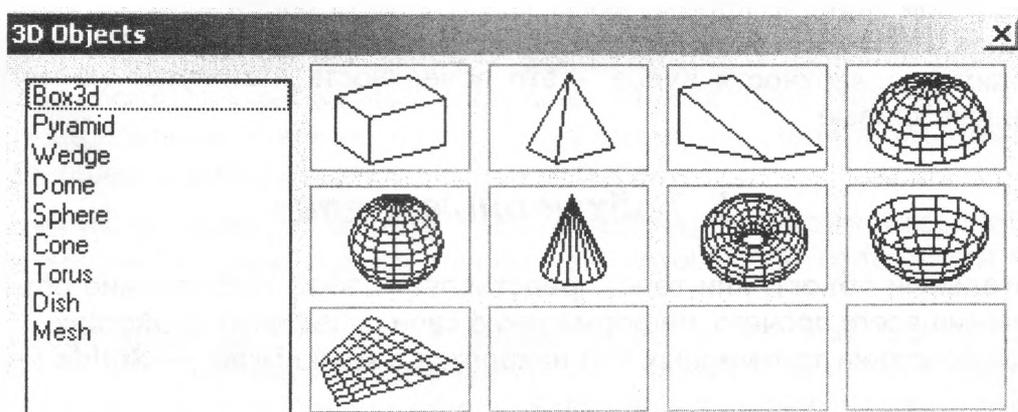


Рисунок 4.2

-  **Box.** Для построения достаточно указать координаты одной вершины, а затем длину, ширину и высоту.
-  **Pyramid.** Укажите координаты трёх вершин основания пирамиды, затем если вы хотите создать тетраэдр, то введите в командную строку T, нажмите *Enter* и введите координату вершины. А если хотите построить пирамиду с четырёхугольным основанием, то вводите координату четвертого угла основания, а затем вводите координату вершины пирамиды.
-  **Sphere.** Указываются координаты центра сферы, её радиус, затем количество сегментов, из которых будет состоять поверхность сферы в продольном направлении, а потом количество сегментов, из которых будет состоять поверхность сферы в поперечном направлении.
-  **Cone.** Введите координаты центра основания конуса, укажите его радиус, затем радиус второго основания (если равен нулю, получится обычный конус, если больше нуля, будет усеченный конус, а если радиусы оснований равны, получится цилиндр). Введите высоту конуса и количество сегментов, из которых будет строиться поверхность конуса.
-  **Torus.** Указываются координаты центра тора, радиус, радиус «трубы» тора (при этом радиус «трубы» тора должен быть не больше половины радиуса самого тора), количество сегментов, из которых будет состоять поверхность тора в продольном направлении, а затем и в поперечном направлении.

Остальные поверхности строятся аналогично.

**Построение сети в виде поверхности сдвига.**  Сети в виде поверхности сдвига, задаваемые определяющей кривой и направляющим вектором, строятся командой **Draw** → **Surfaces** → **Tabulated Surface**. Определяющая кривая может представлять собой отрезок, дугу, круг, эллипс, эллиптическую дугу, 2М- или 3М-полилинию, а также сплайн. Направляющий вектор может быть отрезком либо разомкнутой полилинией. 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.

**Построение сети в виде поверхности вращения.** Сеть в виде поверхности вращения, образующейся в результате вращения плоской фигуры (сечения трёхмерного объекта) вокруг некоторой оси, создаётся командой **Draw** → **Surfaces** → **Revolved Surface**. Данная команда применяется для получения поверхностей, обладающих осевой симметрией.

**Построение сети в виде поверхности, заданной кромками.** Сеть в виде участка поверхности Кунса, определяемая четырьмя кромками, строится командой **Draw** → **Surfaces** → **Edge Surface**. Кромки могут представлять собой дуги, отрезки, полилинии, сплайны или эллиптические дуги; они должны попарно смыкаться в конечных точках. Участок поверхности Кунса – это поверхность, натянутая на четыре пространственные кривые.

## 5. Трёхмерные тела

Твердотельный объект, или тело, представляет собой изображение объекта, хранящее, помимо всего прочего, информацию о своих объёмных свойствах.

Команды создания трёхмерных тел находятся в меню **Draw** → **Solids** или в панели **Solids**:

 **Box** – параллелепипед;

 **Sphere** – шар;

-  Cylinder – цилиндр;
-  Cone – конус;
-  Wedge – клин;
-  Torus – тор;
-  Extrude – создание выдавленного тела;
-  Revolve – создание тела вращения;
-  Slice – разрез;
-  Section – сечение;
-  Interference – взаимодействие.

Кроме стандартных тел, возможно создание тел вращения и выдавленных тел на основе замкнутой фигуры, области или контура.

Для создания тела вращения выполните **Draw** → **Solids** → **Revolve**. Выберите фигуру, из которой будет создаваться тело вращения, затем укажите две точки на оси вращения, а после угол поворота.

От порядка указания точек на оси вращения зависит направление создания тела – его можно определить по следующему правилу: если взгляд направлен вдоль оси вращения так, что первая точка ближе, то тело будет создаваться по часовой стрелке.

Для создания **выдавленного тела** выполните **Draw** → **Solids** → **Extrude**. Укажите фигуру, служащую основанием тела, затем введите в командную строку высоту будущего тела и угол сужения. При этом необходимо соотносить высоту тела и угол сужения, т.к. если угол слишком большой, а высота маленькая, то верхнее основание вырождается, и такое тело строиться не будет.

Также выдавливать тело можно с указанием **траектории выдавливания**. Для этого после указания основания тела выберите команду **Path** и укажите линию, которая будет служить траекторией.

Построенное тело можно **разрезать**. Для этого выполните **Draw** → **Solids** → **Slice**. Укажите тело, которое необходимо разрезать, затем координаты трех точек, определяющих плоскость разреза, и щелкните по той части тела, которую необходимо оставить.

Для того, чтобы провести сечение тела, выполните **Draw** → **Solids** → **Section**. Укажите тело, в котором необходимо провести сечение, затем координаты трех точек, определяющих плоскость сечения.

## **6. Логические операции**

**Операция объединения**  **Modify** → **Solids Editing** → **Union** создаёт новое тело на основе нескольких выбранных, состоящее из всех точек этих тел.

При вызове команды появится запрос Select object: – выделите объединяемые тела, для завершения выбора нажмите клавишу **Enter**.

**Операция вычитания**  **Modify** → **Solids Editing** → **Subtract** создаёт тело, содержащее только те точки первой группы тел, которые не содержатся во второй группе тел.

При вызове команды на первый запрос **Select solids and regions to subtract from...** Select object: выделите первую группу тел, нажмите клавишу **Enter**. Затем на запрос **Select solids and regions to subtract..** Select object: укажите вторую группу тел.

**Операция пересечения**  **Modify** → **Solids Editing** → **Intersect** создаёт тело, состоящее из точек, принадлежавших одновременно всем выбранным телам.

Операция создания тела взаимодействия Draw → Solids → Interference похожа на операцию пересечения, но отличается от неё двумя моментами:

- при её применении создаётся новое тело, но старые тела не уничтожаются;
- эта операция применяется к двум группам тел, в отличие от операции пересечения, которая применяется к двум или более одиночным телам.

Пояснить это можно на нескольких примерах (рис. 6.1, рис. 6.2). Зелёная область на рисунке получена пересечением всех трёх фигур:

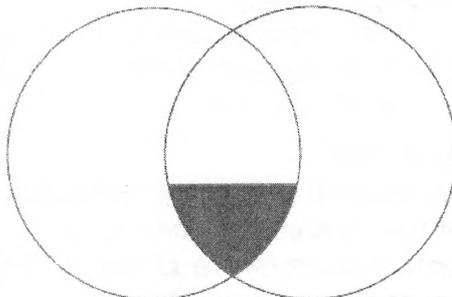


Рисунок 6.1

На этом же рисунке зелёным цветом показана фигура, полученная как взаимодействие прямоугольника (первая группа) и двух кругов (вторая группа):

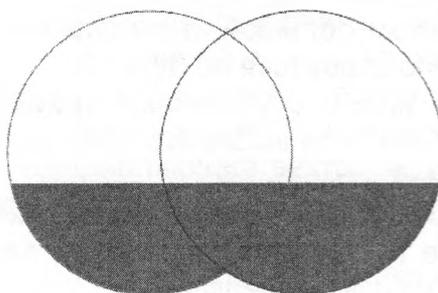


Рисунок 6.2

## 7. Редактирование 3D-объектов

Модели реальных объектов обычно формируются путём сочетания типовых тел, к которым применены операции объединения, пересечения, вычитания. Кроме этого, тела в пространстве можно поворачивать, размножать массивами, создавать зеркальные копии, снимать фаску, сопрягать грани, строить разрезы и сечения. К объёмным телам могут быть применены некоторые двумерные команды редактирования: **Erase**, **Copy**, **Mirror** (при условии, что ось лежит в плоскости XY, в противном случае используется команда **Mirror3D**), **Array** (строит массив только в плоскости XY, в противном случае необходимо использовать команду **3D Array**), **Move**, **Rotate** (производит поворот в плоскости XY, в противном случае используется команда **Rotate3D**), **Scale**, **Chamfer**, **Fillet**, **Align**.

Рассмотрим специфические команды редактирования трёхмерных объектов. Они находятся в меню **Modify** → **3D Operation** и **Modify** → **Solid Editing** и в панели **Solids Editing** (рис. 7.1).



Рисунок 7.1

• **3D Array** позволяет вычерчивать круговой и прямоугольный трёхмерные массивы. При построении кругового массива необходимо предварительно создать не только размножаемые объекты, но и ось поворота. Выполните **Modify** → **3D Operation** → **3D Array**.

• **Select objects:** – можно выбирать несколько объектов, завершаете выбор нажатием Enter;

• **Enter the type of array [Rectangular/Polar] <R>:** (Задайте тип массива (Прямоугольный/Круговой):) – выберите соответствующую команду в контекстном меню;

• **Если вы строите круговой массив:**

• **Enter the number of items in the array:** - Задайте количество элементов массива;

• **Specify the angle to fill (+=ccw, -=cw) <360>:** - Укажите угол заполнения (+ по часовой стрелке, – против);

• **Rotate arrayed objects? [Yes/No] <Y>:** - Поворачивать объекты? [Да/Нет];

• **Specify center point of array:** -Укажите точку на оси;

• **Specify second point on axis of rotation:** -Укажите вторую точку на оси.

• **Если вы строите прямоугольный массив:**

• **Enter the number of rows (---) <1>:** (Задайте количество строк <1>:) – при этом вы задаёте протяжённость массива вдоль оси Y;

• **Enter the number of columns (|||) <1>:** Задайте количество столбцов – протяжённость массива вдоль оси X;

• **Enter the number of levels (...) <1>:** Задайте количество уровней – протяжённость массива вдоль оси Z;

• **Specify the distance between rows (---):** Задайте расстояние между строками;

• **Specify the distance between columns (|||):** Задайте расстояние между столбцами;

• **Specify the distance between levels (...):** Задайте расстояние между уровнями.

• **3D Mirror** позволяет осуществлять зеркальное копирование трёхмерного объекта относительно указанной плоскости симметрии. Выполните **Modify** → **3D Operation** → **3D Mirror**.

• **Select objects:** Выберите объект;

• **Specify first point of mirror plane (3 points) or [Object/Last/Zaxis/View/XY/YZ/ZX/3points] <3points>:** Укажите первую точку зеркальной плоскости – можно ввести координаты, а можно указать с помощью привязки;

• **Specify second point on mirror plane:** Укажите вторую точку;

• **Specify third point on mirror plane:** Укажите третью точку;

• **Delete source objects? [Yes/No] <N>:** Удалить исходные объекты? [Да/Нет];

• **3D Rotate** позволяет осуществить поворот трёхмерного объекта вокруг оси на некоторый угол. Выполните **Modify** → **3D Operation** → **3D Rotate**.

