

Министерство образования Республики Беларусь

Учреждение образования  
«Гомельский государственный технический  
университет имени П. О. Сухого»

Кафедра «Инженерная графика»

**А. М. Селютин, О. П. Мурашко**

## **НАЧЕРТАТЕЛЬНАЯ ГЕОМЕТРИЯ**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ  
и контрольные задания**

**к выполнению на компьютере комплексной работы  
по одноименному курсу для студентов 1-го курса  
дневной формы обучения**

**Гомель 2010**

УДК 514.18(075.8)  
ББК 22.151.3я73  
С29

*Рекомендовано научно-методическим советом  
машиностроительного факультета ГГТУ им. П. О. Сухого  
(протокол № 3 от 30.11.2009 г.)*

Рецензент: зав. каф. «Сельскохозяйственные машины» ГГТУ им. П. О. Сухого  
канд. техн. наук, доц. *В. Б. Попов*

**Селютин, А. М.**

С29 Начертательная геометрия : метод. указания и контрол. задания к выполнению на компьютере комплекс. работы по одноим. курсу для студентов 1-го курса днев. формы обучения / А. М. Селютин, О. П. Мурашко. – Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 2010. – 88 с. – Систем. требования: PC не ниже Intel Celeron 300 МГц ; 32 Mb RAM ; свободное место на HDD 16 Mb ; Windows 98 и выше ; Adobe Acrobat Reader. – Режим доступа: <http://lib.gstu.local>. – Загл. с титул. экрана.

Приведены алгоритмы предлагаемых к решению задач, рассмотрены основы плоского черчения и твердотельного моделирования в среде графического редактора Компас 3D. Изложены многочисленные рекомендации по выполнению операций машинного черчения. Даны варианты заданий и пример выполнения работы. Материал работы охватывает все метрические задачи курса «Начертательная геометрия».

Для студентов 1-го курса дневной формы обучения.

**УДК 514.18(075.8)  
ББК 22.151.3я73**

© Учреждение образования «Гомельский  
государственный технический университет  
имени П. О. Сухого», 2010

## Введение

Начертательная геометрия – это наука о способах построения изображений пространственных форм на плоскости и методах решения практических задач по чертежу графическим способом. Часто решение задач связано с необходимостью проводить сложные и трудоемкие построения. При ручном выполнении чертежей для получения точных изображений необходимо иметь подготовленное рабочее место и использовать качественный инструмент.

Использование системы двухмерного и трехмерного моделирования средствами графического редактора КОМПАС-3D при решении задач начертательной геометрии позволяет быстро выполнить любое сложное построение, превращает работу в увлекательное занятие, способствующее развитию творческих подходов к выполнению поставленного задания.

В семестровой графической работе выполняются семь метрических и позиционных задач методами проекционного черчения (двухмерное моделирование) и два задания иллюстрируют правила создания и работы с трехмерными твердотельными моделями.

При выполнении заданий учащийся освоит основные меню, панели и команды, научится проводить оптимальные вспомогательные построения, создавать 2D чертежи и 3D-модели, познакомится с правилами оформления чертежей и текстовых документов. В КОМПАС-3D объемные модели и плоские чертежи ассоциированы между собой. Это означает, что по построенной твердотельной модели всегда можно получить безошибочный плоский чертеж. И, наоборот, после подготовки проекционной модели, можно получить ее 3D-модель.

Совокупность решенных задач позволит усвоить основные методы решения геометрических задач непосредственно по чертежу, правильно компоновать изображения на поле чертежа и наглядно убедиться в том, что эпюр Монжа адекватно отображает окружающий нас трехмерный мир.

Приобретенные начальные навыки работы с графическим редактором позволят студенту выполнять любые графические работы на компьютере. Естественно, потребуются совершенствование умения работать в среде КОМПАС в рамках новых задач.

## Требования к работе

Варианты заданий приведены в Приложении 1. Номер варианта выбирается по номеру фамилии студента в журнале учебной группы.

Образец пояснительной записки показан в Приложении 2.

Выполненные решения после распечатывания целесообразно сохранить. Это, во-первых, позволит сократить время доводки чертежа до требований преподавателя при исправлении ошибок, во-вторых, начальные условия последующих задач формулируются на решениях предыдущих.

Каждая задача защищается. Студент должен продемонстрировать не только знание алгоритмов отдельных построений и решения задачи в целом, умение выполнять операции графического редактора, но и теоретического материала, определяющего достаточность и правильность полученного решения на базе теорем, определений и правил.

Приведенные тексты пояснительной записки к каждому заданию могут быть приняты за образец. Следует понимать, что их можно менять, дополнять, широко использовать математическую символику для обозначения действий или записи доказательств.

Оформленная и защищенная пояснительная записка является отчетным документом и позволяет студенту сдавать экзамен по курсу «Начертательная геометрия».

### 1. Алгоритмы решаемых задач

При решении метрических (на измерения длин отрезков, площадей плоских фигур, плоских углов и т. д.) задач использованы алгоритмы, базирующиеся на методах преобразования проекций. В каждом конкретном случае студент имеет право самостоятельно выбрать метод или способ решения задачи, руководствуясь материалами учебников или лекций.

В частном положении прямая линия или плоская фигура сориентированы в пространстве параллельно или перпендикулярно к плоскости проекций.

Если прямая линия или плоская фигура расположены параллельно плоскости проекций, то в эту плоскость проекций прямая линия или плоская фигура проецируются в натуральную величину.

Если прямая линия или плоская фигура расположены перпендикулярно к плоскости проекций, то по отношению к этой плоскости

проекций они занимают проецирующее положение, их проекции являются вырожденными. Говорят, что прямая линия или плоская фигура обладают «собирательным» свойством, то есть все их точки «собираются» на вырожденной проекции. Собирательное свойство вырожденных проекций лежит в основе решения многих задач начертательной геометрии, так как точное решение поставленной задачи уже содержится в таких проекциях.

Если прямая линия или плоская фигура расположены параллельно или перпендикулярно к плоскости проекций, то определение на комплексном чертеже расстояний, углов и взаимного расположения геометрических элементов в пространстве производится непосредственно по чертежу. Проводить дополнительные построения не требуется.

В случае общих положений прямых, плоскостей и фигур определение натуральных величин требует специальных построений, при помощи которых их общие положения заменяются на частные.

С этой целью в данной семестровой работе применяются метод перемены плоскостей проекций, метод вращения относительно проецирующей прямой и метод вращения относительно прямой уровня.

### **1.1. Метод перемены плоскостей проекций**

Метод основан на введении в чертеж дополнительной плоскости проекций. На рис.1 эта плоскость обозначена через  $S$ . Плоскость  $S$  перпендикулярна плоскости проекций  $V$ . Плоскости  $V$  и  $S$  образуют новую систему плоскостей взаимно перпендикулярных плоскостей проекций. Прямая  $X_1$  является осью проекций этой новой системы.

Требование перпендикулярности  $V \perp S$  обусловлено необходимостью сохранения неизменной одной из координат любой точки объекта. Неизменной остается та координата точки, которая определяет расстояние от точки до той плоскости проекций, по отношению к которой заменяемая плоскость проекций  $H$  и дополнительная  $S$  перпендикулярны. В примере эти две плоскости проекций перпендикулярны к  $V$ . Следовательно, неизменной останется координата  $Y$ .

Построение проекции  $A_s$  точки  $A$  производится в следующем порядке:

- проводим ось  $X_1$  новой системы плоскостей проекций  $V \perp S$ ;
- из  $(\cdot)A_v$  проводим линию проекционной связи через ось  $X_1$ ;

- на линии проекционной связи от оси  $X_1$  откладывает отрезок, длина которого определяется координатой  $Y_a$ .

Полученная точка  $A_s$  – ортогональная проекция точки  $A$  на плоскость  $S$ .

### 1.1.1. Определение $HB$ отрезка прямой общего положения

Пример определения  $HB$  отрезка прямой общего положения приведен на рис 1. Дополнительная плоскость проекций  $S$  введена в чертеж с соблюдением двух требований:

$$V \perp S; S \parallel [AB].$$

Следовательно, в плоскость проекций  $S$  отрезок  $AB$  проецируется в натуральную величину.

Построение точек  $A_s$  и  $B_s$  проведено по общим правилам метода перемены плоскостей проекций.

На рис. 1 показана неизменная координата  $Y_a$ .  $Y_b=0$ .

В плоскости  $S$  можно измерить угол наклона  $[AB]$  к фронтальной плоскости проекций  $\beta$ .

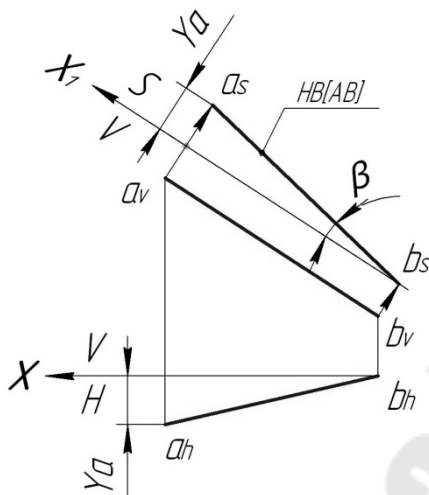


Рис. 1

### 1.1.2. Преобразование плоскости общего положения в проецирующее

Преобразование плоскости общего положения в проецирующее показано на рис. 2. Для выполнения этого действия необходимо новую плоскость проекций  $S$  располагать перпендикулярно горизонтальной проекции горизонтали или фронтальной проекции фронтали, проведенным в заданной плоскости.

В  $\triangle ABC$  проведена горизонталь  $AD$ . Перпендикулярно  $a_h b_h$  проведена ось проекций  $X_1$ . В чертеж введена новая плоскость проекций  $S$ .

$S \perp H; S \perp [AD]$ .

Заменяемая  $V$  и новая  $S$  плоскости проекций перпендикулярны к  $H$ . Следовательно, при таком преобразовании неизменной останется координата  $Z_i$  любой точки  $\triangle ABC$ . Строим проекции точек  $A, B$  и  $C$  в плоскости  $S$ . Все точки легли на одну прямую. Значит,  $\triangle ABC$  занял проецирующее положение относительно плоскости проекций  $S$ .

В плоскости  $S$  можно измерить угол наклона плоскости  $\Delta ABC$  к горизонтальной плоскости проекций  $\alpha$ .

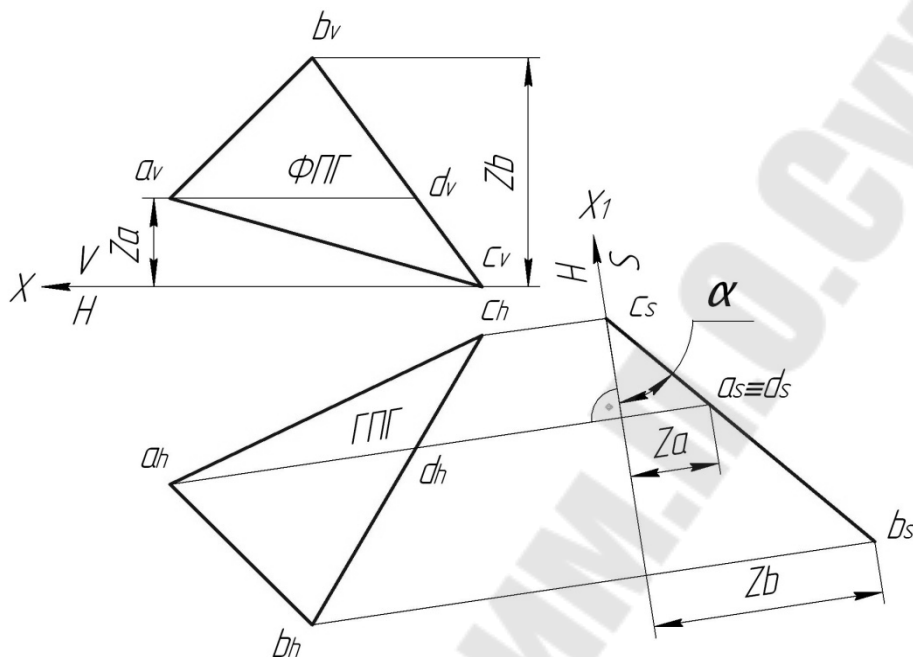


Рис. 2

### 1.1.3. Преобразование прямой общего положения в проецирующую

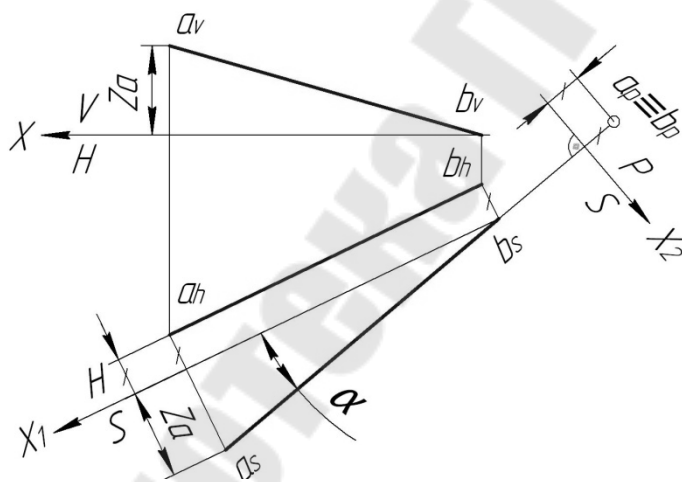


Рис. 3

Преобразование прямой общего положения  $AB$  в проецирующую показано на рис. 3. Это действие производится в два этапа. На первом новую плоскость проекций  $S$  располагают параллельно прямой. На втором производят вторую замену плоскостей проекций – вводят в чертеж плоскость проекций  $P$ , которую

располагают перпендикулярно к проекции прямой, полученной на предыдущем этапе.

$$S \perp H; S \parallel [AB].$$

При таком преобразовании неизменной останется координата  $Z_i$  любой точки  $AB$ . Строим проекции точек  $A$  и  $B$  в плоскости  $S$ .

$$P \perp S; P \perp a_s b_s.$$

При таком преобразовании неизменной останется координата любой точки  $AB$ , определяющая расстояние от точки до плоскости проекций  $S$ . На рис. 3 равные измеримый и откладываемый отрезки помечены штрихом. Строим проекции точек  $A$  и  $B$  в плоскости  $P$ . Так как у точек  $a_s$  и  $b_s$  одна линия проекционной связи в плоскость  $P$ , а удаление от плоскости  $S$  одинаковое, то в плоскость проекций  $P$  прямая  $AB$  проецируется в точку. Значит,  $[AB]$  занял проецирующее положение относительно плоскости проекций  $P$ .