• **Select objects:** Выберите объект;

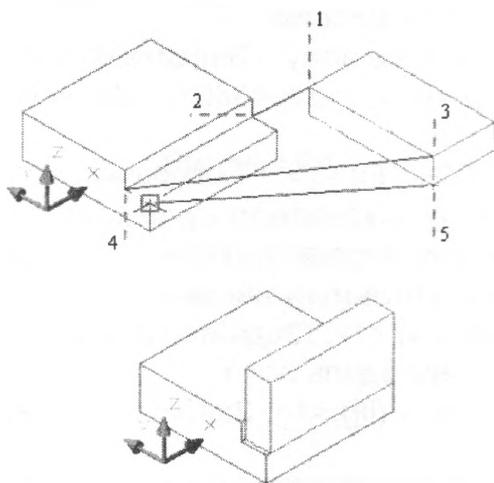
• **Specify first point on axis or define axis by [Object/ Last/View/Xaxis/Yaxis/Zaxis/2points]:** Укажите первую точку оси;

• **Specify second point on axis:** Укажите вторую точку оси;

• **Specify rotation angle or [Reference]:** Укажите угол поворота.

• **Align** позволяет «собирать» сложные трёхмерные конструкции из элементов, выравнивая их по отношению к друг другу. Выравнивание можно осуществлять по одной точке, по двум и по трем точкам. Выполните **Modify** → **3D Operation** → **Align**.

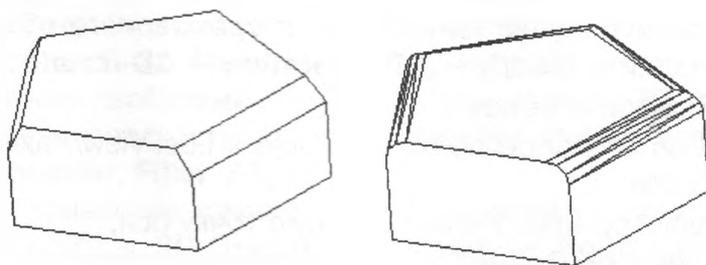
- **Select objects:** – выбирается объект, который должен быть перемещён;
- **Specify first source point:** Задайте первую исходную точку – точка на перемещаемом объекте (точка 1 на рисунке);
- **Specify first destination point:** Задайте расположение первой точки – точка на базовом объекте, в которую будет перемещена первая точка (точка 2 на рисунке);
- **Specify second source point:** Задайте вторую исходную точку (точка 3 на рисунке);
- **Specify second destination point:** Задайте расположение второй точки (точка 4 на рисунке);
- **Specify third source point or <continue>:** Задайте третью исходную точку или <продолжить> (точка 5 на рисунке);
- **Specify third destination point:** Задайте расположение третьей точки:



**Рисунок 7.2**

Из 2D-команд редактирования, применимых к телам, стоит отметить снятие фасок и сопряжение граней.

- **Chamfer** . Выполните **Modify** → **Chamfer**.
- **Select first line or [Polyline/Distance/Angle/ Trim/Method/mUltiple]:** Выберите первую линию – укажите ребро той грани, с которой надо снять фаску.
- **Enter surface selection option [Next/OK (current)] <OK>:** Выбор грани [Следующая/Текущая] <Текущая> – если при указании ребра выделилась не та грань, которая нужна, выберите команду Next, а затем OK (рис. 2.10).
- **Specify base surface chamfer distance <1.0000>:** Задайте первую длину фаски
- **Specify other surface chamfer distance <1.0000>:** Задайте вторую длину фаски
- **Select an edge or [Loop]:** – выделяйте рёбра, вдоль которых надо снять фаску, завершите выбор клавишей Enter.



**Рисунок 7.3**

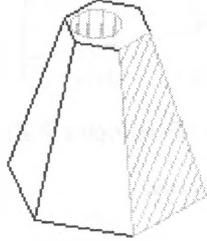
- **Fillet** . Выполните **Modify** → **Fillet**.

- **Select first object or [ Polyline / Radius / Trim/ mUltiple]**: Выберите первый объект – выбирается любое ребро, вдоль которого необходимо выполнить сопряжение.

- **Enter fillet radius**: Введите радиус сопряжения

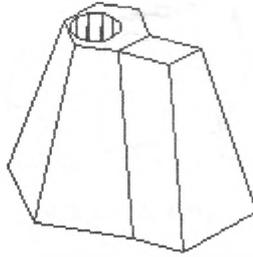
- **Select an edge or [Chain/Radius]**: Выберите ребро – можно выбирать несколько рёбер, завершается выбор клавишей Enter.

Кратко перечислим некоторые команды панели **Solids Editing**, продемонстрировав их применение (рис. 7.4 – 7.15) на примере следующего тела (применять преобразования будем к выделенным на рисунке плоской грани и грани-отверстию):



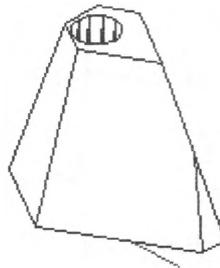
**Рисунок 7.4**

- **Extrude Faces**  – Выдавить грань



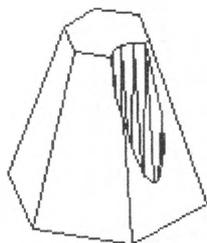
**Рисунок 7.5**

- **Move Faces**  – Переместить грань  
перемещена плоская грань:



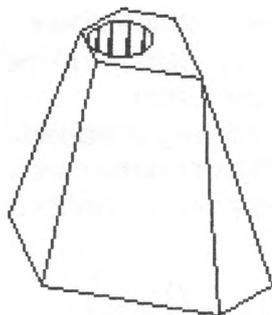
**Рисунок 7.6**

перемещена грань-отверстие:



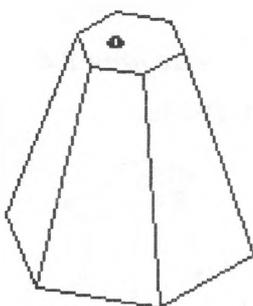
**Рисунок 7.7**

- **Offset Faces**  – Эквидистантное смещение грани смещена плоская грань:



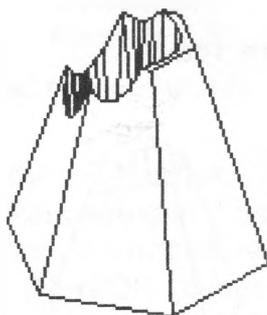
**Рисунок 7.8**

положительное смещение отверстия:



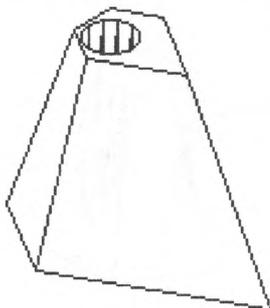
**Рисунок 7.9**

отрицательное смещение отверстия:



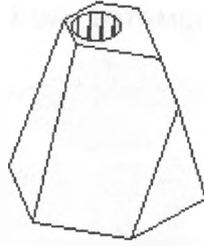
**Рисунок 7.10**

- **Delete Faces**  – Удаление грани:



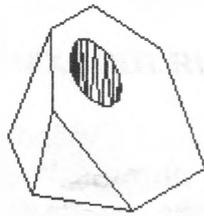
**Рисунок 7.11**

- **Rotate Faces**  – Поворот грани  
плоская грань повернута относительно своего нижнего ребра на положительный угол:



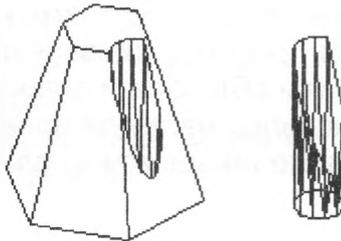
**Рисунок 7.12**

- плоская грань повернута относительно своего нижнего ребра на отрицательный угол:



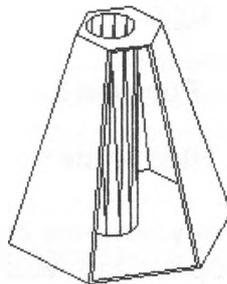
**Рисунок 7.13**

- **Copy Faces**  - Копировать грань (грань копируется как поверхность):



**Рисунок 7.14**

- **Shell**  – Создание оболочки. При выборе команды сначала надо выбрать тело (здесь не допускается множественный выбор); затем можно указать грани, которые исключаются из оболочки (в оболочке, изображённой на рисунке, исключена грань, выделенная штриховкой); после выбора граней указывается толщина оболочки и завершается работа с командой двойным нажатием клавиши Enter.



**Рисунок 7.15**

При выборе исключаемых или добавляемых граней следует придерживаться следующих правил:

- выбор в контекстном меню параметра **Remove** даёт возможность указать исключаемые грани;
  - выбор в контекстном меню параметра **Add** даёт возможность добавить исключенные грани;
  - выбор добавляемой/удаляемой грани производится щелчком по её плоскости (если грань видна);
  - щелчок по ребру позволяет выбрать сразу две грани, примыкающие к этому ребру;
  - если по ошибке или преднамеренно была удалена грань, которую исключать не требуется, используют параметр **Add**.
- **Color Faces**  – Цвет грани.
  - **Color Edges**  – Цвет ребра.

## 8. Визуализация трёхмерных объектов

Создание реалистичных трёхмерных изображений помогает лучше представить окончательный вид разработанной детали. Изображения с удаленными скрытыми линиями выглядят более реалистично, наиболее же наглядными являются раскрашенные и тонированные модели.

Самый простой вид изображений – это изображения с **удаленными скрытыми линиями**. В процессе **раскрашивания** каждой поверхности тела присваивается некоторый цвет. При **тонировании** поверхностям присваиваются различные материалы со всеми присущими им оптическими свойствами и задается освещение объекта.

**Удаление скрытых линий.** В процессе рисования и редактирования работа ведется с каркасным представлением объектов и поверхностей, удаление скрытых линий на промежуточных этапах используется для проверки правильности расположения поверхностей. Удалить скрытые линии можно одной из команд **View** → **Hide** или **View** → **Shade** → **Hidden**:

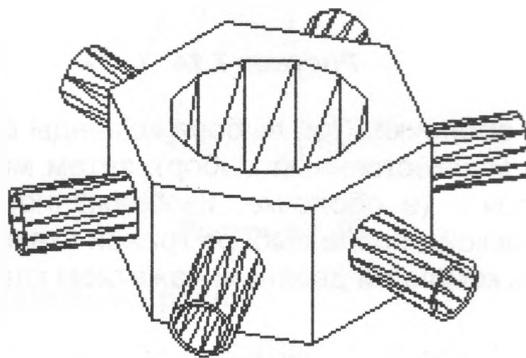


Рисунок 8.1

Для быстрого доступа к команде **Hide** имеется соответствующая кнопка  в панели **Render**.

**Раскрашивание** (затенение). Хотя удаление скрытых линий улучшает восприятие рисунка, более реалистичного изображения модели можно достичь путем её раскрашивания. При раскрашивании рисунка AutoCAD автоматически производит удаление скрытых линий. Подразумевается, что источник света один и расположен за спиной пользователя (так называемый "свет из-за плеча").

Раскрашивание производится одним из четырех методов (рис. 8.2 – 8.4):

- **View → Shade → Flat Shaded** – подходит для тел с плоскими гранями. Если раскрасить этим методом тело со скруглёнными гранями, они будут выглядеть «гранёными»:

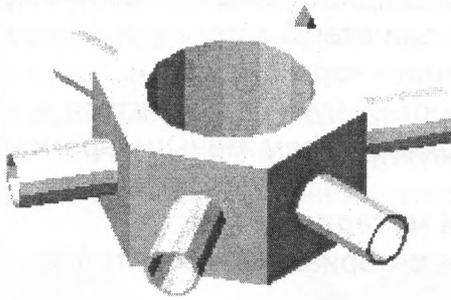


Рисунок 8.2

- **View → Shade → Gouraud Shaded** – можно применять как для плоских, так и для скруглённых поверхностей:

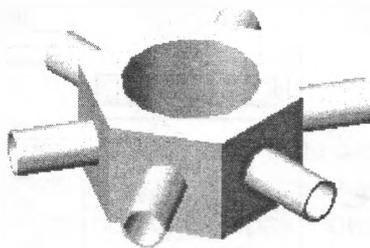


Рисунок 8.3

- **View → Shade → Flat Shaded, Edges On** – комбинация плоского затенения с каркасным представлением модели.