В плоскости  $S$  можно измерить угол наклона  $[AB]$  к горизонтальной плоскости проекций  $\alpha$ .

### 1.1.4. Определение $HV$ плоской фигуры

Плоская фигура в натуральную величину в плоскость проекций проецируется только в том случае, если она ей параллельна. Построение  $HV$   $\triangle ABC$  показано на рис. 4. Операция выполняется в два этапа. На первом заданную плоскость общего положения переводят в проецирующую по отношению к новой плоскости проекций. Это решение дано в п. 1.1.2.

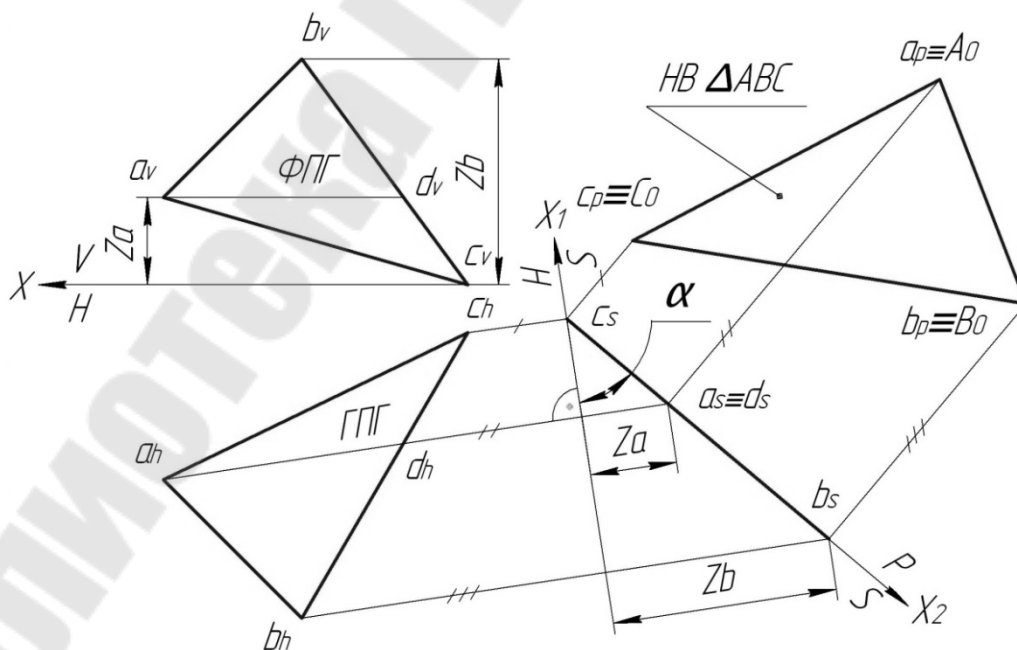


Рис. 4



На втором этапе в чертеж вводят новую плоскость проекций  $P$  параллельно вырожденной проекции заданной плоской фигуры.

Для уменьшения площади, занятой чертежом, ось проекций  $X_2$  совмещена с вырожденной проекцией  $\Delta ABC$ .

$$P \perp S; P \parallel a_s b_s c_s.$$

Строим проекции точек  $A$ ,  $B$  и  $C$  в плоскости  $P$ . Измеренные и откладываемые неизменные координаты на рис. 4 помечены засечками. Построенная проекция  $\Delta ABC$  в плоскости проекций  $P$  является искомой  $HВ \Delta ABC$ .

## 1.2. Метод вращения относительно проецирующих прямых

Вращение объекта на чертеже осуществляется поворотом всех характерных точек объекта. Для каждой вращаемой точки необходимо на чертеже определить положение относительно оси вращения, плоскость вращения, центр вращения и радиус вращения в натуральную величину.

Ось вращения является прямой, перпендикулярной одной из плоскостей проекций. Выбирается из соображения удобства выполнения дальнейших построений. Точки, принадлежащие оси вращения, при вращении объекта своего положения в пространстве не изменяют.

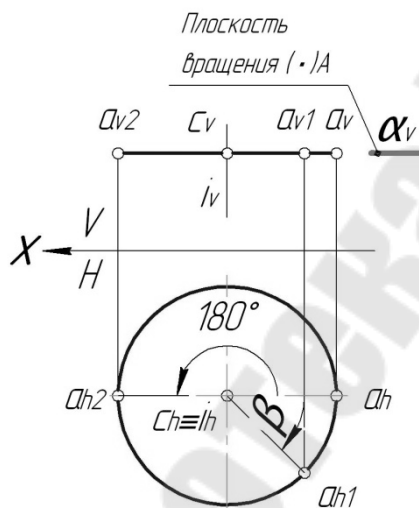


Рис. 5

Плоскость вращения точки перпендикулярна оси вращения. Следовательно, она параллельна той плоскости проекций, к которой перпендикулярна ось вращения. На рис. 5 показан чертеж, иллюстрирующий поворот  $(\cdot)A$  относительно горизонтально проецирующей оси вращения  $i$ . Точка  $C$ , определяемая как точка пересечения оси вращения с плоскостью вращения, называется центром вращения. Вращаясь в своей плоскости вращения,  $(\cdot)A$

движется по траектории в виде окружности. В горизонтальной плоскости проекций радиус этой окружности читается в  $HВ$ . Траектория движения точки во фронтальной проекции проецируется на вырожденную проекцию плоскости вращения точки.

Таким образом, окружность вращения точки проецируется без искажения на ту плоскость проекций, к которой ось вращения перпендикулярна; на другую основную плоскость проекций такая окружность проецируется отрезком, параллельным оси проекций  $OX$ .

### 1.2.1. Определение $HB$ отрезка прямой общего положения

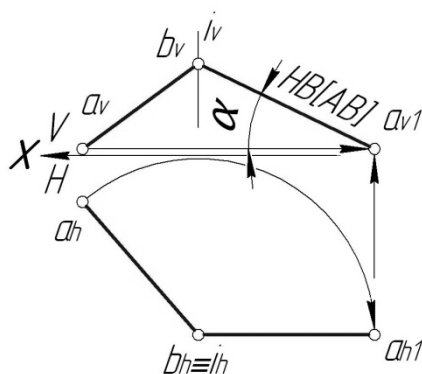


Рис. 6

Решение задачи сводится к вращению отрезка относительно проецирующей оси, совмещенной с одним из концов отрезка. На рис. 6 отрезок прямой общего положения  $AB$  вращением относительно горизонтально проецирующей оси вращения  $i$  повернут в положение фронтали. Новая фронтальная проекция заданного отрезка является  $HB[AB]$ .

### 1.2.2. Определение $HB$ плоской фигуры в проецирующем положении

На рис. 7 определена  $HB$  плоской фигуры  $\triangle ABC$  в горизонтально проецирующем положении. Решение аналогично приведенному в п. 1.2.1.

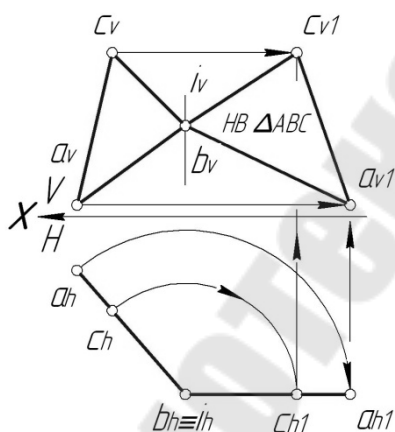


Рис. 7

### 1.3. Метод вращения относительно линий уровня

Методом вращения относительно линий уровня удобно решать задачи, связанные с определением натуральных величин плоских фигур в общем положении и их геометрических элементов, так как преобразование чертежа выполняется за один прием. Разберем последовательность построений на двух примерах.

#### 1.3.1. Определение $HB$ плоского угла

Прямые  $AB$  и  $BC$  пересекаются в  $(\cdot)A$ . Найдём  $HB$  угла при вершине  $A$ . Истинное значение угла  $A$  может быть измерено только

после того, как плоскость угла будет повернута в положение, параллельное плоскости проекций.

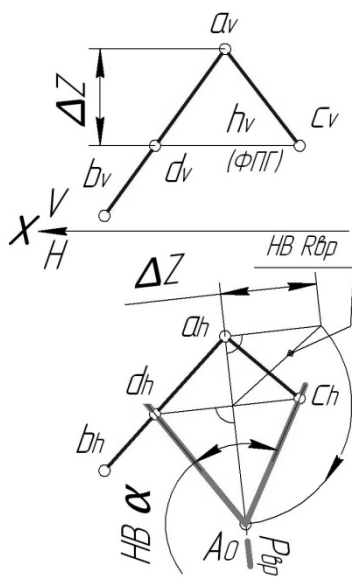


Рис. 8

В плоскости угла  $A$  проведем горизонталь  $CD$ . Горизонтальная проекция горизонтали  $C_hD_h$  служит осью вращения. Точки  $C$  и  $D$  принадлежат оси вращения. Следовательно, при повороте угла своего положения в пространстве не изменят. Тогда относительно оси вращения  $C_hD_h$  вращаться будет только  $(\cdot)A$ . Проведем через  $a_h$  перпендикулярно оси вращения плоскость вращения  $(\cdot)A$ . В пересечении  $P_{ep}$  с осью вращения образуется центр вращения  $(\cdot)A$ . Вращение плоскости угла будет закончено, когда в плоскость вращения радиус вращения  $R_{ep}$  спроецируется в натуральную величину.  $HB R_{ep}$  определим по правилу прямоугольного треугольника и отложим от центра вращения в плоскости вращения. Получим повернутое положение вершины угла  $A_0$ , когда плоскость угла заняла положение, параллельное горизонтальной плоскости проекций. Следовательно, угол  $A_0$  является искомой величиной.

### 1.3.2. Определение $HB$ плоской фигуры в общем положении

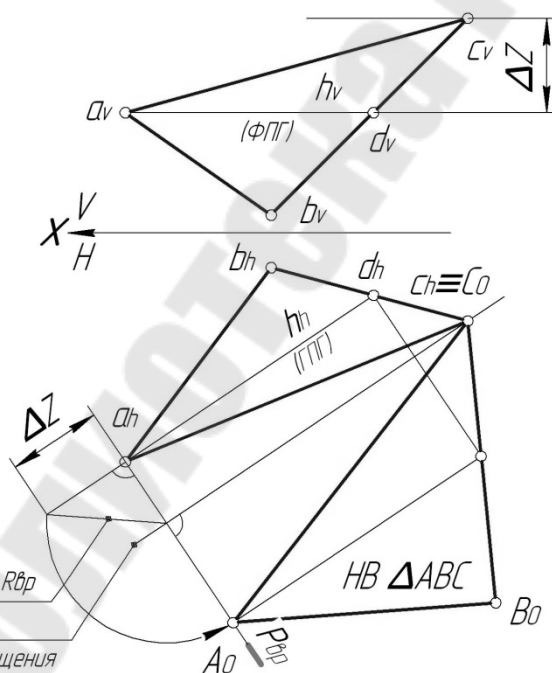


Рис. 9

На рис. 9 показан комплексный чертеж, иллюстрирующий порядок определения  $HB \Delta ABC$  в общем положении. В примере осью вращения является горизонталь плоскости  $\Delta ABC$ , проведенная в вершине  $C \Delta ABC$ . Точка  $c_h$  является точкой, наиболее близко расположенной к свободному полю чертежа. Ось вращения может служить любая горизонталь или фронталь вращаемой плоскости. В  $\Delta ABC$  первоначально была проведена горизонталь  $AD$ . Но, если выбрать  $AD$  осью вращения, то изобра-

жение повернутой фигуры наложится на первоначальную ее горизонтальную проекцию. Параллельный перенос горизонтали в  $(\cdot)C$  позволяет получить изображение  $НВ \Delta ABC$  на чистом поле чертежа. Перенос оси вращения в  $(\cdot)C$  фиксируется в обеих плоскостях проекций.