- **View → Shade → Gouraud Shaded, Edges On** – комбинация сглаженного затенения с каркасным представлением модели:

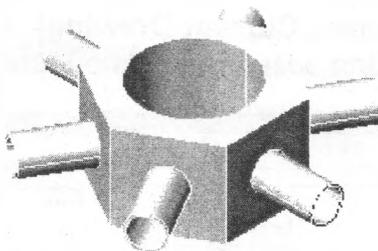


Рисунок 8.4

**Тонирование.** Тонированные изображения выглядят гораздо более реалистично, чем изображения с удалёнными скрытыми линиями или раскрашенные.

В результате тонирования получают высококачественные изображения, сравнимые с рисунками, полученными традиционными способами: акварелью, цветными карандашами, тушью.

При тонировании используется меню **View → Render** или панель **Render** (рис. 8.5):



Рисунок 8.5

В проектах с использованием трёхмерного моделирования процесс тонирования является отдельной серьёзной задачей, на которую зачастую тратится большая часть компьютерного времени. Этот процесс обычно происходит в несколько этапов:

### 8.1. Подготовка моделей – поверхностных или твердотельных.

- Рекомендуется применять однотипные методы построений. Не следует строить, например, модели зданий, одни стены которых представляют собой грани, другие – выдавленные отрезки, а третьи – каркасные сети.

- При описании поверхностей нужно стремиться к минимизации числа граней. Чем проще структура поверхности, тем меньше времени тратится на определение цвета каждой точки грани.

### 8.2. Работа с цветом или материалами.

- Для присвоения модели материала выполните **View → Render → Materials...**
- В окне **Materials** (рис. 8.6):

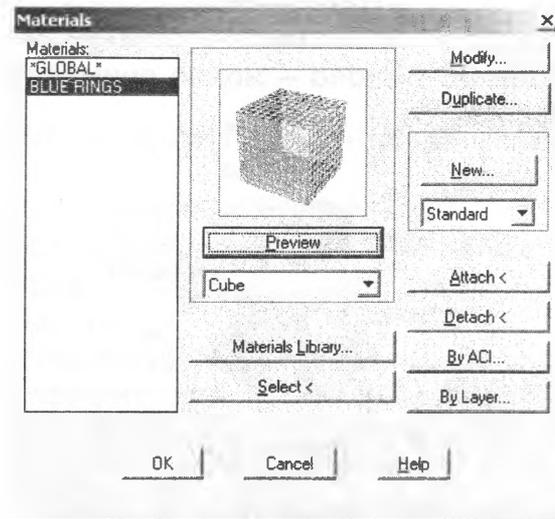


Рисунок 8.6

- Кнопкой **Materials Library...** вызывается окно **Materials Library**, в котором выбранный в правом списке материал можно просмотреть и импортировать в чертёж (при этом он отобразится в списке **Current Drawing**). Вы можете загрузить в чертёж сразу несколько материалов. Для возврата в окно **Materials** нажмите кнопку **OK**:

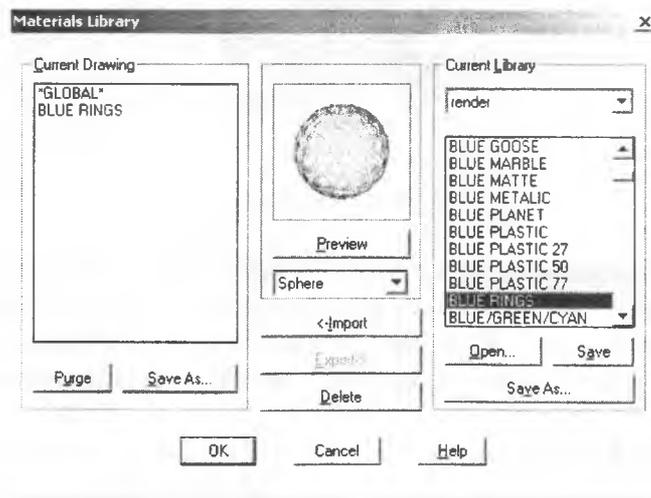


Рисунок 8.7

- В окне **Materials** загруженные материалы отображаются в списке **Materials** (рис. 8.8).

- Нажатие кнопки Attach< временно закрывает окно Materials для того, чтобы можно было выбрать те объекты, которым требуется присоединить выбранный материал. Завершается выбор нажатием правой кнопки мыши в области чертежа или клавишей Enter.

- Кнопка Detach< позволяет удалить материал с выбранного объекта.

- Кнопка By ACI... позволяет присвоить материал всем объектам, для которых установлен определённый цвет.

- Кнопка By Layer... связывает материал со слоем.

- Кнопка Duplicate создаёт копию выделенного материала.

- Кнопка Modify открывает окно редактирования материала.

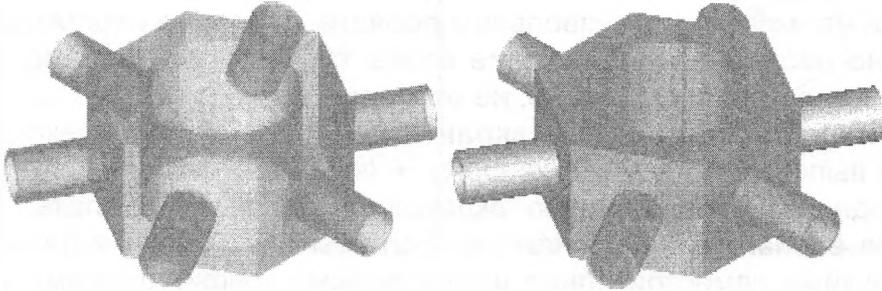


Рисунок 8.8

**8.3. Собственно тонирование** – этот этап обычно состоит из нескольких операций тонирования, повторяющихся до тех пор, пока не будет достигнут нужный результат, с соответствующей подстройкой характеристик после получения каждого промежуточного результата.

Для выполнения тонирования выполните **View** → **Render** → **Render** . В окне **Render** нажмите кнопку **Render** – будет произведено тонирование (рис. 8.9) с настройками по умолчанию.

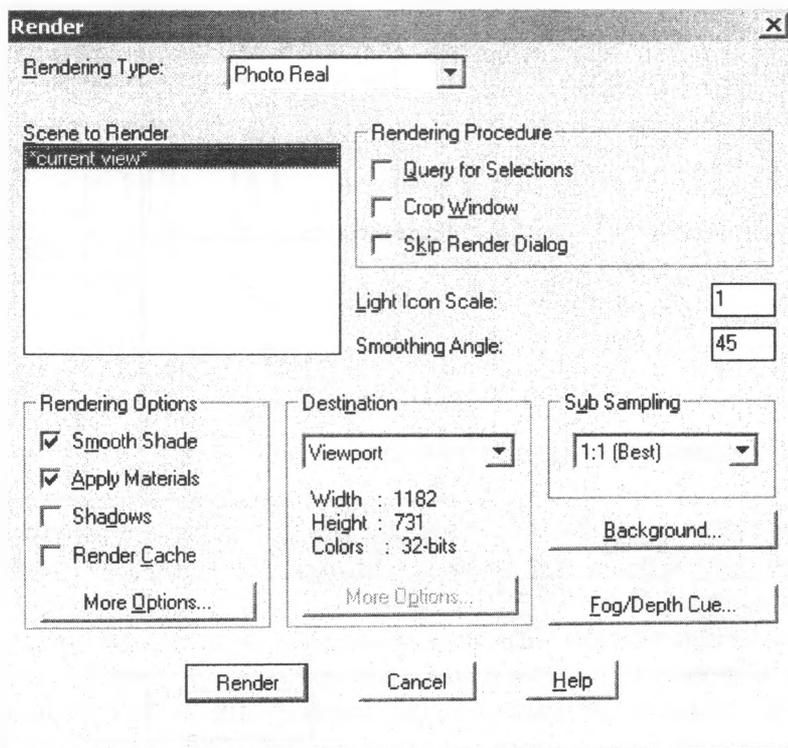


Рисунок 8.9

## 9. Видовые экраны

AutoCAD предлагает два типа видовых экранов – непересекающиеся (tiled) и перекрывающиеся или плавающие (floating).

Основное назначение неперекрывающихся видовых экранов – облегчить формирование чертежа. Сколько бы видовых экранов вы ни создали, они все будут отображаться в графической зоне и занимать полностью её площадь.

В отличие от неперекрывающихся плавающие видовые экраны являются самостоятельными объектами, они предназначены для организации вывода чертежа на бумагу. Плавающие видовые экраны образуют раскладку в пространстве листа, что позволяет рассматривать экран как лист бумаги. Плавающие видовые экраны могут располагаться на экране в произвольном порядке, их можно перемещать, скрывать. Для них можно настроить отображение слоёв так, чтобы, например, слой, отображающийся на одном видовом экране, не отображался на другом.

**Неперекрывающиеся видовые экраны.** Для создания неперекрывающихся видовых экранов выполните View → Viewports → New Viewports... В окне Viewports выберите подходящую конфигурацию экранов – это легко сделать, просматривая предложенные варианты в окне Preview. Если вы планируете в дальнейшем работать с несколькими самостоятельно настроенными конфигурациями видовых экранов, задайте имя в поле New name (рис. 9.1):