В  $\Delta ABC$  относительно оси вращения перемещаются точки  $A$  и  $B$ . Точка  $C$  принадлежит оси вращения, она не перемещается. Порядок выполнения поворота  $(\cdot)A$  рассмотрен в п. 1.3.1. Точку  $B_0$  определим другим способом. Горизонталь в плоскости до и после поворота являются параллельными прямыми. Через  $(\cdot)A_0$  проведем горизонталь. В пересечении этой горизонтали с плоскостью вращения  $(\cdot)D$  возникает точка, через которую проходит сторона  $B_0C_0 \Delta A_0B_0C_0$ . Точка  $B_0$  получается в пересечении этой прямой с плоскостью вращения  $(\cdot)B$ . Построенный  $\Delta A_0B_0C_0$  является искомой  $НВ \Delta ABC$ , так как  $R_{gp}$  точки  $A$  в плоскость ее вращения спроецировался в натуральную величину.

## 2. Знакомство с графическим редактором КОМПАС-3D V10

### 2.1. Общие положения

Система КОМПАС-3D V10 предназначена для автоматизации проектно-конструкторских работ. Она успешно используется в машиностроении и приборостроении, архитектуре и строительстве, то есть везде, где необходимо разрабатывать и выпускать чертежную документацию. КОМПАС-3D V10 разработан специально для операционной среды Windows.

Система включает в себя:

- параметрическую чертежно-конструкторскую систему КОМПАС-ГРАФИК с большим количеством приложений;
- систему трехмерного твердотельного проектирования КОМПАС-3D;
- систему проектирования технологических процессов АВТОПРОЕКТ;
- различные библиотеки, т. е. дополнительные программы для выполнения специализированных задач (расчет и вычерчивание зубчатых, резьбовых и других соединений, различных схем и т. д.).

Система КОМПАС-3D V10 позволяет разрабатывать шесть видов документов. В данной семестровой контрольной работе сту-

дент должен научиться работать с документами типа **Лист**, **Деталь** и **Текстовый документ**.

**Деталь** - это электронный документ, позволяющий создавать твердотельные модели. Файл документа Деталь имеет расширение \*.m3d.

**Лист** - это электронный лист чертежа, оформленный в соответствии с ГОСТ 2.104-2006. Чертеж в КОМПАСе — это документ, который может включать в себя произвольное количество видов, технические требования, рамку и основную надпись, а также различные специальные обозначения. Для каждого вида можно задавать собственный масштаб. Файл документа Лист имеет расширение \*.cdw.

**Текстовый документ** - это электронный лист, оформленный в соответствии с ГОСТ 2.104-2006 с основной надписью для текстовых конструкторских документов. Текстово-графический документ может состоять из произвольного количества страниц текста, сопровождающихся иллюстрациями в формате чертежей КОМПАС. Для удобной работы с текстами в состав КОМПАС включен мощный текстовый редактор, все его возможности доступны и при обычном вводе текстовых надписей на поле чертежа, а также при создании технических требований. Файл Конструкторский документ имеет расширение \*.kdw.

При работе основным устройством указания является мышь. Основной функцией мыши является управление указателем мыши – курсором. Левая и правая кнопка служат для разных целей:

- щелчок левой клавишей мыши – ввод информации в память компьютера;
- щелчок правой клавишей – вызов контекстного меню, показывающего возможности управления выполняемой в данный момент операцией.

Для создания нового листа чертежа нужно щелкнуть по кнопке **Создать документ**, откроется окно **Новый документ**, в котором следует щелкнуть по кнопке **Чертеж**. На экране появится лист формата А4, расположенный вертикально. Оформление чертежа соответствует шаблону **Чертеж конструкторский. Первый лист. ГОСТ 2.104-2006**. Для выбора необходимого для чертежа формата необходимо вызвать команды **Сервис – Параметры - Текущий чертеж - Параметры первого листа – Формат**.

С помощью окна, изображенного на рис. 10, выбирается необходимый формат и его ориентация.

В работе каждый комплексный чертеж сопровождается пояснением, выполненным на отдельном листе. Рекомендуем сразу создать такой лист в рабочем окне. Для этого необходимо вызвать команды **Вставка – Лист**. На экране появится еще один лист формата А4, расположенный вертикально. Изменим стиль его оформления набором команд **Сервис – Параметры - Текущий чертеж - Параметры новых листов – Оформление**. В появившемся окне **Оформление** кликнем кнопку, расположенную рядом с рамкой **Название**. Появится перечень шаблонов оформления чертежей. Следует выбрать шаблон **Текстовый конструкторский документ. Последующие листы. ГОСТ 2.104-2006**.

Основные надписи появляются и размещаются на чертеже автоматически. Для перехода в режим заполнения основной надписи можно выполнить одно из следующих действий:

- двойной щелчок левой кнопкой мыши в любом месте основной

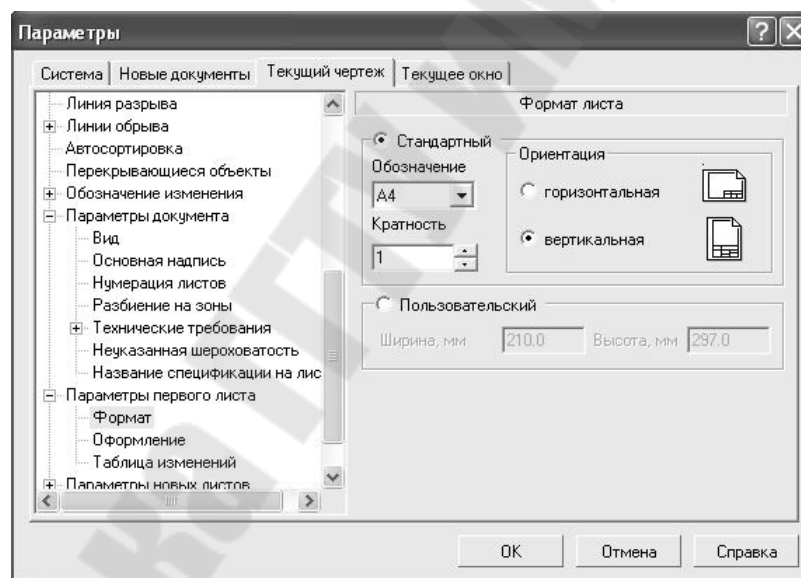


Рис. 10

надписи;

- вызвать команду **Вставка – Основная надпись**.

В режиме заполнения основной надписи ее вид изменится – границы ячеек выделяются штриховыми линиями. Пример заполнения основной надписи показан на рис. 11.

**Шифр чертежа** включает в себя следующие разделы:

**НГ** – название дисциплины;

**01** – порядковый номер задания;

**29** – индивидуальный номер варианта выполняемой работы;

01 – порядковый номер чертежа.

После окончания заполнения основной надписи на первом листе и сохранения ее в памяти компьютера, шифр чертежа автоматически появится во всех листах этого чертежа.

				НГ 01.29.01		
Лист	Масштаб	Масштаб				
1			Задача №1			
			Лист	Масштаб	Масштаб	11
			П. П. Сидорова			20.11.11

Рис. 11

Заполнив все графы, нажмите кнопку **Создать объект** для сохранения в памяти компьютера сделанных записей и выхода из режима заполнения основной надписи. В рабочем окне будут отображены (рис. 12) два поля чертежа. В каждом из них можно работать над созданием чертежа или пояснений без каких-либо переключений.

Рис. 12

Титульный лист работы заполняется в соответствии с образцом, приведенным в Приложении 2. При оформлении титульного листа следует использовать шаблон **Без основной надписи**. Для

создания бланка Технического задания используется шаблон **Текстовый конструкторский документ. Первый лист. ГОСТ 2.104-2006.**


Для создания текстов на чертеже используется шрифт **GOST type A.**


Сохранить вычерченные чертежи можно:


- при помощи меню **Файл→Сохранить как;**
- при помощи кнопки  панели инструментов.


В открывшемся окне создайте новую папку. Папка – это каталог для хранения однотипных файлов (документов), имеющий определенное имя, где будут храниться все вычерченные в процессе выполнения работы Ваши чертежи. Папке присвойте имя и сохраните в ней свой чертеж.


Для изменения размера изображения или его перемещения на экране используют несколько кнопок панели управления:

 **Увеличить масштаб рамкой** - кнопка для увеличения части экрана до размеров экрана рамкой, заданной двумя точками по диагонали. После вызова команды внешний вид курсора изменится: он превратится в перекрестье. Укажите первый угол, затем перемещайте курсор для достижения нужного размера рамки. На экране будет отображаться фантом рамки. Укажите второй угол рамки. Масштаб изображения увеличится так, чтобы область, ограниченная рамкой, полностью умещалась в окне документа.

 **Увеличить масштаб** - кнопка позволяет увеличить масштаб изображения в активном окне в определенное количество раз, установленное по умолчанию в настройках системы.


 **Уменьшить масштаб** - кнопка для уменьшения масштаба изображения на экране.


 **Сдвинуть** - кнопка для перемещения электронного чертежа по экрану при перемещении курсора по экрану. После вызова команды курсор меняет свою форму на четырехстороннюю стрелку.

 **Приблизить/отдалить** - кнопка для увеличения или уменьшения изображения на экране, позволяющая плавно менять масштаб, приближая или отдаляя изображение. Для этого нажмите левую кнопку мыши и, не отпуская ее, перемещайте курсор в вертикальном направлении. При движении курсора вверх изображение будет плавно увеличиваться, в обратном направлении - уменьшаться.



Центром панорамирования является точка, в которой была нажата левая кнопка мыши. Если Вы пользуетесь мышью с колесом, то для панорамирования изображения вращайте колесо мыши.

 **Обновить изображение** - кнопка для перерисовки чертежа и удаления "мусора" с поля чертежа.

 **Показать все** - кнопка для вывода на экран всего чертежа или всех изображений фрагмента.

На **Компактной панели** (рис. 13) располагаются кнопки переключения для вызова **Инструментальных панелей**, содержащих кнопки вызова различных команд.

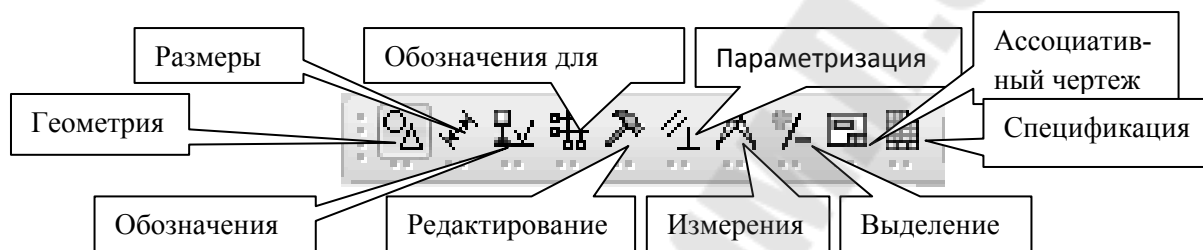


Рис. 13

Расположение и состав необходимых кнопок панелей выбирается пользователем самостоятельно в зависимости от вида выполняемых работ.

Назначение кнопок, в основном, понятно из пиктограмм.

При подведении курсора к кнопке появляется справочная строка. Кнопки, снабженные в правом нижнем углу черным треугольником, содержат выпадающее меню, содержащее варианты применения команды.

На инструментальной панели **Геометрия** (рис. 14) расположены кнопки вызова команд для построения геометрических объектов. Для включения отображения ее на экране служит команда **Вид - Панели инструментов – Геометрия**.

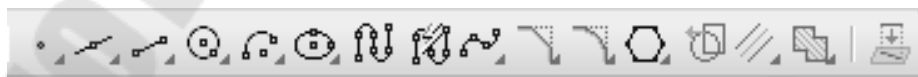


Рис. 14

Инструментальная панель, на которой расположены кнопки вызова команд для простановки размеров, называется **Размеры** (рис. 15). Для включения отображения ее на экране служит команда **Вид - Панели инструментов – Размеры**.



Рис. 15

**Редактирование** – инструментальная панель, на которой расположены кнопки вызова команд редактирования (изменения, исправления) геометрических объектов (рис. 16).



Рис. 16

На инструментальной панели **Обозначения** (рис. 17) расположены кнопки вызова команд простановки различных обозначений (разрезов, сечений, видов, выносок, шероховатостей и т. д.).



Рис. 17

На панели **Ассоциативные виды** расположены кнопки вызова команд для создания видов (рис. 18).

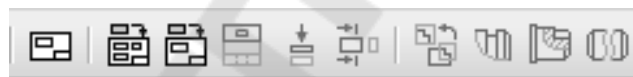


Рис. 18

## 2.2. Приемы построения геометрических объектов

К основным геометрическим объектам относятся точки, прямые, отрезки, окружности, дуги, многоугольники, штриховки.