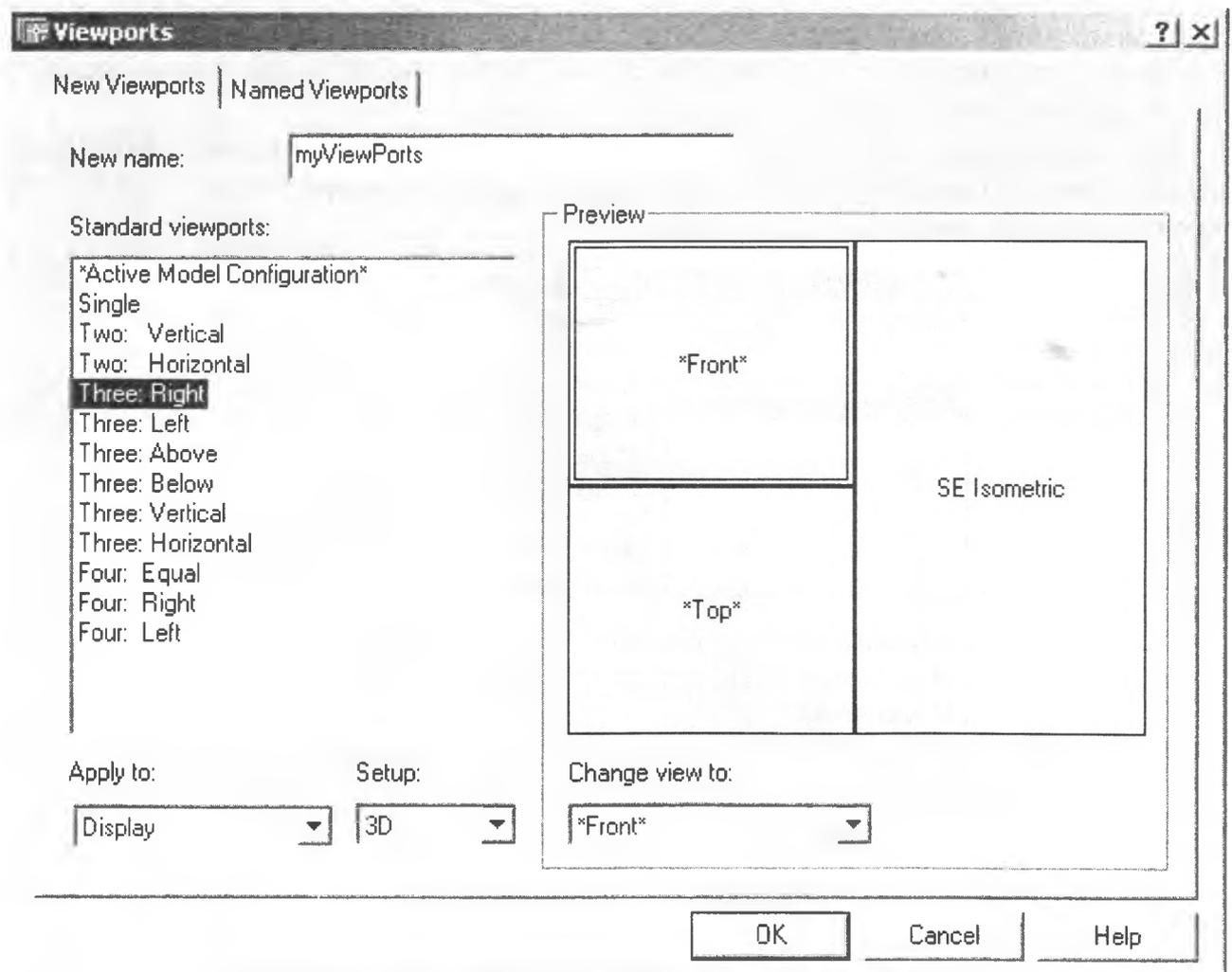
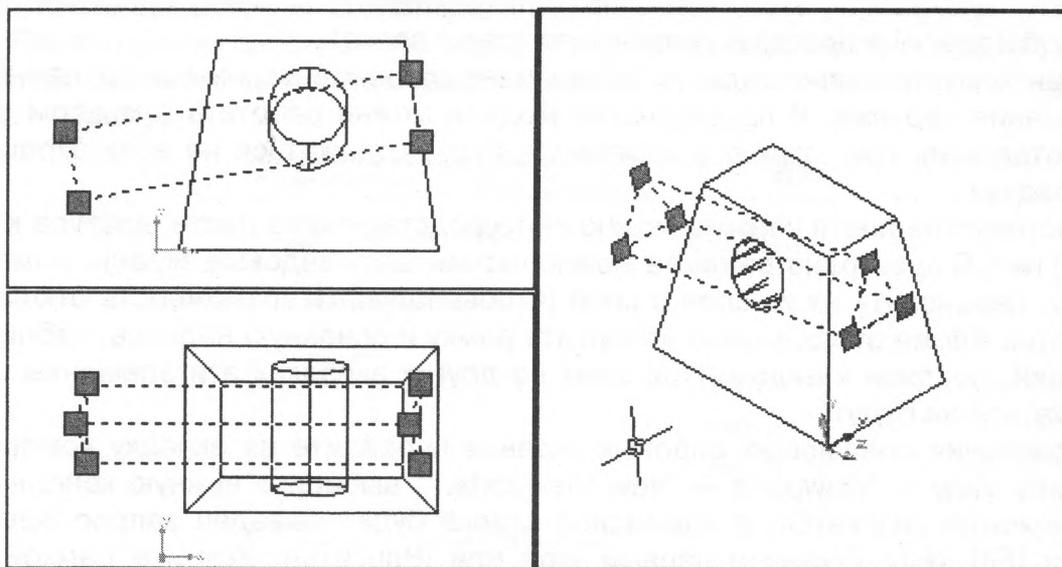


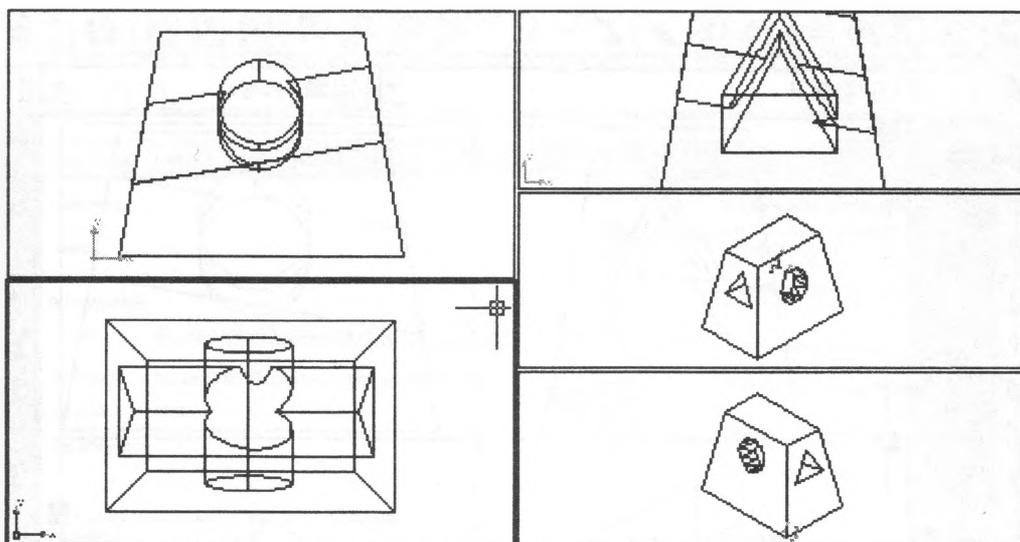
Рисунок 9.1

Теперь экран разделён на выбранное вами количество областей, в каждой можно установить произвольный вид обычным способом (рис. 9.2):



**Рисунок 9.2**

При необходимости можно любой видовой экран разбить ещё на несколько экранов. Для этого выделите его, откройте окно Viewports, выберите конфигурацию и в списке Apply to выберите Current Viewport (рис. 9.3):



**Рисунок 9.3**

Команда View → Viewports → Join позволяет объединить несколько видовых экранов в один.

**Плавающие видовые экраны.** Для создания плавающих видовых экранов можно воспользоваться той же командой, которой создаются неперекрывающиеся видовые экраны, только сделать это нужно на одной из вкладок компоновки (Layout). По умолчанию имеются две вкладки Layout1 и Layout2, но при желании можно создать до 256 вкладок. При переключении на вкладку компоновки первый раз открывается окно Page Setup, в котором настраиваются параметры печати. В данный момент достаточно только выбрать принтер – тогда на листе будет доступен предварительный просмотр чертежа. После этого открывается выбранная вкладка компоновки с созданным на ней одним плавающим видовым экраном.

Кроме этого, AutoCAD автоматически переключается в пространство листа, о чём можно судить по крайней правой кнопке в строке состояния – на ней сейчас написано PAPER. Щелчком по этой кнопке можно переключаться между пространством модели (model space) и пространством листа (paper space).

Термин «пространство модели» обозначает основной режим вычерчивания и редактирования чертежа. В пространстве модели можно работать в каждом видовом экране отдельно, при этом все изменения будут отражаться на всех экранах и на всех вкладках.

В пространстве листа чертить можно непосредственно на листе, доступа к модели (детали) нет. В пространстве листа можно перемещать видовые экраны, изменять их размеры, переносить их из слоя в слой (чтобы получить возможность отключать их видимость). Кроме этого, можно начертить рамку и основную надпись, таблицы спецификаций, подписи к видам. При этом на других вкладках эти элементы чертежа отображаться не будут.

Для создания плавающих видовых экранов перейдите на вкладку компоновки и выполните View → Viewports → New Viewports..., выберите нужную конфигурацию. После нажатия кнопки ОК в командной строке будет выведен запрос Specify first corner or [Fit] <Fit> (Укажите первый угол или [Вписать]). Укажите рамкой прямоугольник, в который будет вписана выбранная конфигурация видовых экранов. Если выбранная конфигурация должна занимать весь лист, выберите команду Fit. После создания видовых экранов их можно редактировать обычными средствами (рис. 9.4):

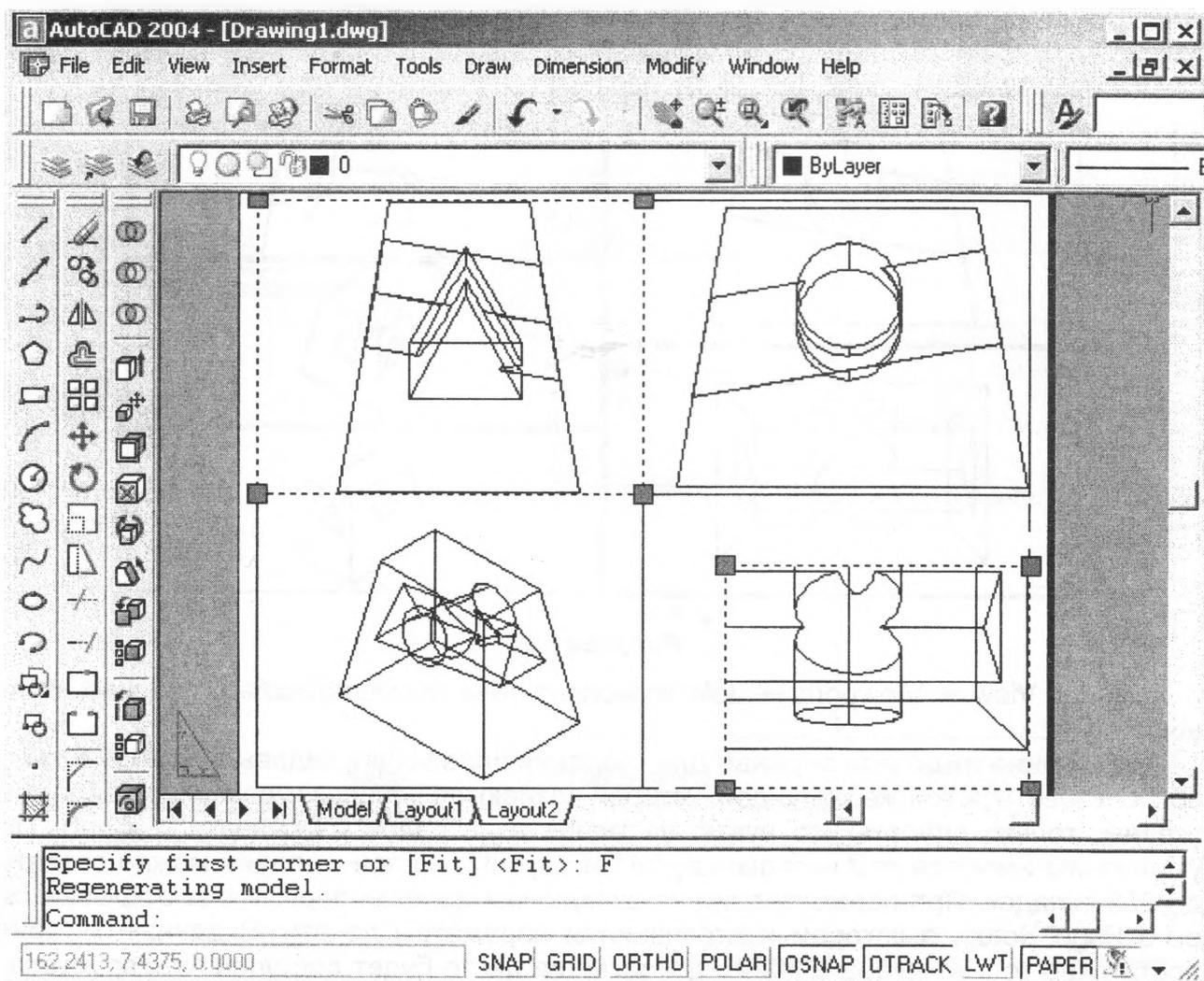


Рисунок 9.4

## 10. Выполнение работы

10.1. Строим трехмерную модель детали.

10.2. Переходим из пространства модели в пространство листа (Layout1).

10.3. Настраиваем параметры листа (рис. 10.1) для печати. (File→Page Setup Manager→Modify).

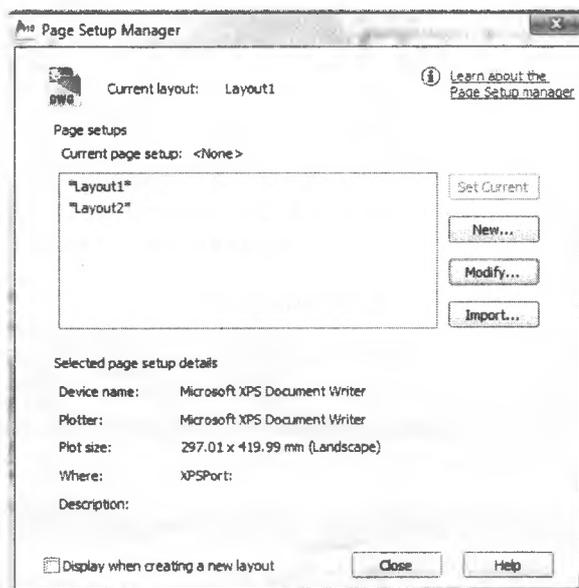


Рисунок 10.1

10.4. Устанавливаем принтер (при необходимости - виртуальный), формат листа, масштаб (рис. 10.2).

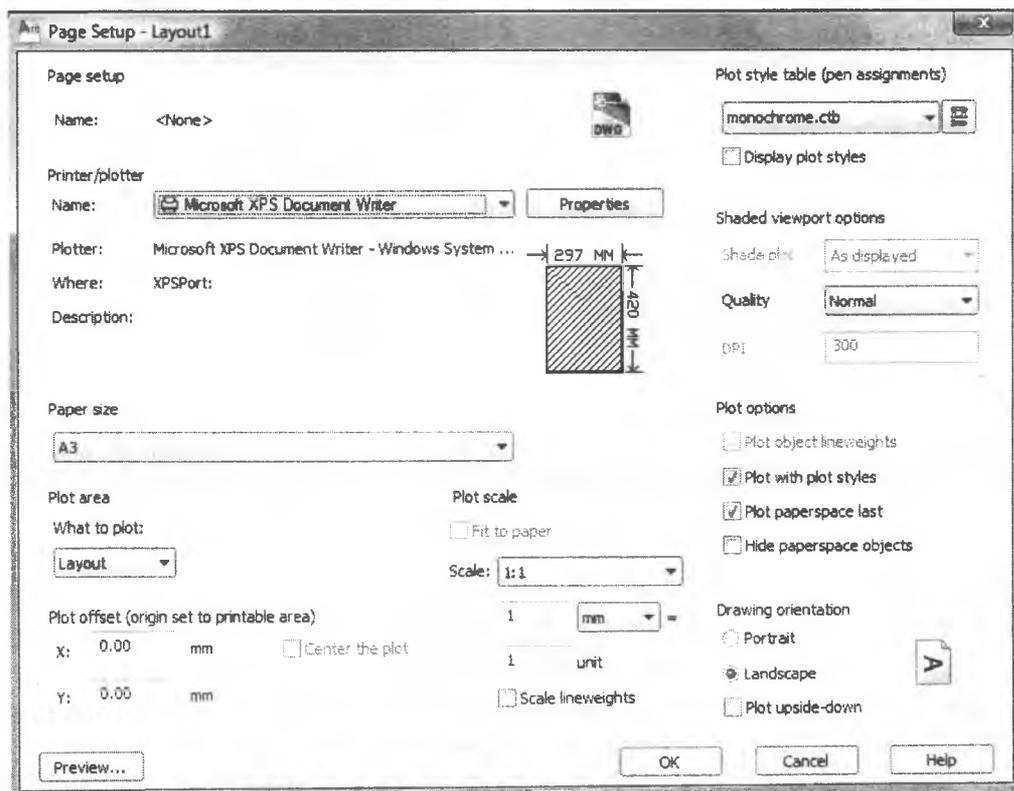


Рисунок 10.2

10.5. Копируем в пространство листа предварительно выполненную рамку с основной надписью (рис. 10.3).

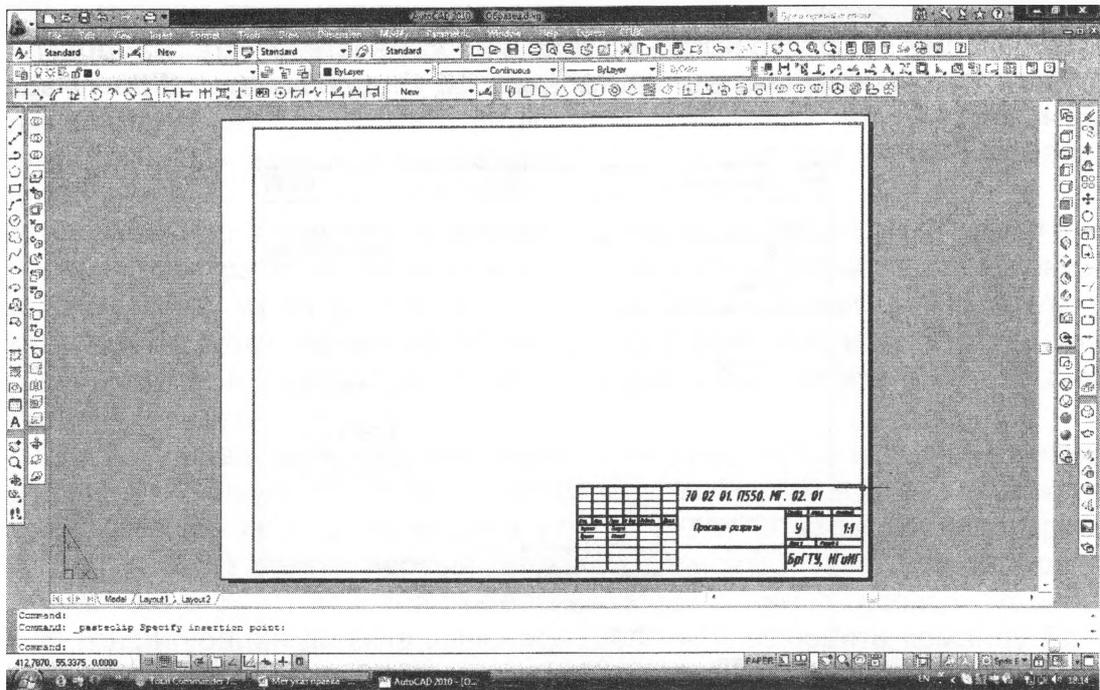


Рисунок 10.3

10.6. Отключаем границы печатаемой области. Для этого вызываем в меню **Tools**→**Options** и отключаем **Display printable area** и **Display paper background** (рис. 10.4).

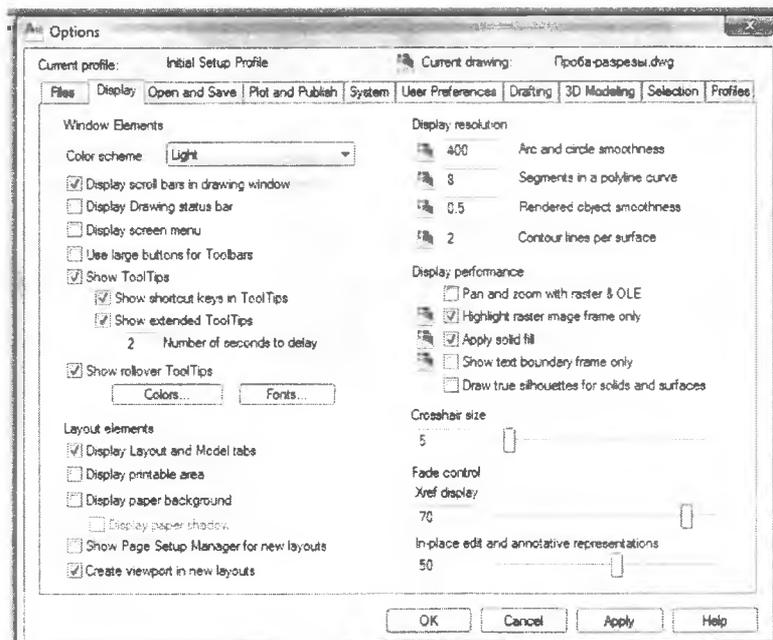


Рисунок 10.4

10.7. Создадим первый из стандартных видов – вид сверху. Для этого служит команда **View** панели **Modeling: Modeling** → **Setup** → **View** (рис. 10.5).

Команда позволяет создавать стандартные виды разными способами. Сейчас нам нужен вариант **UCS**, в котором вид создается на базе системы координат модели. Выбираем **UCS**, которая будет являться основой для вида, в данном случае – мировую, т.е. **World**.

На запрос масштаба вида соглашаемся с предложенной единицей, т.е. 1:1, затем команда попросит указать центр будущего вида, причем его можно указывать несколько раз, чтобы подобрать наилучший вариант. Когда такой вариант выбран, нажимаем Enter и по запросу команды указываем границы видового экрана.

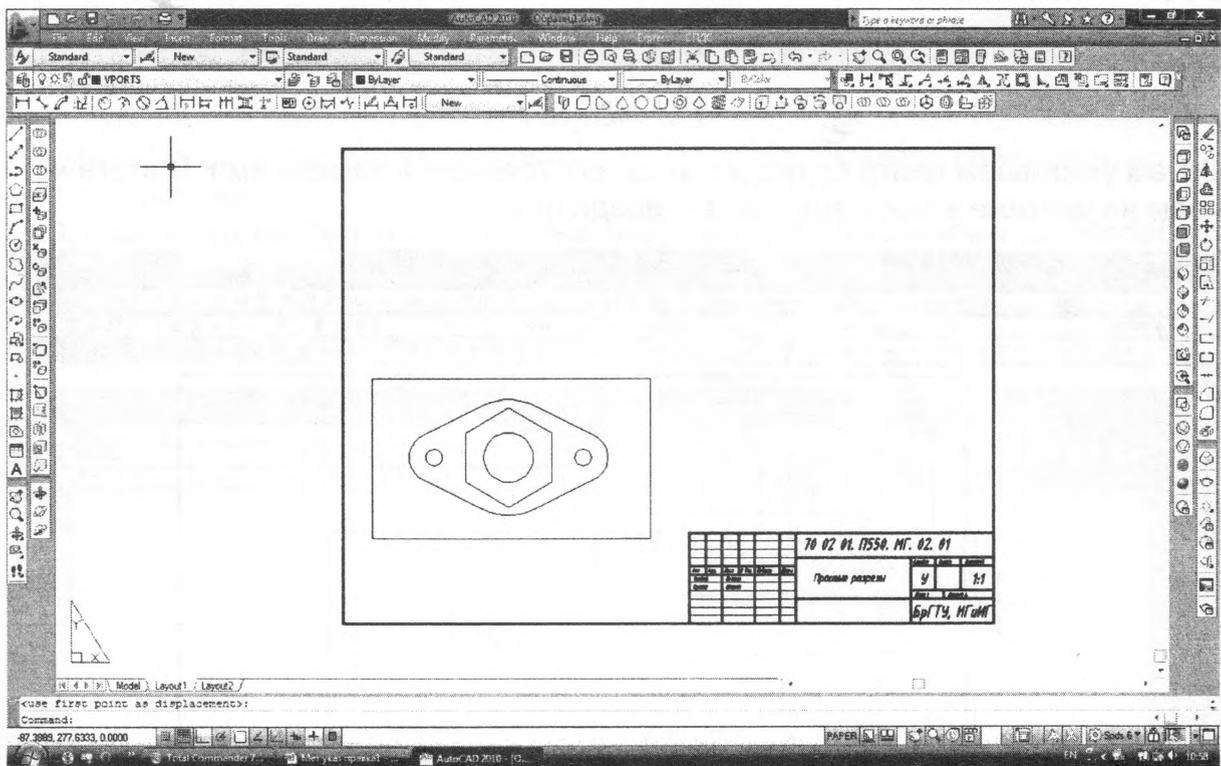
Наконец, команда запрашивает имя экрана – вводим «вид сверху», Enter.

```
Command: _solview
Enter an option [Ucs/Ortho/Auxiliary/Section]: u
Enter an option [Named/World/?/Current] <Current>: w
Enter view scale <1>:
Specify view center:
Specify view center <specify viewport>:
Specify first corner of viewport:
Specify opposite corner of viewport:
Enter view name: вид сверху
```

**Рисунок 10.5**

Далее необходимо переключиться к каркасному отображению. Для этого делаем двойной клик внутри вида и переходим к отображению **2D Wireframe** (панель View).