Кнопки для вызова команд вычерчивания перечисленных геометрических объектов расположены на панели **Геометрия** (рис. 19).

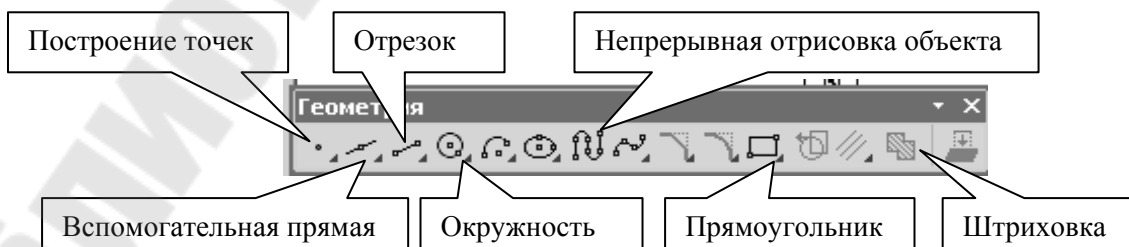


Рис. 19

## 2.2.1. Вычерчивание вспомогательных прямых

Расширенная панель **Вспомогательные прямые** на инструментальной панели **Геометрия** позволяет построить различным образом расположенные вспомогательные прямые, используемые для предварительных построений (рис. 20).



Рис. 20

Черный треугольник в углу кнопки показывает, что за кнопкой имеется расширенная панель. Возможны следующие варианты построений:

- вспомогательная прямая в указанной точке по углу ее наклона;
- горизонтальная вспомогательная прямая в указанной точке;
- вертикальная вспомогательная прямая в указанной точке;
- вспомогательные прямые, параллельные указанной линии;
- вспомогательная прямая, перпендикулярная к указанной линии;
- различные вспомогательные касательные линии;
- биссектриса угла.

Для переключения между кнопками расширенной панели следует, не отпуская, задержать курсор на одной из кнопок.

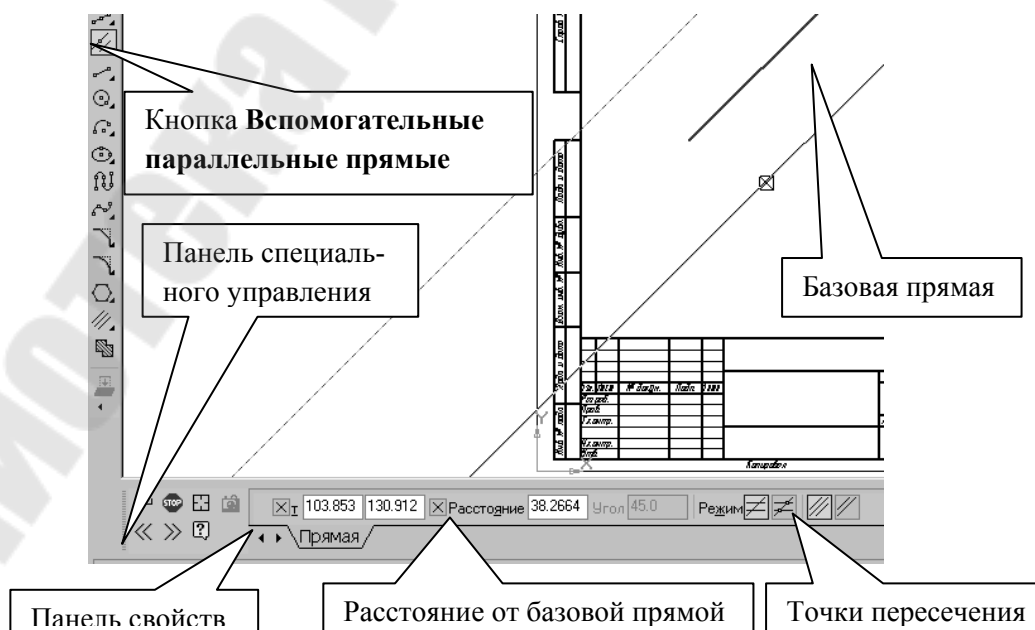






Рис. 21

Для построения **параллельных вспомогательных прямых** используется кнопка . Необходимо курсором-ловушкой, появившемся на экране после включения кнопки **Параллельная прямая**, указать базовый объект, параллельно которому будут строиться вспомогательные прямые. Чтобы задать расстояние от базового объекта до параллельной прямой, введите нужное значение в поле **Расстояние** на **Панели свойств** (рис. 21) или укажите точку, через которую должна пройти прямая. Если требуется показать **точки пересечения** вспомогательной прямой со всеми графическими объектами, используется переключатель **Режим**  **Точки пересечения**, расположенный на **Панели свойств**.

По умолчанию система предлагает фантомы двух прямых, расположенных на заданном расстоянии по обе стороны от базового объекта. Если вторую прямую строить не требуется, после подтверждения построения первой нажмите клавишу <Esc> или прервите выполнение команды. Можно указать количество прямых переключателем  **Количество прямых** на **Панели свойств**.

Вы можете зафиксировать одну из них или обе, щелкая мышью на нужном фантоме, либо нажимая кнопку  **Создать объект** на **Панели специального управления**.

**Панель специального управления** (рис. 22) – появляется только после вызова какой-либо команды и позволяет редактировать процесс выполнения этой команды:

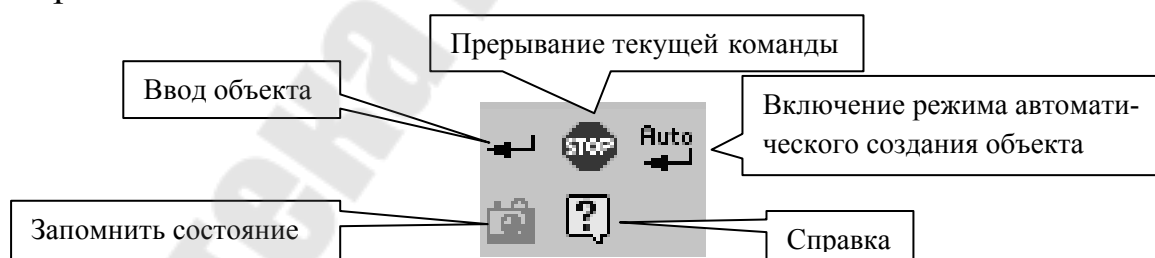




Рис. 22

Если была допущена ошибка в построениях, то кнопки  **Отменить/Повторить** позволяет отменить (вернуть) предыдущее действие пользователя, если это возможно.

Для выхода из команды нажмите кнопку  **Прервать команду** на **Панели специального управления** или клавишу <Esc>.

## 2.2.2. Вычерчивание отрезка

Чтобы построить отрезок, следует нажать на кнопку **Отрезок** панели **Геометрия** (рис. 19). На **Панели свойств** внизу экрана можно задать длину отрезка, угол его наклона и стиль.

Геометрические объекты можно вычерчивать различными по стилю линиями – тонкими, сплошными основными, штриховыми и т. д. Стиль выбирается из списка, расположенного на **Панели свойств** внизу экрана (рис. 23).



Рис. 23

В процессе работы над чертежами часто возникает необходимость точно установить курсор в различные характерные точки элементов. Для вызова диалога служит кнопка **Установка глобальных привязок** (рис. 24 и 25), возможно также отключение или включение действия всех глобальных привязок кнопкой **Запретить/разрешить действие глобальных привязок** на Панели текущего состояния.

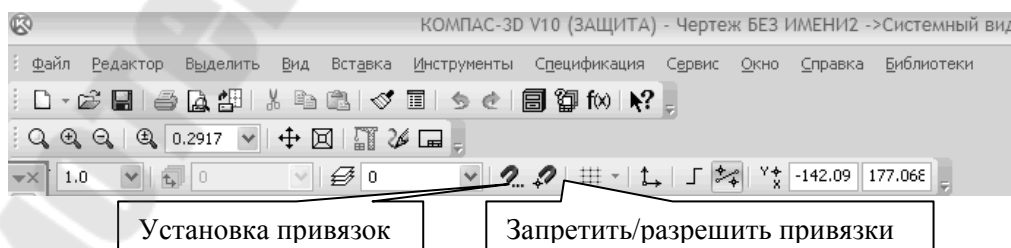


Рис. 24

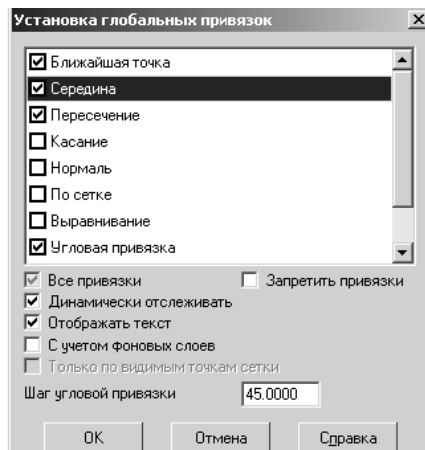


Рис. 25

### 2.2.3. Выделение, перемещение, изменение и удаление геометрических объектов

Для того чтобы выделить объект на чертеже следует:

- отключить кнопку **<STOP>** на **Панели специального управления**;

- щелкнуть по объекту – он выделится зеленым цветом.

Для выделения группы объектов, их следует выделять с нажатой клавишей **<Shift>**. Удобно выделять объекты рамкой, перетаскивая курсор мышью по диагонали появившегося фантома прямоугольной формы. Если захват проводится из верхнего левого угла в правый нижний, выделяются только те объекты, которые целиком попали в габариты рамки. Если совершается обратное движение, то будут выделены все объекты, задетые рамкой.

Для того чтобы переместить объект, следует:

- выделить объект;
- зацепить его курсором и, не отпуская, переместить в нужное место.

Для того чтобы изменить объект, следует:

- два раза щелкнуть по объекту;
- изменить параметры (длину, угол, стиль);
- щелкнуть по кнопке **Создать объект**.

Для того чтобы удалить объект, следует:

- выделить объект;
- нажать на клавишу **Delete** на клавиатуре.

Для удаления различных объектов служит пункт меню **Редактор - Удалить- ...** и кнопки **Усечь кривую** и **Усечь кривую между**

двумя точками (рис. 26) на инструментальная панель **Редактирование** (рис. 16).

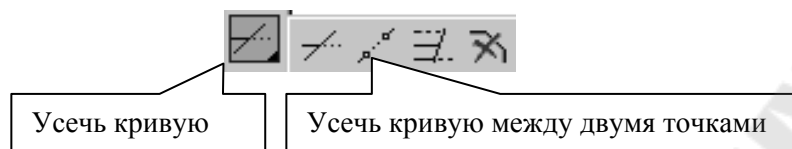


Рис. 26

## 2.2.4. Линейные размеры

Для нанесения линейных размеров на инструментальной панели **Размеры** используются кнопки **Линейный размер** и **Авторазмер** (рис. 27)

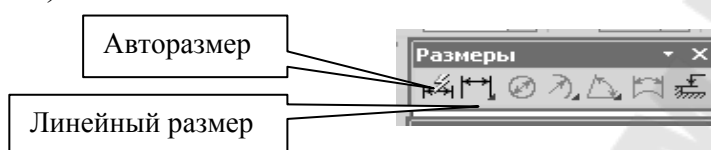


Рис. 27

При использовании кнопки **Линейный размер** система автоматически проставит размер, равный расстоянию, между двумя указанными курсором точками привязки размера - точками выхода выносных линий. Третья указанная точка определяет положение размерной линии. Элементы управления создаваемым размером располагаются в панели свойств внизу экрана (рис. 28).

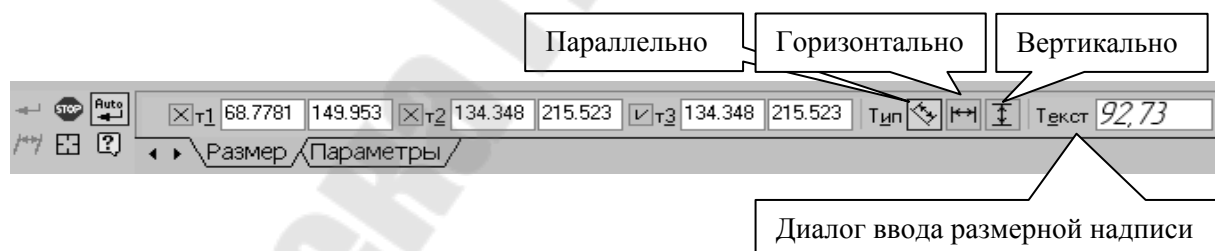



Рис. 28


Линейные размеры могут располагаться параллельно линии, горизонтально или вертикально.

Вкладка **Параметры** служит для управления создаваемым размером (рис. 29) и содержит следующие кнопки:



Рис. 29

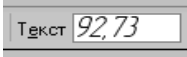
 Переключатели управляют отрисовкой первой и второй выносными линиями размера.

 Переключатели содержат список, позволяющий выбрать вид первой и второй стрелок размера.



Список, позволяющий указать нужный способ размещения размерной надписи.