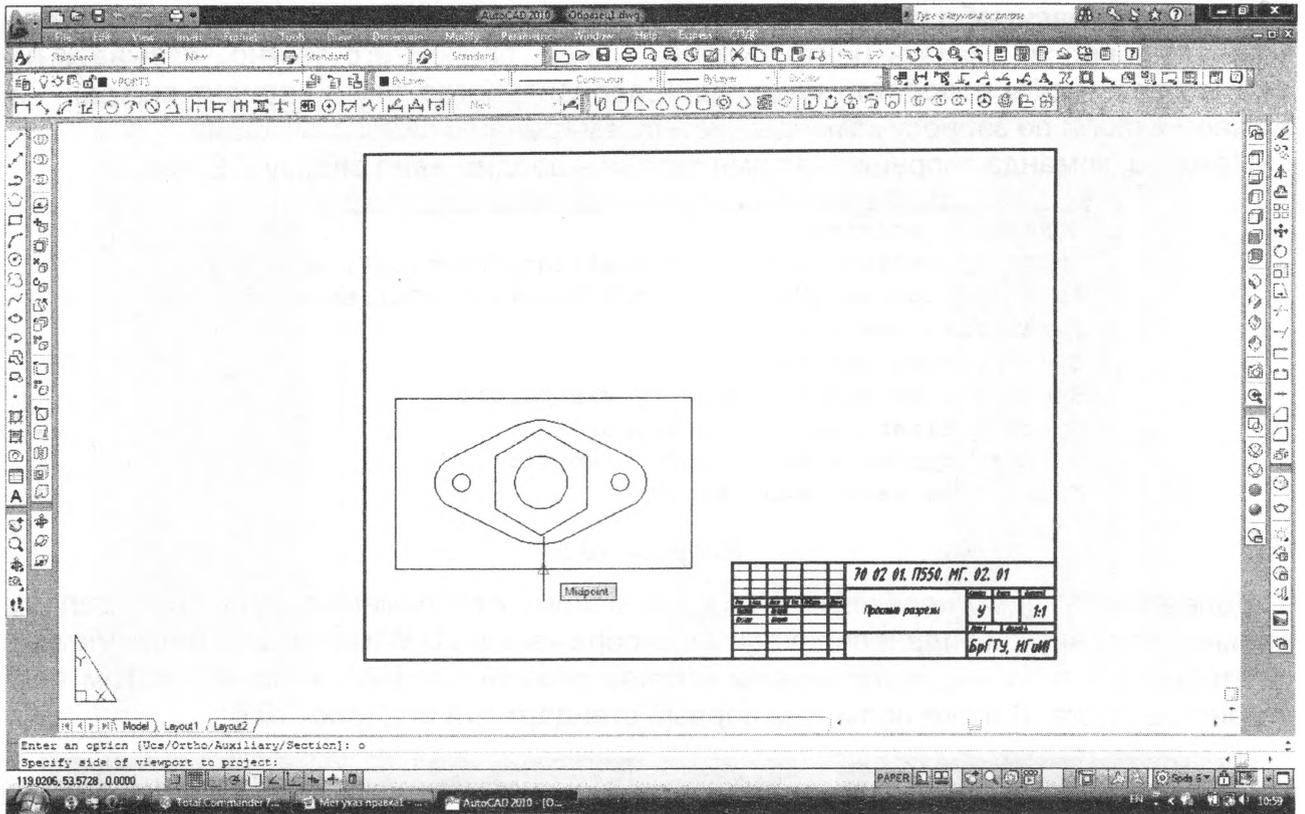
Чтобы выйти из видового экрана в лист, делаем двойной клик на чистом пространстве листа. В итоге получаем первый стандартный вид (рис. 10.6):



**Рисунок 10.6**

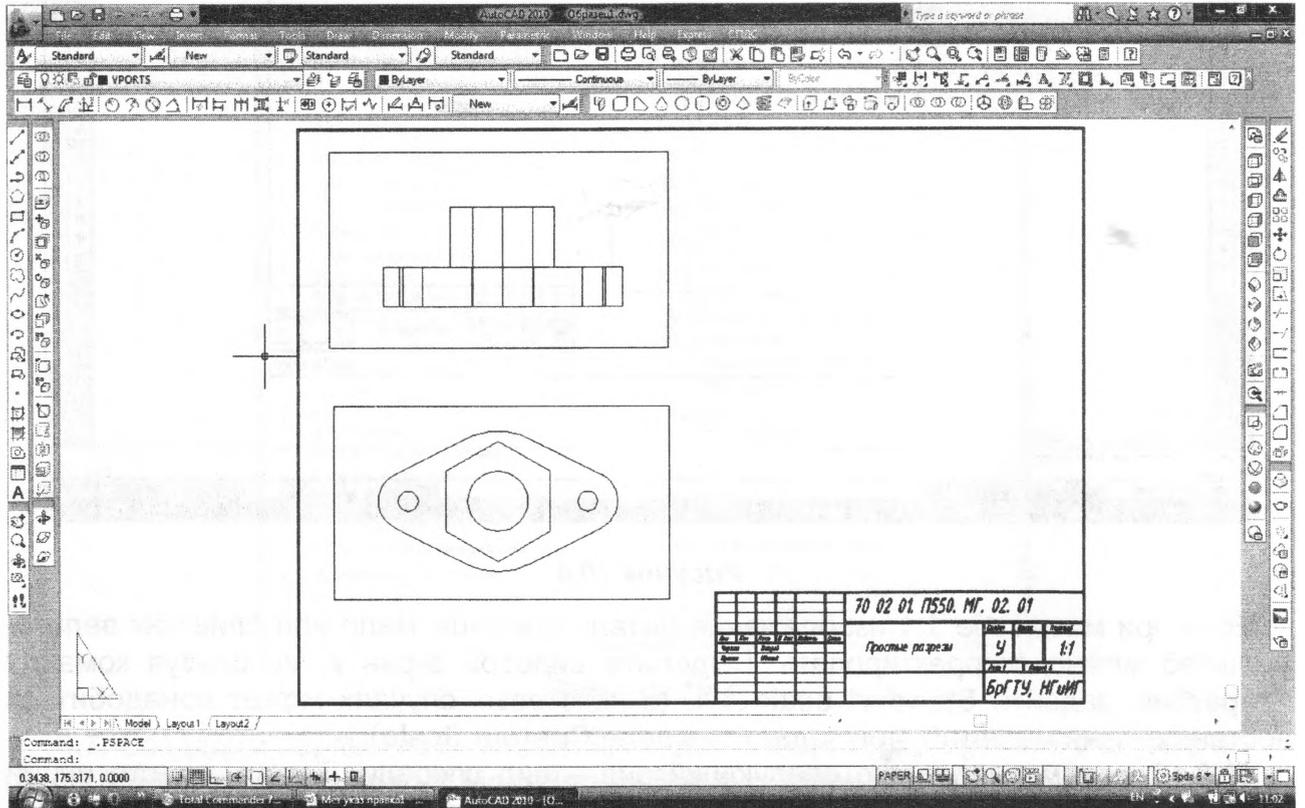
Если при масштабе 1:1 изображение детали слишком мало или слишком велико, масштаб можно скорректировать. Выделите видовый экран и, используя команду **Properties**, задайте **Standart scale** 1:1. (в некоторых случаях может понадобиться нестандартный масштаб – он задается в поле **Custom Scale**).

**10.8.** Создаем аналогично следующий вид – вид спереди. Теперь вместо опции **UCS** выбираем опцию **Ortho** – она строит ортогональные виды на базе уже созданных экранов. После этого команда запросит сторону проекции. Фронтальный вид получается из вида сверху при проецировании «снизу вверх» (по чертежу). Поэтому указываем нижнюю сторону вида сверху (рис. 10.7):



**Рисунок 10.7**

Затем указываем центр будущего вида, его границы и задаем имя. В итоге мы получаем на чертеже второй вид – вид спереди (рис. 10.8).



**Рисунок 10.8**

Аналогично строим третий вид – вид слева (рис. 10.9).

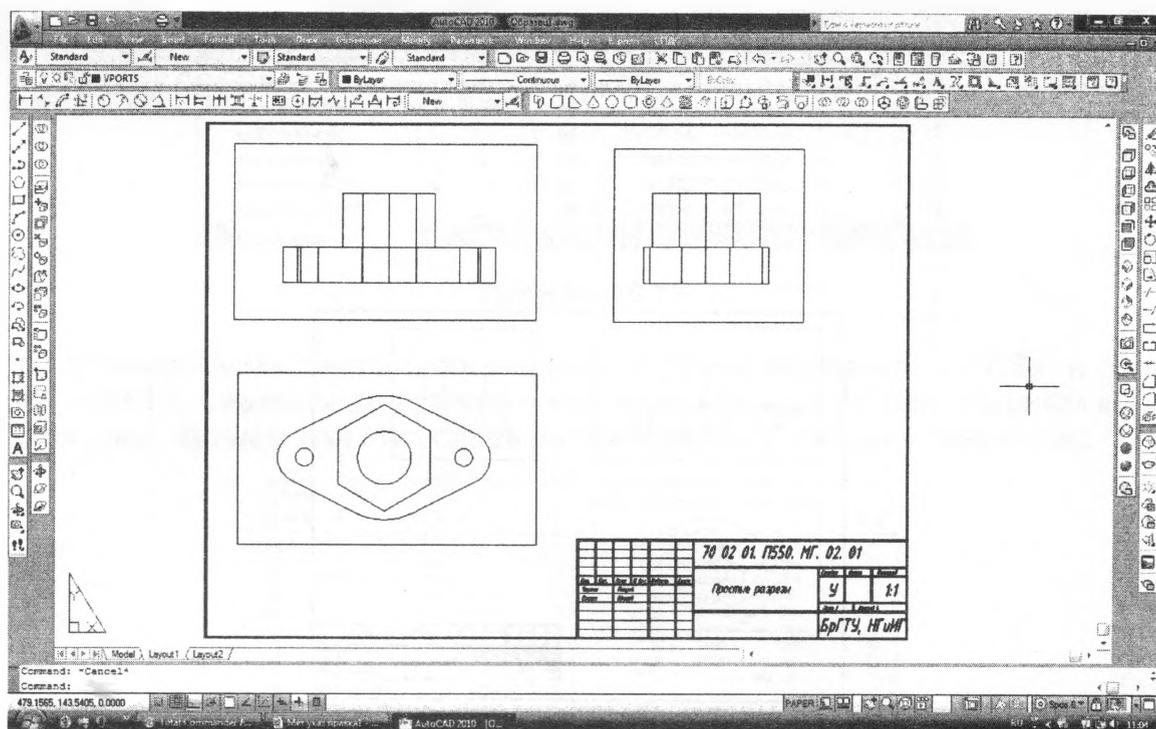


Рисунок 10.9

Полученные виды можно перемещать, при этом сохраняется проекционная связь между изображениями.

10.9. Выполним необходимые простые разрезы. Для этого в команде **Modeling** → **Setup** → **View** выбираем опцию **Section**. Указываем первую и вторую точки линии разреза на виде сверху, используя объектные привязки. Затем указываем центр вида, границы и задаем имя «фронтальный разрез» (рис. 10.10).

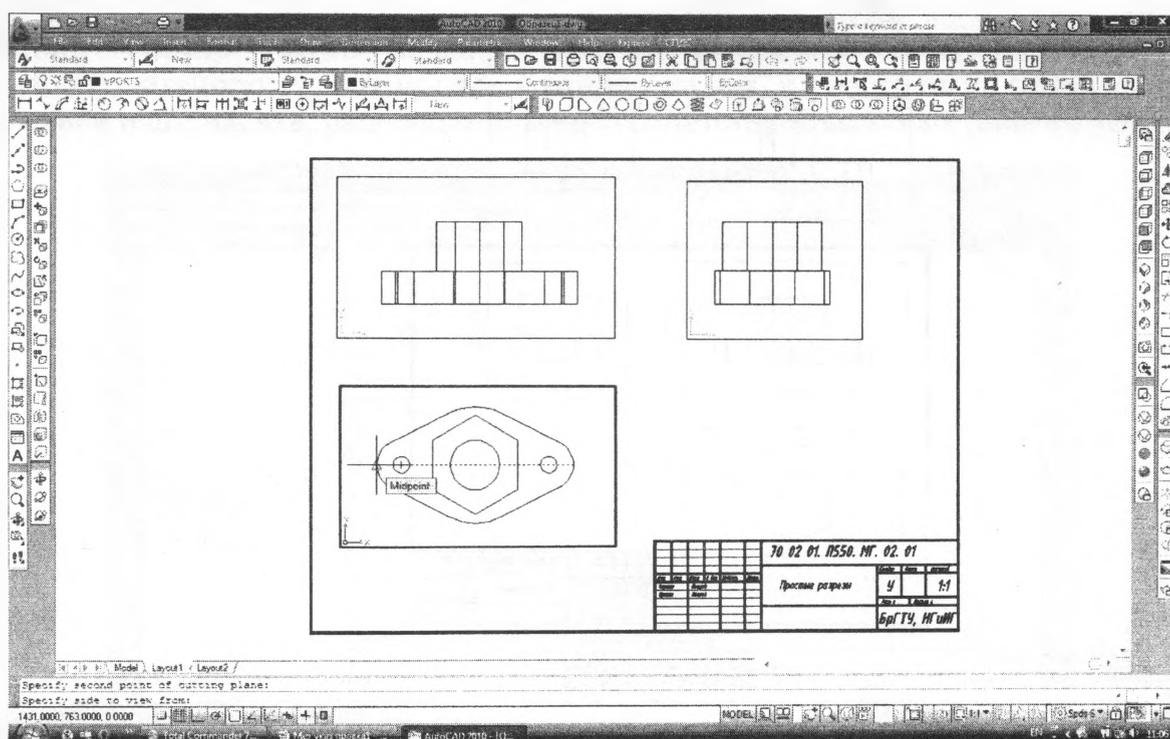


Рисунок 10.10

В результате образуется еще один видовой экран (10.11).

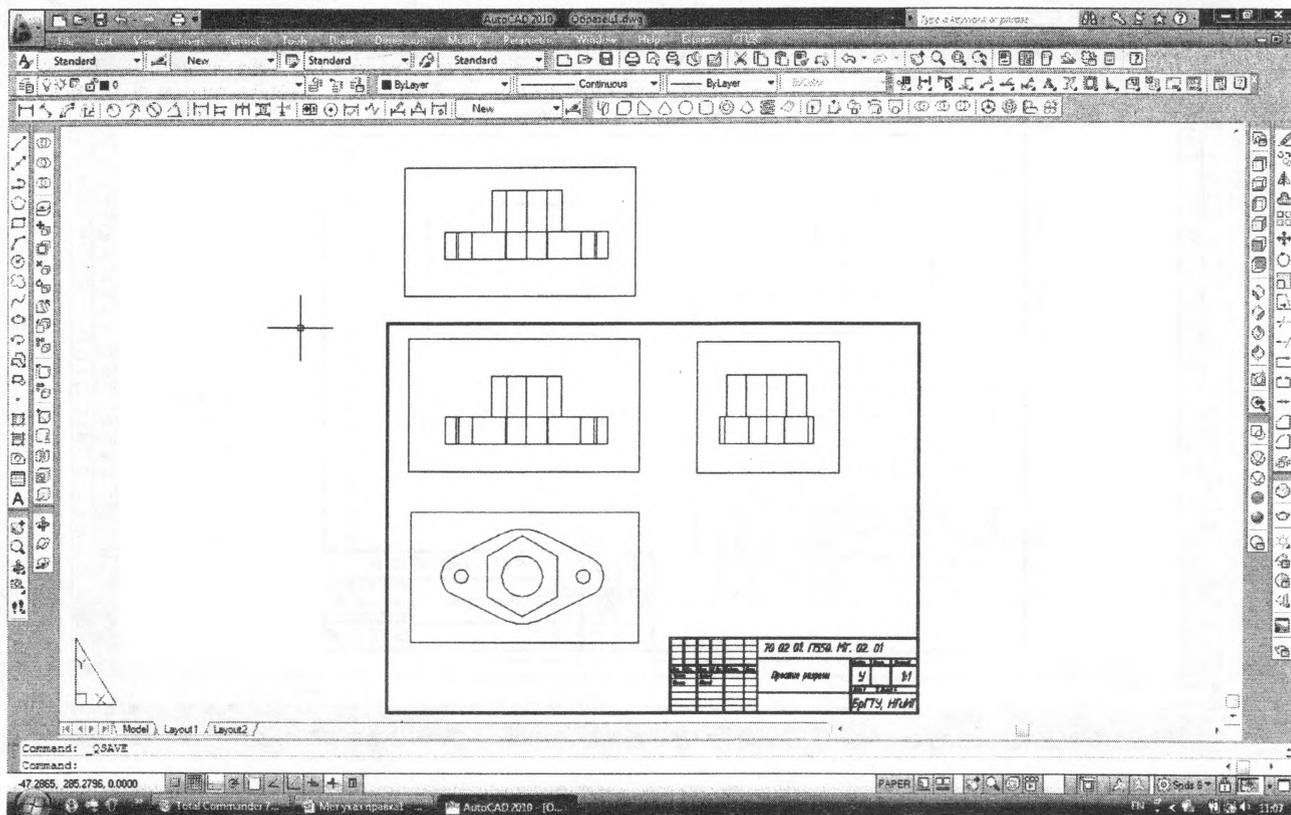


Рисунок 10.11

Аналогично строим видовой экран, соответствующий профильному разрезу. Все видовые экраны можно произвольно перемещать и поворачивать (рис. 10.12).

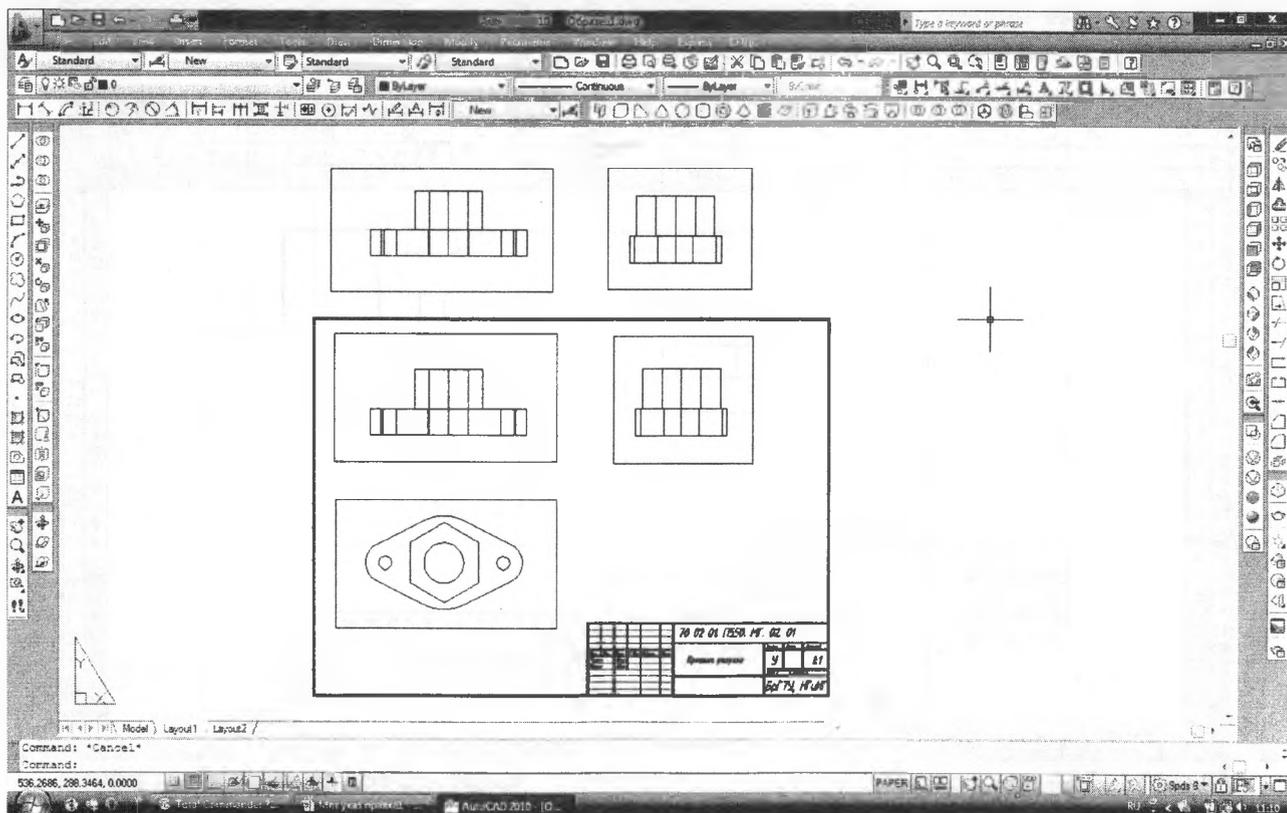


Рисунок 10.12

10.10. Далее обратимся к окну **Layer Properties Manager** (рис. 10.13):

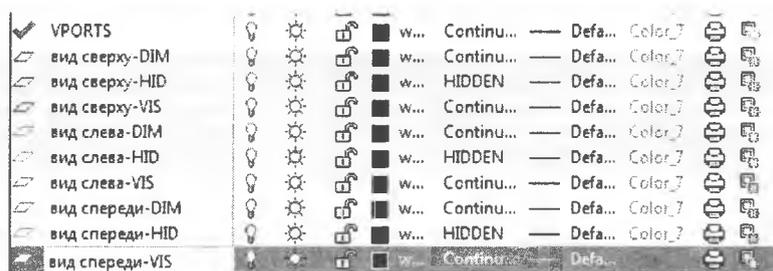


Рисунок 10.13

Слои с невидимыми линиями обозначены «HID», с видимыми – «VIS», а со штриховкой – «HAT». Символы до дефиса – имя видового экрана, при создании которого появился слой. Задаем для этих слоёв различный тип и толщину линий (рис. 10.14).

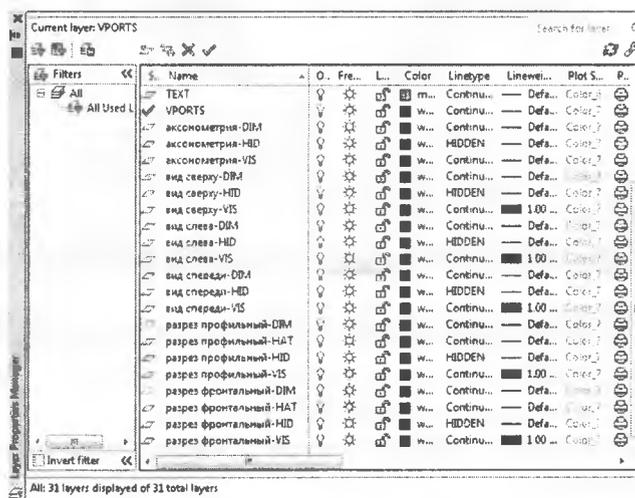


Рисунок 10.14

10.11. Преобразуем видовые экраны в чертежи. Для этого используем команду **Modeling → Setup → Draw**. На запрос команды указываем все видовые экраны. Команда автоматически скроет модель в каждом из них, а вместо этого появятся видимые линии и штриховка, расположенные в соответствующих слоях (рис. 10.15).