Диалог ввода размерной надписи  позволяет задать нужное значение размера вручную и настроить его оформление. Щелчок мыши по этой кнопке открывает окно, изображенное на рис. 30. Это же окно откроется, если дважды щелкнуть по проставленному размеру на чертеже.

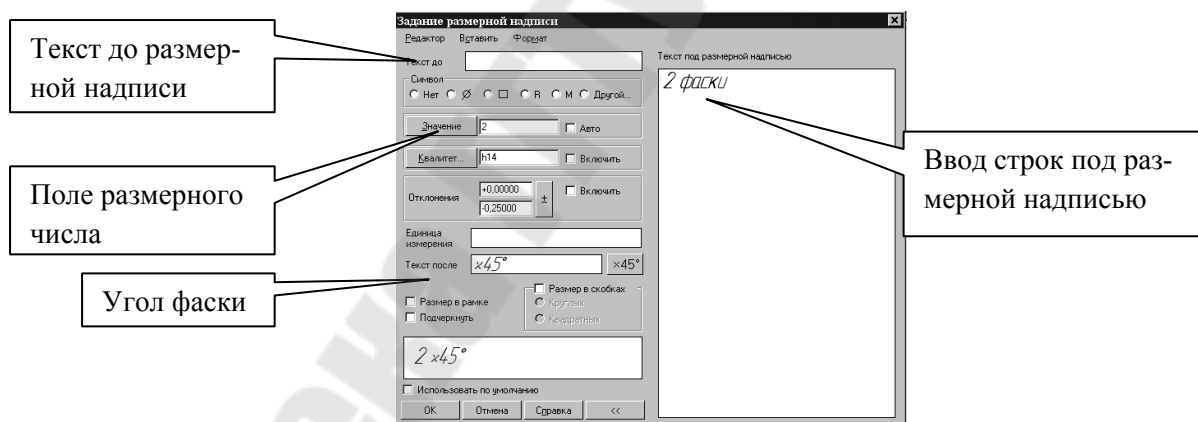





Рис. 30


Кнопка **Авторазмер**  позволяет построить размер, тип которого автоматически определяется системой в зависимости от того, какие объекты указаны для простановки размера.

Для указания углового размера необходимо после нажатия кнопки  на инструментальной панели **Размеры** (рис. 27) указать прямые, между которыми должен быть измерен угол.



Для выхода из команды простановки размера нажмите кнопку  **Прервать команду** на Панели специального управления или клавишу <Esc>.

### 2.2.5. Построение окружности

Для построения окружностей используется кнопка  **Построение окружности по центру и точке** инструментальной панели Геометрия (рис. 19).

Для построения окружности укажите на чертеже центр окружности или введите его координаты с клавиатуры. Затем введите в строке **Свойств** (рис. 31) величину радиуса или диаметра окружности.

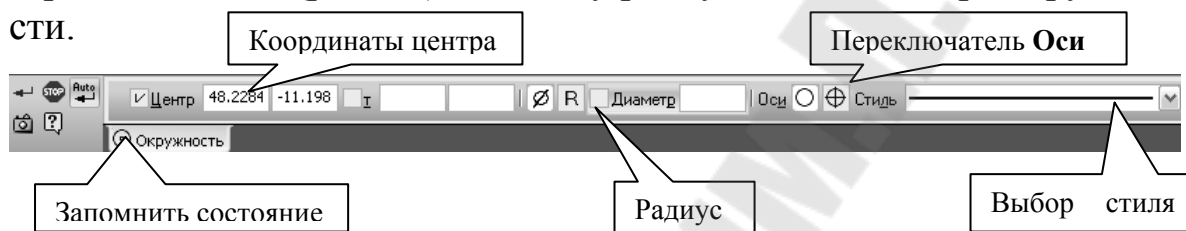




Рис. 31


Группа переключателей **Оси** на Панели свойств позволяет вычерчивать окружности с осями симметрии или без осей.

Кнопка **Запомнить состояние**  позволяет запомнить параметры, которые были заданы при вводе объекта, для того, чтобы использовать их при создании следующих объектов.

Для того чтобы вычертить **несколько окружностей с одинаковым радиусом**, нужно ввести значение радиуса, и до фиксации этой окружности на чертеже нажать кнопку **Запомнить состояние**, заданный радиус будет автоматически предлагаться в строке параметров объектов при вводе следующей окружности.

Чтобы построить несколько концентрических окружностей из одного центра, укажите точку центра и нажмите кнопку **Запомнить состояние**. Затем последовательно создавайте окружности, указывая лежащие на них точки или вводя значение радиусов с клавиатуры. За один вызов команды можно построить произвольное число окружностей.

Для выхода из команды нажмите кнопку  **Прервать команду** на Панели специального управления или клавишу <Esc>.

Для проставления размеров окружностей используется кнопка  **Диаметральный размер**, расположенная на Инструментальной панели **Размеры** (рис. 27).

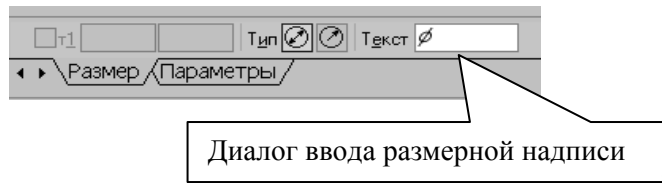





Рис. 32

Переключатель **Тип**  позволяет указать тип размерной линии диаметрального размера: полная или с обрывом. Для выбора нужного варианта нажмите нужную кнопку в группе **Тип** на вкладке **Размер** Панели свойств (рис. 32).

Кнопка **Текст**  служит для ввода размерной надписи, ее окно аналогично окну линейного размера (рис. 30).

Вкладка **Параметры** служит для управления создаваемым размером и содержит кнопки, изображенные на рис. 29.

Для нанесения размеров дуг используется кнопка  **Радиальный размер**, расположенная на Инструментальной панели **Размеры** (рис. 27). На панели управления (рис. 33) можно выбрать **Тип** размерной линии радиального размера: от центра или к дуге извне, ввести текст размерной надписи.

Вкладка **Параметры** служит для управления создаваемым размером и содержит кнопки, изображенные на рис. 29.

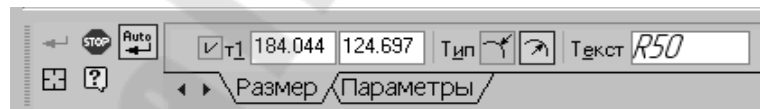


Рис. 33

### 2.2.6. Деление линии на равные части

Кнопка **Точки по кривой** (рис. 34), расположенная на расширенной панели **Точка**, позволяет построить нескольких точек, равномерно расположенных на какой-либо кривой.

Если кривая не замкнута, точки будут построены сразу после ее указания. Первая точка будет совпадать с начальной точкой кривой, последняя - с конечной.

Если кривая замкнута, то после ее указания требуется задать положение первой точки.

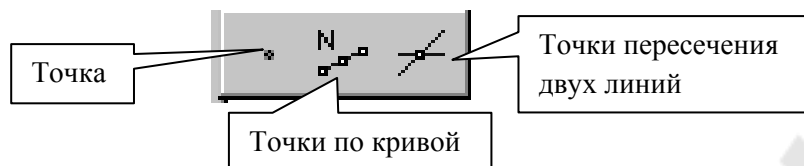


Рис. 34

Количество участков разбиения указываются в поле **Количество участков** (рис. 35) на **Панели свойств**. Затем указывается курсором кривая для простановки точек.

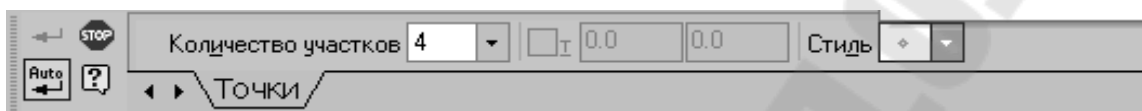


Рис. 35

### 2.2.7. Построение прямоугольника

Для построения прямоугольников используются кнопки **Прямоугольник** и **Прямоугольник по центру и вершине**, расположенные на расширенной панели (рис. 36).

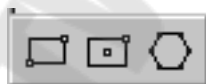



Рис. 36

Кнопка  дает возможность построить прямоугольник по противоположным вершинам прямоугольника или по заданию вершины, высоты и ширины прямоугольника.

Если известны вершина, высота и ширина прямоугольника, задайте их любым способом и в любом порядке. Например, Вы можете указать курсором положение вершины, ввести высоту в поле **Панели свойств** (рис. 37) и задать курсором ширину прямоугольника. При этом координаты вершины, противоположащей указанной, будут определены автоматически.

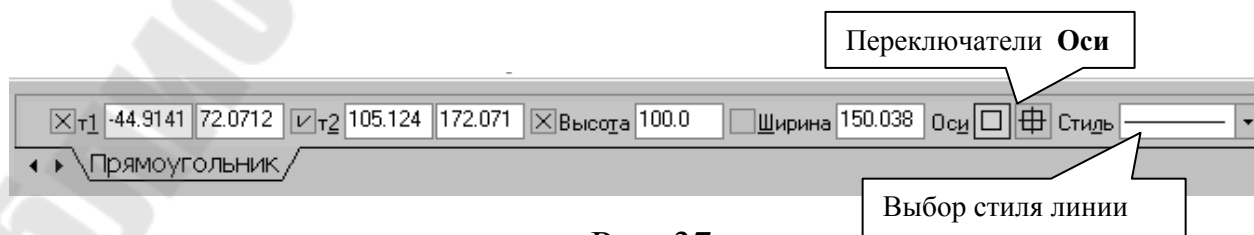



Рис. 37

Группа переключателей **Оси** на Панели свойств управляет отрисовкой осей симметрии прямоугольника.

Для выхода из команды нажмите кнопку **Прервать команду** на Панели специального управления или клавишу <Esc>.

Прямоугольник, построенный в графическом документе, - это единый объект, а не набор отдельных отрезков. Он будет выделяться, редактироваться и удаляться целиком.

Кнопка **Прямоугольник по центру и вершине**  позволяет построить прямоугольник с заданными центром и вершиной. Курсором или вводом координат с клавиатуры указывается центр прямоугольника. Затем можно указать одну из вершин прямоугольника или ввести значения высоты и ширины прямоугольника в одноименные окна на панели свойств (рис. 38).

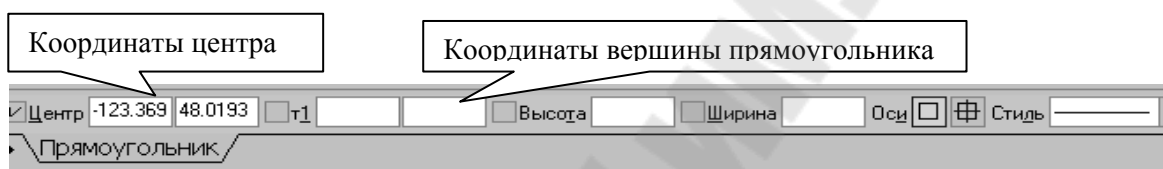



Рис. 38

Кнопка  **Многоугольник** позволяет построить правильный многоугольник. Количество вершин можно задать с клавиатуры или выбрать из списка на **Панели свойств** (рис. 39).

Переключатели **Способ построения** позволяют строить многоугольник по вписанной или по описанной окружности.

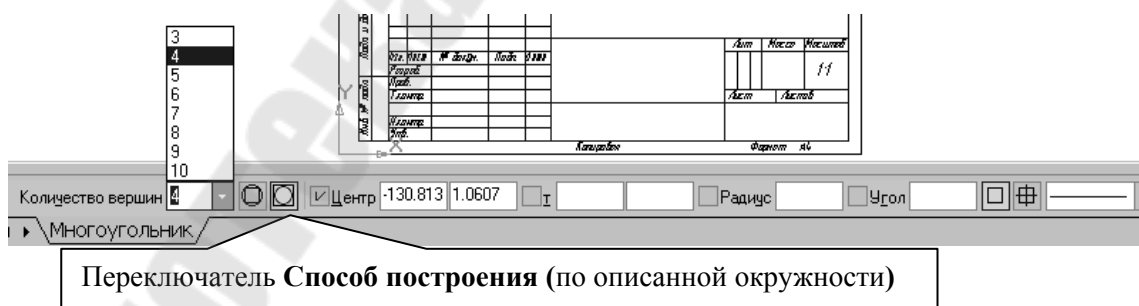



Рис. 39

Многоугольник – это единый объект, а не набор отдельных отрезков. Он будет выделяться, редактироваться и удаляться целиком.


## 2.2.8. Штриховка

Если необходимо заштриховать одну или несколько областей в текущем виде чертежа, то для вызова команды используется кнопка  **Штриховка** на инструментальной панели **Геометрия** (рис. 19).

Штриховка строится автоматически, если выполнены следующие условия:

1. Контур (граница) штриховки вычерчен основной линией или линией для обрыва;
2. Контур замкнут.

Укажите точку внутри области, которую нужно заштриховать. Система автоматически определит ближайшие возможные границы, внутри которых указана точка.

Кнопки **Панели специального управления** (рис. 40) предоставляют дополнительные возможности создания границ штриховки. Кнопка  **Ручное формирование границ** позволяет перейти к созданию временной ломаной линии.


Для настройки параметров штриховки служат элементы **Панели свойств** (рис. 40).

Из списка **Стиль** можно выбрать стиль штриховки (металл, камень, дерево и т. д.).

В полях **Шаг** и **Угол** можно ввести или выбрать из списка шаг и угол наклона штриховки.




Рис. 40

Чтобы зафиксировать полученную штриховку и перейти к построению следующей, нажмите кнопку  **Создать объект** на **Панели специального управления**.

### 2.3. Вывод чертежа на печать

После того как чертеж создан, и нужно получить его бумажную копию, следует перейти в режим предварительного просмотра для печати. Это особый режим, в котором можно видеть реалистичное изображение документа, разместить документ на поле вывода, выбрать область печати, изменить масштаб вывода.

В режиме предварительного просмотра документы недоступны для редактирования.

Для входа в режим используется команда **Файл - Предварительный просмотр** или одноименная кнопка  на панели **Стандартная** в верхней части экрана (рис. 41).

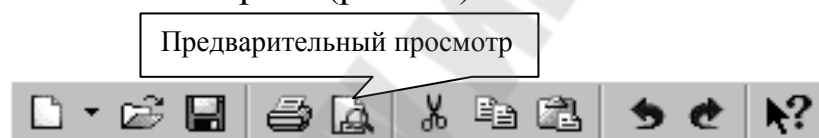


Рис. 41

Текущий документ будет загружен в режим предварительного просмотра, который позволяет вывести на печать содержимое окна просмотра. После вызова команды на экране появится диалог, в котором можно задать параметры печати.

Режим предварительного просмотра имеет собственные **Главное меню**, **Панель управления** (рис. 42) и **Панель свойств** (рис. 43).



Рис. 42

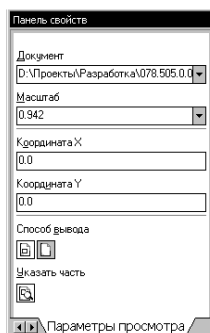


Рис. 43

В режиме предварительного просмотра на экране показывается условное поле вывода (один или несколько листов бумаги). На нем реалистично отображается документ (или несколько документов). По умолчанию поле вывода отображается на экране в таком масштабе, чтобы оно было видно полностью.

Если большой документ выводится на малогабаритное печатающее устройство (например, на принтер), выполняется автоматическая разбивка на листы соответствующего формата. При этом поле вывода в режиме просмотра разделяется пунктирными линиями на части, соответствующие установленному в данный момент формату бумаги и ее ориентации.

Чтобы более рационально использовать бумагу, можно повернуть чертеж с помощью кнопок   **Повернуть по часовой стрелке** и **Повернуть против часовой стрелки**.

Если требуется уместить большой чертеж на меньшем формате, например, чертеж формата *A3* на листе формата *A4*, то для такого размещения документов используется команда **Сервис - Подогнать масштаб....** (рис. 44).

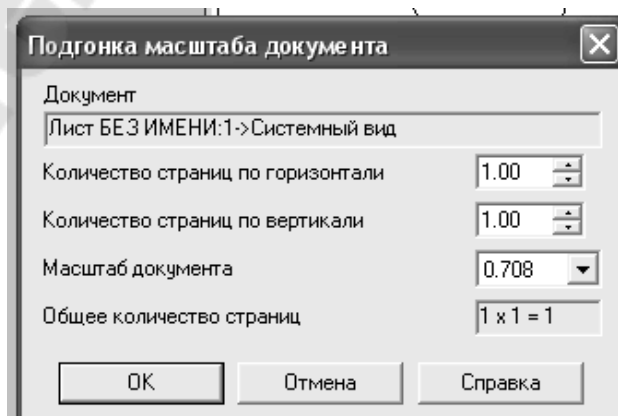





Рис. 44

Можно напечатать не весь текущий документ целиком, а только его часть - область, ограниченную прямоугольником произвольных размеров.


Для этого используется переключатель  **Указать часть** на **Панели свойств**.


На экране появится диалог, в котором показан текущий документ и рамка, ограничивающая печатаемую часть. По умолчанию размеры рамки соответствуют габаритам изображения.

Чтобы изменить размеры рамки, вводятся нужные значения в поля группы **Отступ** в левой части диалога. Можно также переместить стороны или углы рамки мышью. После этого на поле вывода будет отображаться не весь документ, а только указанная часть.

Можно управлять способом печати текущего документа с помощью переключателей группы **Способ вывода** (рис. 43) на **Панели свойств**. Активизация переключателя  **Вывести часть текущего документа** отображает на поле вывода область документа, ограниченную рамкой, активизация переключателя  **Вывести текущий документ полностью** - весь документ целиком.

Часть документа можно переместить, повернуть на поле вывода или перемасштабировать так же, как и целый документ.

После того, как документ размещен наилучшим образом, необходимо вызвать команду **Файл - Печать** для начала вывода документа на бумагу или нажать кнопку  **Печать** на **Панели управления** (рис. 42).

Чтобы закончить работу в режиме предварительного просмотра, используется кнопка  **Закончить просмотр** на **Панели управления** или соответствующая команда из меню **Файл**.

Система вернется в обычный режим редактирования документов.





## 2.4. Общие принципы твердотельного моделирования

Для того чтобы создать объемную модель, на выбранной плоскости проекций вычерчивают плоскую фигуру, называемую эскизом, а затем ее перемещают в пространстве, след от перемещения эскиза определяет форму элемента (например, поворот дуги окружности вокруг оси образует сферу или тор, смещение многоугольника – призму, и т. д.).



Формообразующее перемещение эскиза называют операцией.

Для построения твердотельных моделей используются следующие типы операций:

1.  - **Выдавливание** эскиза в направлении, перпендикулярном плоскости эскиза;
2.  - **Вращение** эскиза вокруг оси, лежащей в плоскости эскиза;
3.  - **Кинематическая операция** – перемещение эскиза вдоль указанной направляющей;
4.  - Построение тела по **нескольким сечениям-эскизам**.

Деталь любой формы можно представить как совокупность отдельных геометрических тел. Научившись строить отдельные геометрические тела, можно с помощью булевых операций (объединения, вычитания и пересечения) над объемными элементами (сферами, призмами, цилиндрами, конусами, пирамидами) построить любую деталь.

Для создания моделей используется модуль твердотельного моделирования **КОМПАС – 3D**, для входа в который служит кнопка **Деталь** окна **Новый документ** (рис. 45).

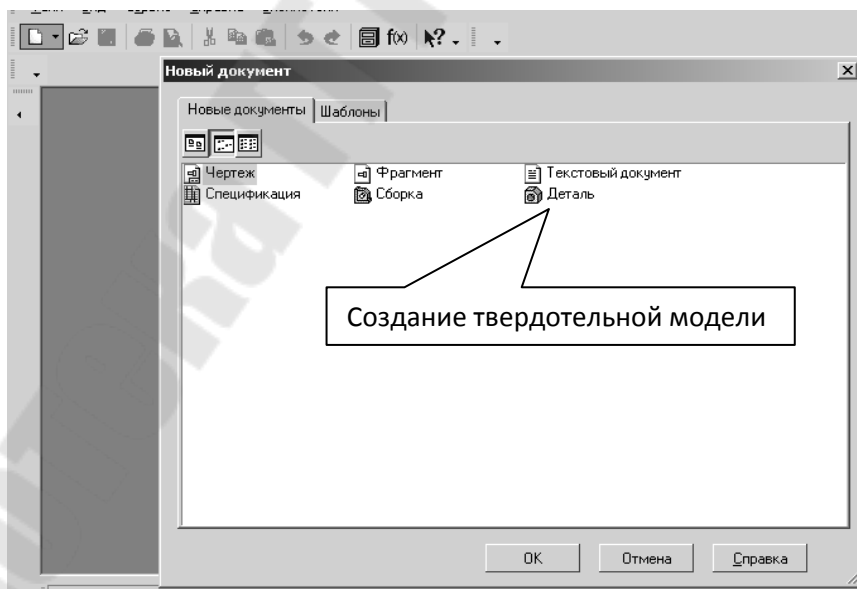


Рис. 45

Главное окно системы твердотельного моделирования представлено на рис. 46, на нем расположены **Главное меню**, **Компактная панель**, **Дерево построений**, **Инструментальные панели** и другие элементы управления.

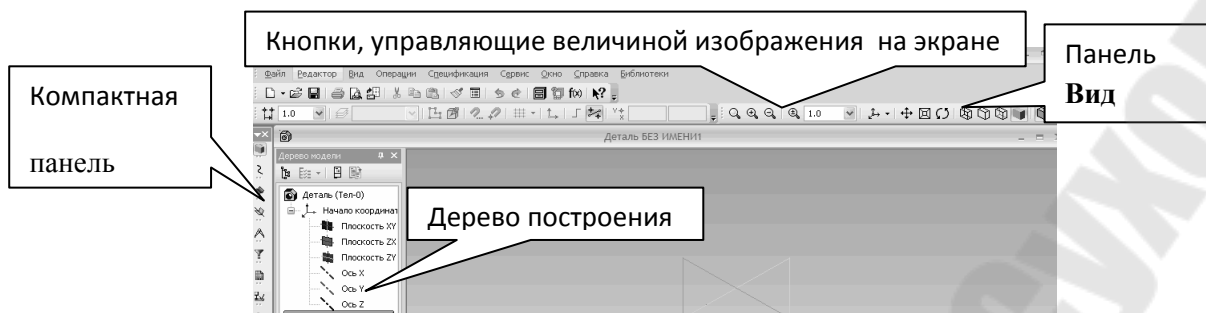


Рис. 46

**Компактная панель** (рис. 47) содержит кнопки переключения для вызова **Инструментальных панелей**

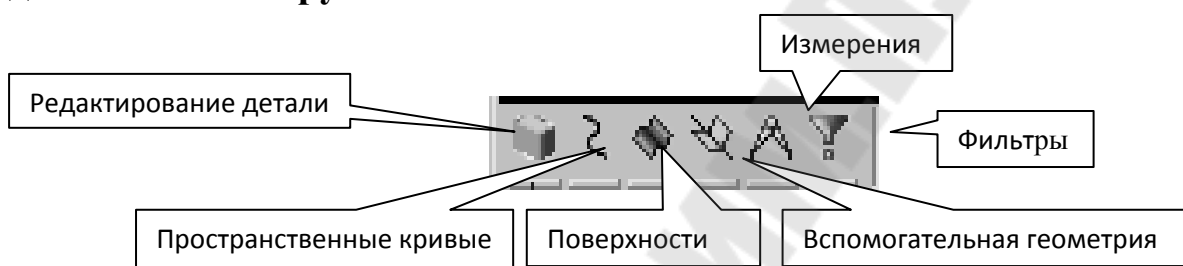


Рис. 47

При работе с любой деталью на экране, кроме окна, в котором отображается модель, показывается окно (рис. 48), содержащее **Дерево построения** детали.

**Дерево построения** показывает последовательность создания модели. В нем в порядке создания отображаются все использованные объекты (обозначение начала координат, плоскости, оси, эскизы, операции).

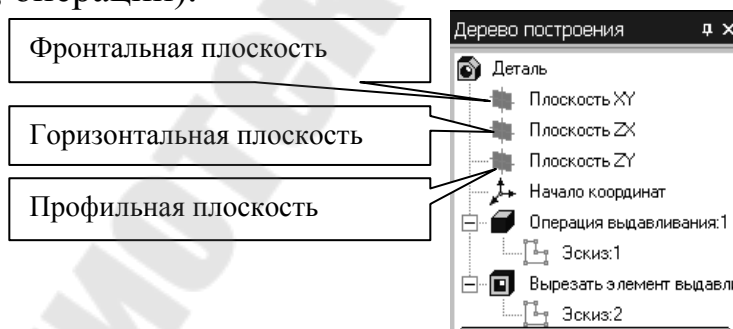


Рис. 48






Для редактирования (исправления) построенных эскизов, выполненных операций служат контекстные меню, вызываемые щелч-

ком правой кнопки мыши на редактируемом элементе **Дерева построения**.



Рис. 49

На панели **Вид** (рис. 49) расположены кнопки, управляющие типами отображения модели:

-  - Каркас;
-  - Без невидимых линий;
-  - С тонкими невидимыми линиями;
-  - Полутонное;
-  - Полутонное с каркасом.

Положение модели относительно наблюдателя называется **Ориентацией модели**. На панели **Вид** (рис. 49) расположена кнопка **Ориентация**, позволяющая расположить модель в стандартной проекции (рис. 50).

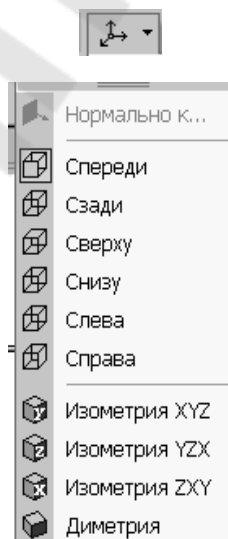


Рис. 50


### 2.4.1. Построение тела выдавливанием.

В качестве примера рассмотрим приемы построения прямой шестигранной призмы, основание которой лежит на горизонтальной

плоскости. Для того чтобы начать построение любой модели следует:

а) выбрать в **Дереве построения** плоскость, на которой будет располагаться основание модели, изображаемое эскизом.