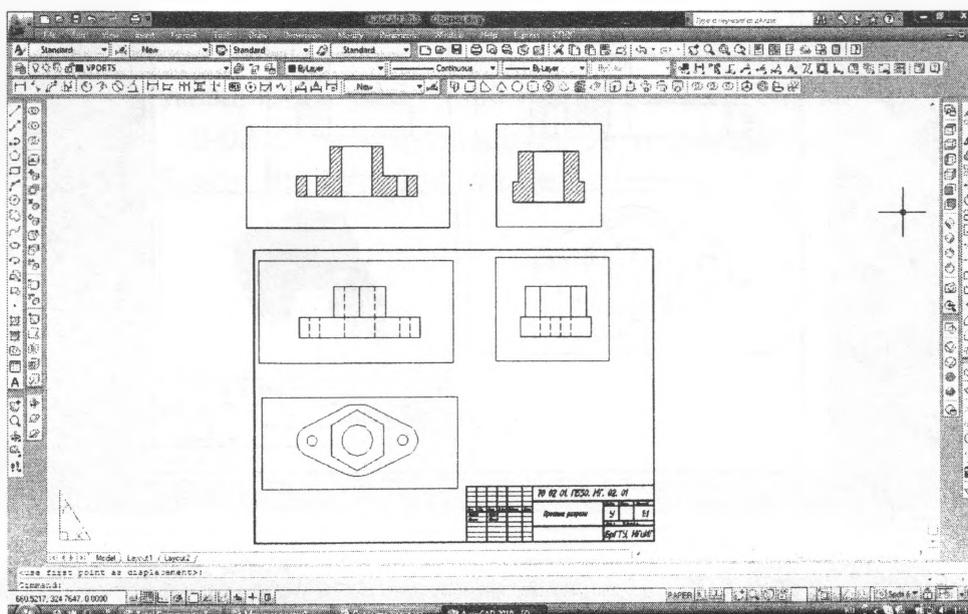


Рисунок 10.15

10.12. Добавляем еще один видовой экран – аксонометрическое изображение детали (рис. 10.16).

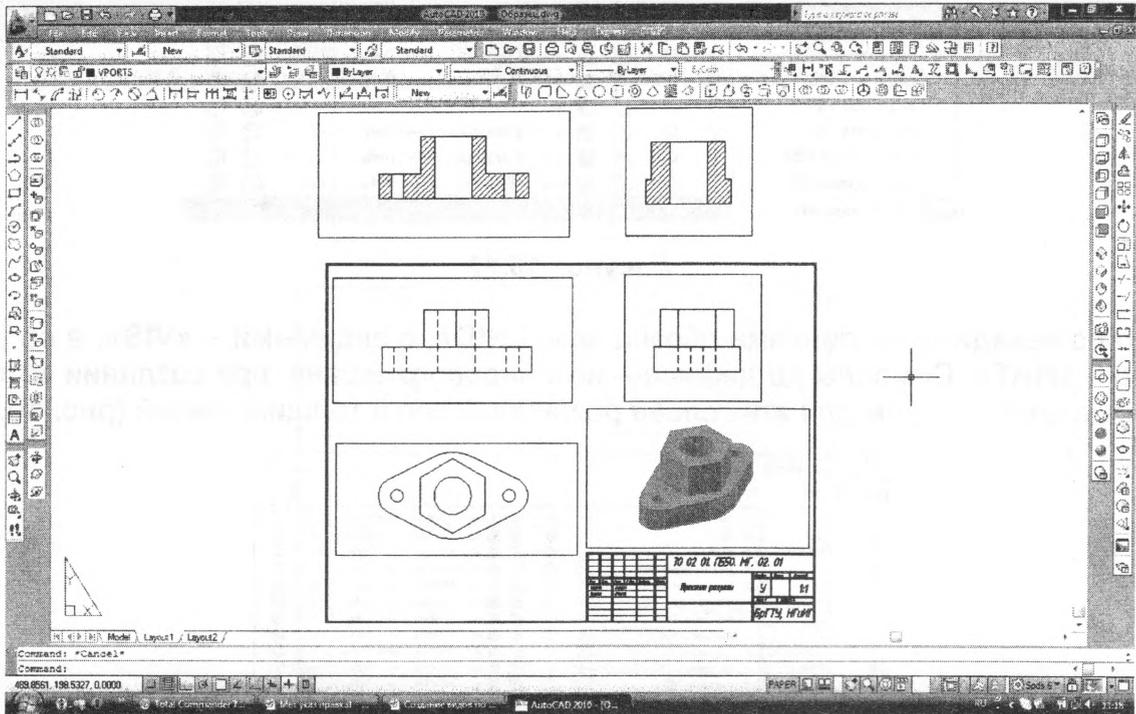


Рисунок 10.16

Зайдя в пространство модели чертежа, при необходимости командой **Slice** выполняем вырез четверти в пространственной модели.

10.13. Дорабатываем чертеж, работая в каждом видовом экране. Выполняем разрезы, проставляем размеры.

Включаем границы печатаемой области: **Tools**→ **Options** и включаем **Display printable area** и **Display paper background** (рис. 10.17).

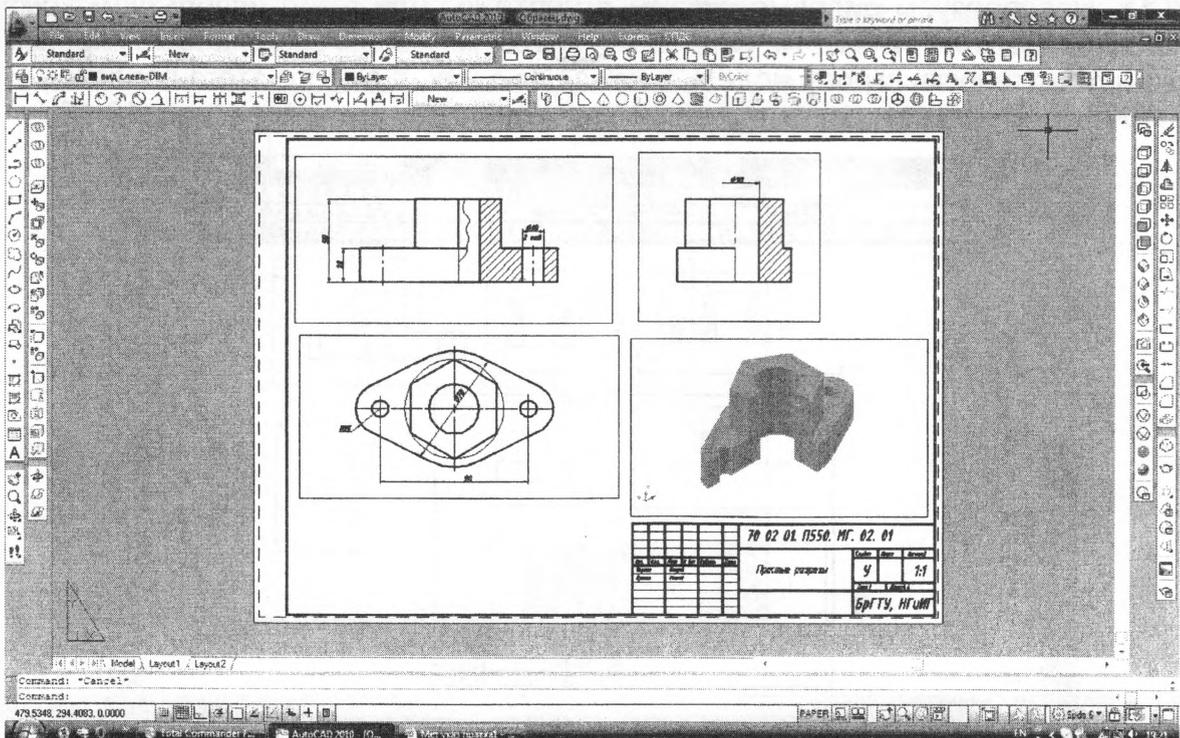
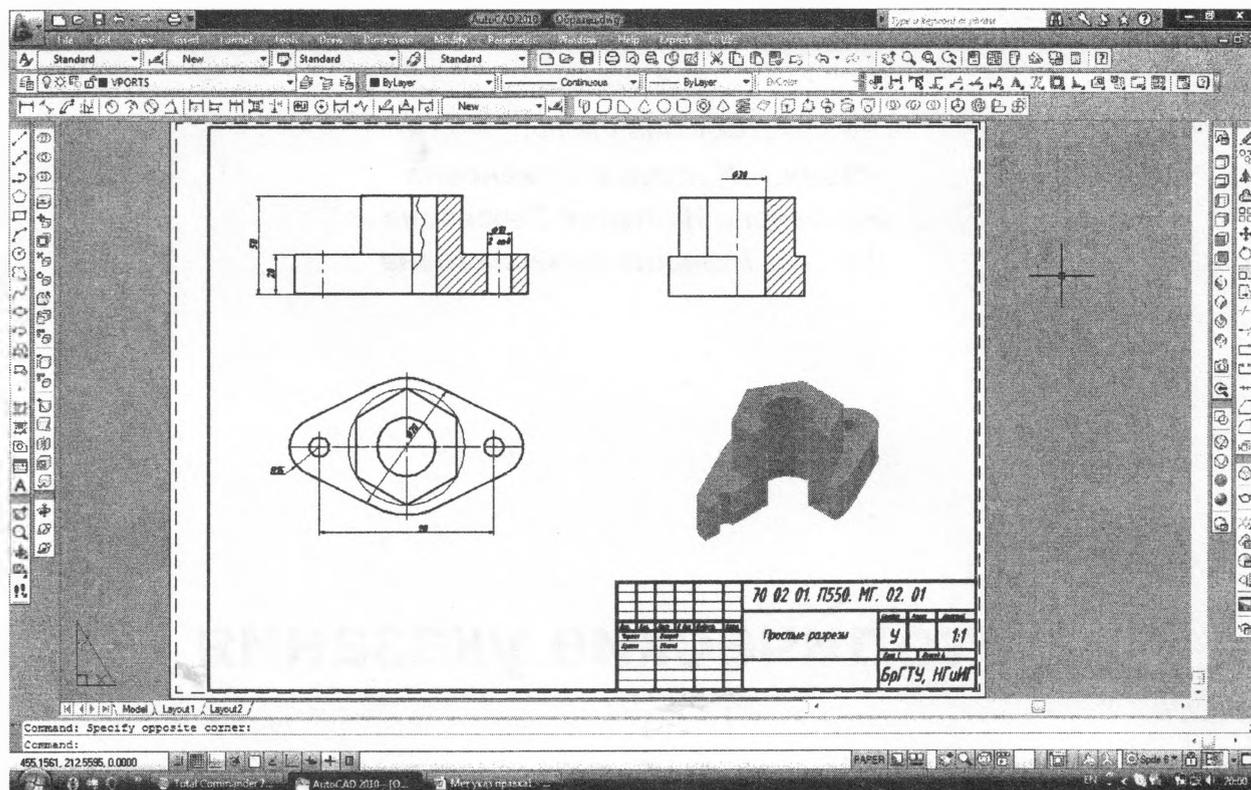


Рисунок 10.17

10.14. На последнем этапе в окне **Layer Properties Manager** отключаем видимость слоя **VPORTS**, который отображает рамки видовых экранов (рис. 10.18).



**Рисунок 10.18**

10.15. Печатаем чертеж из пространства листа.

## ЛИТЕРАТУРА

1. AutoCAD 2004. Английская и русская версии / Солопова Т.Ю. – М.: ДМК Пресс, 2004. – 600 с., ил.
2. Библия пользователя AutoCAD 2000 / Э. Финкенштейн – М.: Вильямс, 1999. – 1040 с., ил.
3. Методические указания по машинной графике «AutoCAD 2000» для студентов специальности 70-02 01 – «Промышленное и гражданское строительство» / В.А. Лебедь. – Брест: БрГТУ, 2004. – 63 с.

Учебное издание

Составители:

**Винник Наталья Семеновна**  
**Житенева Наталья Сергеевна**  
**Шевчук Татьяна Вячеславовна**

# Методические указания

к выполнению лабораторной работы  
по машинной графике «Простые разрезы»  
**для студентов специальности 1-70 02 01**  
**«Промышленное и гражданское строительство»**

Ответственный за выпуск: Шевчук Т.В.  
Редактор: Боровикова Е.А.  
Компьютерная верстка: Соколюк А.П.  
Корректор: Никитчик Е.В.

---

Подписано к печати 10.03.2014 г. Формат 60x84 <sup>1</sup>/<sub>8</sub>. Гарнитура Arial.  
Бумага «Снегурочка». Усл. п. л. 3,7. Уч. изд. 4,0. Заказ № 165. Тираж 50 экз.  
Отпечатано на ризографе учреждения образования «Брестский государственный  
технический университет». 224017, г. Брест, ул. Московская, 267.