Эскиз удобно строить, когда его плоскость совпадает с плоскостью экрана (если плоскость эскиза перпендикулярна плоскости экрана, построение совершенно невозможно). Выберем **Горизонтальную плоскость ZX** и установим ориентацию детали **Сверху** для того, чтобы эскиз был виден в натуральную величину и не был искажен;


б) перейти в режим вычерчивания эскиза с помощью кнопки  **Эскиз**;

В этом режиме доступны все команды построения графических объектов. Эскиз вычерчивается с учетом следующих требований:


- контуры в эскизе изображаются стилем линии **Основная**;
- в эскизе может быть один или несколько контуров;
- если контур один, то он может быть разомкнутым или замкнутым;
- если контуров несколько, все они должны быть замкнуты;
- если контуров несколько, один из них должен быть наружным, а другие – вложенными в него;
- допускается один уровень вложенности;
- контуры в эскизе не пересекаются и не имеют общих точек.

в) для точности построения эскиза следует также включить **Привязки (Пересечение, Выравнивание, Точка на кривой)**;

г) вычертим основной линией правильный шестиугольник, используя способ построения по описанной окружности радиусом  $R40$ , с углом первой вершины  $270^{\circ}$  (см. п. 2.2.7);

д) для возвращения в режим работы с деталью после создания эскиза отожмем кнопку **Эскиз**  на панели текущего состояния. Построенный эскиз автоматически отображается в **Дереве построения**;

е) для создания твердотельной модели призмы используем операцию **Выдавливания**. Тело выдавливания образуется путем перемещения эскиза в направлении, перпендикулярном его плоскости.

Для вызова команды нажмите кнопку  **Операция Выдавливания** на инструментальной панели редактирования детали или выберите ее название из меню **Операции**.

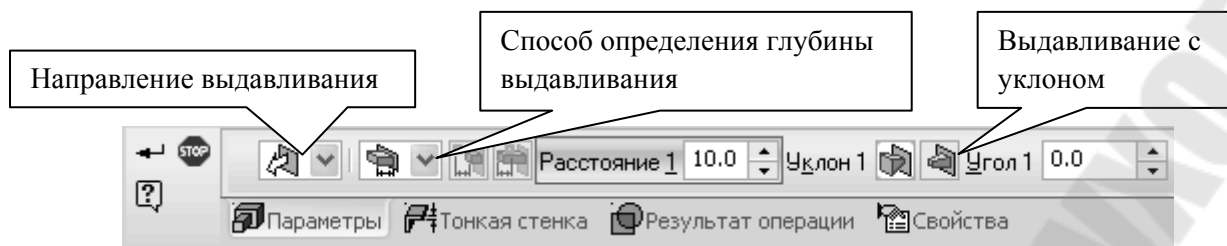


Рис. 51

В нижней строке экрана появится **Панель свойств** операции выдавливания (рис. 51), где можно задать параметры операции.

С помощью списка **Направление** на вкладке **Параметры Панели свойств** задайте **Прямое направление**, в котором требуется выдавливать эскиз (рис. 52).

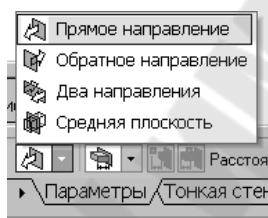


Рис. 52

Способ определения расстояния, на которое будет выдавлен эскиз, выбирается из списка **Способ** (рис. 53). Выберем способ – **На расстояние**.

Введем в поле **Расстояние** на вкладке **Параметры** величину, характеризующую глубину выдавливания, равную 50 мм.

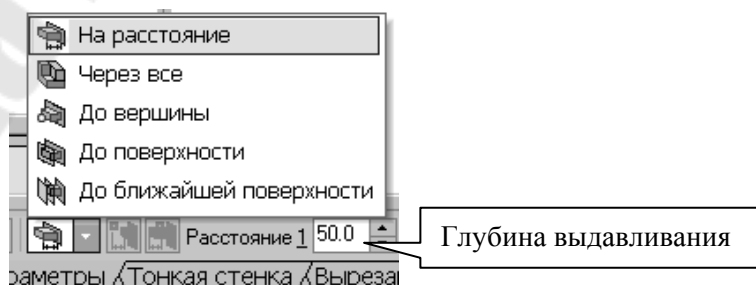




Рис. 53

Выдавливать можно с уклоном (рис. 52), задавая угол. Тогда вместо призмы получится усеченная пирамида.

Чтобы подтвердить выполнение операции, нажмите кнопку  **Создать объект** на **Панели специального управления**. Прервать

выполнение операций можно, нажав кнопку  **Прервать команду** на **Панели специального управления** или клавишу <Esc>.

На рис. 54 показана построенная призма, для которой выбрана ориентация **Изометрия XYZ** и **полутонный с каркасом** вид отображения.

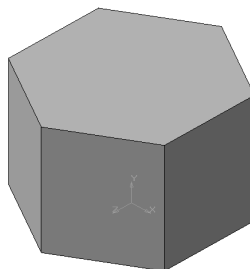


Рис. 54

### 2.4.2. Построение тела вращением

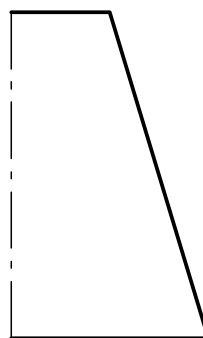
В качестве примера рассмотрим построение не усеченного и усеченного конусов, основание которых расположено на горизонтальной плоскости, а ось – на фронтальной плоскости.

Последовательность построения:

1. Выберем **Фронтальную плоскость**.
2. Построим эскиз, изображенный на рис. 55, с использованием привязок **Пересечение**, **Выравнивание**, **Точка на кривой**.



а) Эскиз конуса




б) Эскиз усеченного конуса

Рис. 55

Для создания элемента вращения к эскизу предъявляются следующие требования:

- Ось вращения должна быть изображена в эскизе отрезком со стилем **Осевая**.
- Ось вращения должна быть одна.

3. Для возвращения в режим работы с деталью после создания эскиза отождем кнопку Эскиз  на панели текущего состояния. Построенный эскиз автоматически отображается в **Дереве построения**.

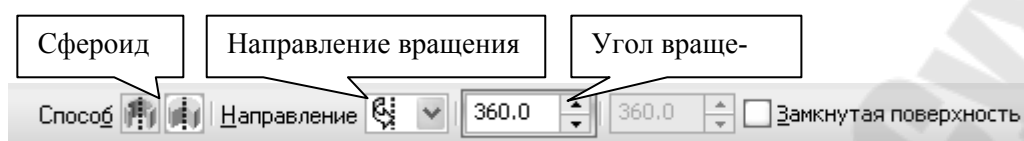


Рис. 56

4. Для создания твердотельной модели конуса используем операцию **Вращения**, тело образуется вращением эскиза вокруг оси. Для вызова команды используйте кнопку **Вращение**.

5. Возможны два способа построения элемента вращения – **Сфероид** (получается сплошной элемент) и **Тороид** (получается тонкостенная оболочка - элемент с отверстием вдоль оси вращения).

На панели свойств команды **Вращение** (рис. 56) выберем **Способ построения – Сфероид**.

6. Выберем **Прямое** направление вращения из списка **Направление** на панели свойств (рис. 57).

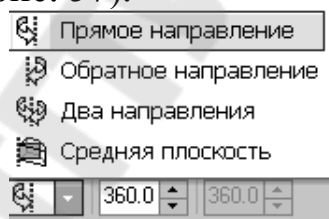



Рис. 57

7. Угол вращения  $360^{\circ}$  задается в окне на панели свойств команды **Вращение** (рис. 56).

8. Чтобы подтвердить выполнение операции, нажмите кнопку  **Создать объект** на **Панели специального управления**.

Твердотельные модели конусов показаны на рис. 58.

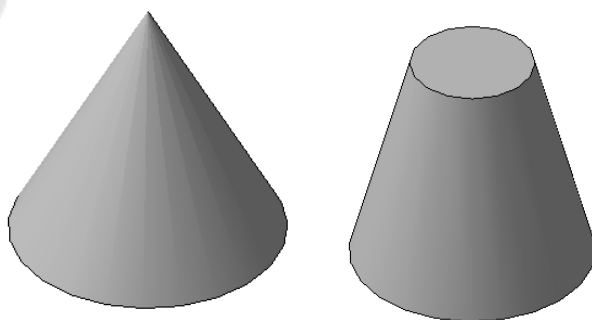


Рис. 58

### 2.4.3. Редактирование (изменение) моделей

Для исправления ошибок в построениях следует щелкнуть правой кнопкой мыши на нужной строке в **Дереве построения**, откроется контекстное меню (рис. 59), из которого выбирается пункт **Редактировать элемент** для изменения параметров операции или пункт **Редактировать эскиз** для исправления эскиза.

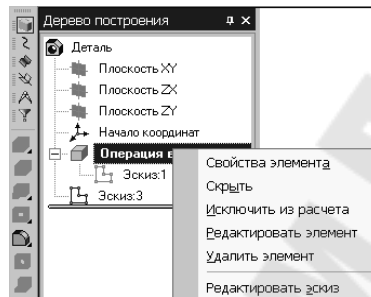


Рис. 59

### 2.4.4. Операция приклеивания

На инструментальной панели **Редактирование детали** расположены кнопки вызова команд редактирования созданного основания модели (рис. 60).

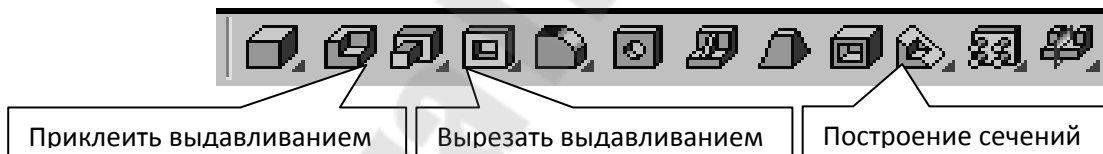


Рис. 60


После создания основания детали можно приклеивать к нему или вычитать из него формообразующие элементы.

Они, как и основание, могут представлять собой элементы четырех типов:







- элементы выдавливания;
- элементы вращения;
- кинематические элементы;
- элементы по сечениям.

Приклеивание или вырезание формообразующего элемента начинается с создания его эскиза.






Перед созданием эскиза необходимо выбрать грань, на которой он будет расположен. Для указания грани подведите к ней курсор в окне модели. Когда курсор примет вид , щелкните левой клавишей мыши.

Курсор при выборе объекта на модели может принимать также следующие виды:

- Вид курсора при указании вершины ;
- Вид курсора при указании ребра ;
- Вид курсора при указании оси ;
- Вид курсора при указании конструктивной плоскости ;
- Вид курсора при указании пространственной кривой или эскиза ;
- Вид курсора при указании условного изображения резьбы .

Приклеим к призме (рис. 54) цилиндр высотой 40 мм, основание которого (окружность радиусом 30 мм) лежит на верхнем основании призмы.

Чтобы активизировать кнопку  **Эскиз** следует обязательно выбрать грань, эскиз приклеиваемого элемента строится также как основание детали.

Команда **Приклеить выдавливанием** вызывается одноименной кнопкой , расположенной в расширенном меню **Редактирование детали** (рис. 60) на **Компактной панели**. На панели **Свойств** (рис. 51) в окне **Расстояние** укажем высоту 40 мм для приклеиваемого цилиндра. Операция приклеивания завершается нажатием на кнопку **Создать объект** . Полученное в результате операции приклеивания выдавливанием геометрическое тело изображено на рис. 61.

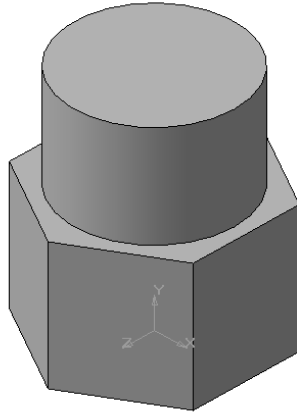



Рис. 61

### 2.4.5. Операция вырезания

Вырежем в созданном геометрическом теле квадратное отверстие на глубину 50 мм. Эскизом отверстия будет квадрат со стороной 30 мм, построенный на верхнем основании цилиндра.

Для вызова команды нажмите кнопку **Вырезать выдавливанием**  на инструментальной панели **Редактирование детали**. На панели **Свойств** (рис. 51) в окне **Расстояние** укажем глубину отверстия 50 мм. Полученное геометрическое тело изображено на рис. 62.

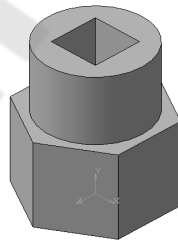


Рис. 62

### 2.4.6. Построение усеченного геометрического тела

Для отсечения части детали используется кнопка **Сечение** на панели **Редактирование** (рис. 60). Возможны два способа построения:

- сечение поверхностью;
- по эскизу.

Рассмотрим второй способ – сечение по эскизу. Выберем **Фронтальную плоскость XY** и установим ориентацию детали **Спереди**. В качестве эскиза выберем отрезок, вычерченный на фрон-

тальной плоскости проекций основной линией и являющийся следом секущей плоскости (рис. 63).

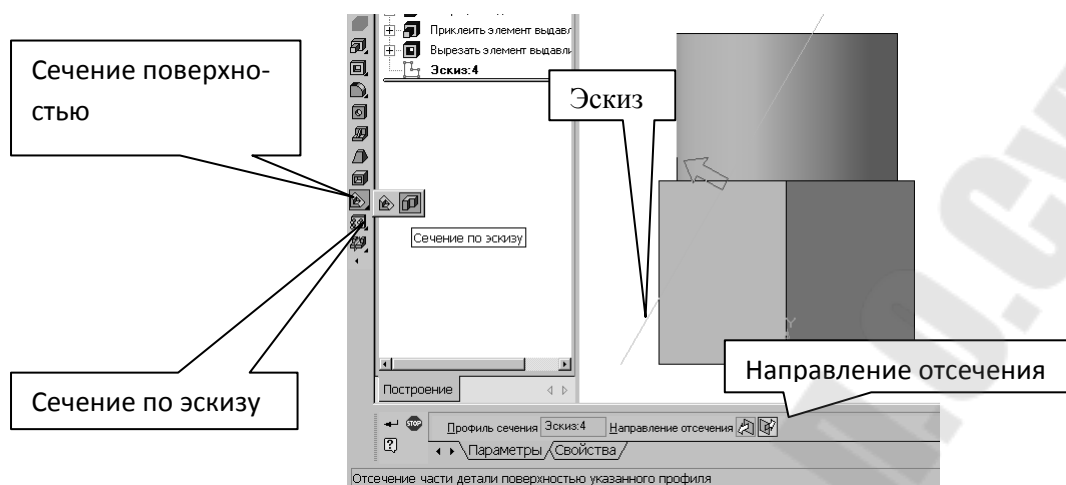


Рис. 63

Часть модели удаляется перемещением указанного эскиза в направлении, которое показывается на фантоме в окне модели в виде стрелки. Для изменения направления отсечения используется переключатель **Направление отсечения** на вкладке **Параметры Панели свойств** (рис. 63). Выберем прямое направление.

После выбора направления отсечения и настройки свойств поверхности нажмите кнопку **Создать объект** на **Панели специального управления**.

Усеченное геометрическое тело изображено на рис. 64.

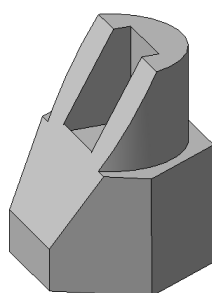


Рис. 64

Сохраните твердотельную модель.


## 2.5. Создание ассоциативного чертежа

Создадим чертеж с тремя основными видами для построенной модели усеченного геометрического тела.

В системе КОМПАС-3D V10 имеется возможность автоматического создания ассоциативных чертежей созданных и сохраненных в памяти трехмерных деталей. Все виды такого чертежа связаны с моделью: изменения в модели приводят к изменению изображения в ассоциативном виде. Для построения таких чертежей используются кнопки **Инструментальной панели Ассоциативные виды** (рис. 65).



Рис. 65

Кнопка **Стандартные виды**  позволяет выбрать существующую (сохраненную на диске) трехмерную деталь (\*.m3d) и создать в текущем документе чертеж этой модели, состоящий из одного или нескольких стандартных ассоциативных видов. После вызова команды на экране появится стандартный диалог выбора файла для открытия. Выберите деталь для создания видов и откройте файл. В окне чертежа появится фантом изображения в виде габаритных прямоугольников видов. Система предлагает по умолчанию три основных вида: спереди, сверху и слева.

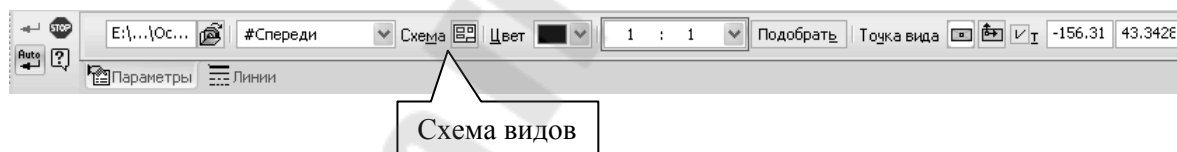


Рис. 66


Чтобы изменить набор стандартных видов выбранной модели, используется переключатель **Схема видов**  на **Панели свойств** (рис. 66). Он позволяет изменить набор стандартных видов выбранной модели с помощью окна. Выберите необходимые виды (рис. 67). Чтобы выбрать или отказаться от какого-либо вида, следует щелкнуть по изображению этого вида в окне.



Рис. 67

Проекционные виды чертежа, созданные с помощью команды **Стандартные виды**, находятся в проекционной связи со своим главным видом. Наличие проекционных связей между видами ограничивает их взаимное перемещение. При необходимости связь можно отключить - это дает возможность произвольного размещения видов в чертеже.

Для того чтобы отключить проекционную связь вида, следует:

- выделить вид, щелкнув левой кнопкой по габаритной рамке вокруг вида. Признаком выделения вида является наличие вокруг него подсвеченной габаритной рамки;
- поместить курсор внутрь рамки. Нажмите правую кнопку мыши для вызова контекстного меню (рис. 68);

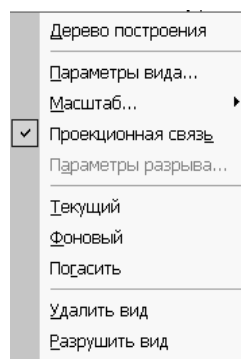


Рис. 68

- отключить кнопку **Проекционная связь**.

Все виды связаны с моделью: изменения в модели приводят к изменению изображения в ассоциативном виде. При открытии чер-

тежа, содержащего ассоциативные виды детали, система проверяет соответствие формы и размеров детали изображению, имеющемуся в видах. Если это соответствие нарушено, то виды, требующие перестроения, будут отображаться в чертеже перечеркнутыми. Появляется диалог с запросом: **"Изменена модель, отображаемая в чертеже. Перестроить чертеж?"**. Вы можете немедленно перестроить чертеж, нажав кнопку **Да** диалога. Изображение детали будет перерисовано в соответствии с ее текущей конфигурацией. Нажав кнопку **Нет**, можно отложить перестроение. Диалог исчезнет. Вы можете перестроить чертеж в любой момент работы с ним. Для этого нажмите кнопку  **Перестроить** на панели **Вид** (рис. 49).

При построении видов изобразим невидимый контур отверстия, используя переключатель, управляющий отрисовкой невидимого контура и расположенный на панели **Линии** (рис. 69).



Рис. 69

Пример ассоциативного чертежа, выполненного по разработанной модели, представлен на рис. 70.

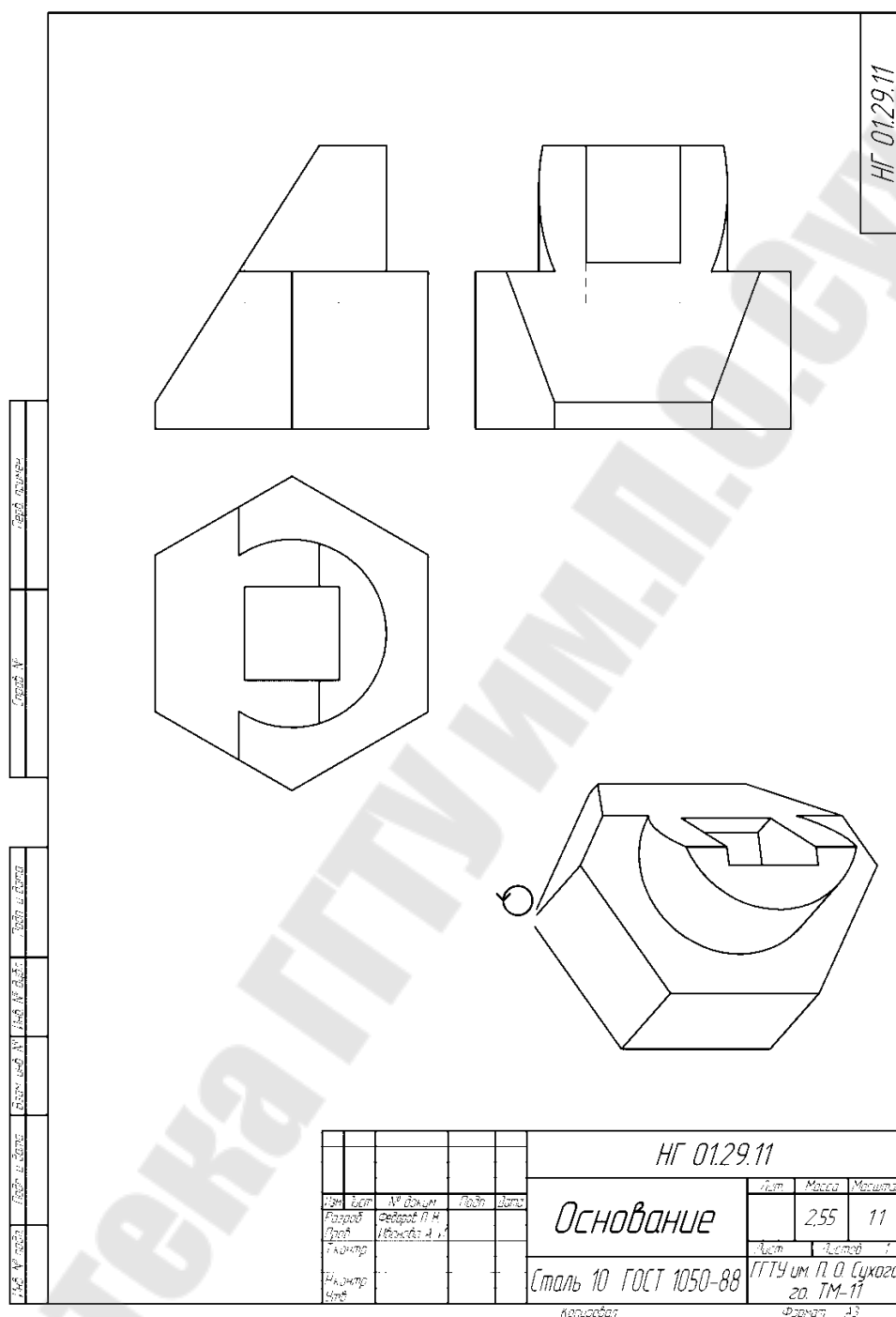



Рис. 70

### 3. Пояснения и рекомендации к выполнению заданий контрольной работы

При вычерчивании геометрических образов методами машинной графики, редактировании изображений и оформлении чертежей одного и того же результата можно добиться разными путями. Пре-

доставляемые пользователю возможности разнообразны и достаточно гибки. В этом разделе иллюстрируются некоторые приемы, позволяющие быстро выполнять необходимые действия. Вы можете найти другие варианты последовательности операций или приемы, сокращающие трудоемкость действий.

Образцы комплексных чертежей показаны в Приложении 2.

Исходные данные (см. Лист 2) вносятся в таблицу, созданную командой  **Вставить таблицу**. Кнопка находится на панели **Обозначения**. Редактирование таблицы аналогично работе с таблицей в текстовом редакторе Word.



### 3.1. Задача № 1. Определение недостающих проекций точек на поверхности многогранника



Построение проекций пирамиды выполняется по координатам ее вершин  $S$ ,  $A$ ,  $B$  и  $C$ . Координаты точек заданы вариантом. Для построения проекций точек необходимо задаться ортогональной системой координат  $X$ ,  $Y$  и  $Z$ .

На чертеже оси проекций удобно вычертить с помощью кнопки **Линия выноски** панели **Обозначения**. У полученных таким образом изображений осей проекций легко изменять длину. При переносе в другое место чертежа линия оси и стрелка перемещаются как единое целое.


Для создания изображения оси проекций необходимо выполнить следующие действия:


- на панели **Геометрия** (рис.19) вызвать меню **Вспомогательная прямая**, последовательно выбрать и пересечь в точке **Горизонтальную** и **Вертикальную** прямые (рис. 20);


- на панели **Обозначения** вызвать **Линия-выноска** и провести отрезок вдоль вспомогательной прямой в точку пересечения вспомогательных прямых. Для завершения действия курсором последовательно кликнуть на **Панели специального управления** кнопку  **Добавить ответвления**, кнопку  **Создать объект** и нажать клавишу <Esc>.

Для создания обозначения оси проекций на панели **Обозначения** вызвать  **Ввод текста**, установить на **Панели свойств** **Высоту символа**, набрать текст, нажать кнопку  **Создать объект** и нажать клавишу <Esc>. В дальнейшем проще символ копировать и



редактировать содержание дважды кликнув на скопированный символ. Для копирования любых объектов на панели **Редактирование** после выделения копируемого объекта вызывают команду  **Копирование**. Объект копируется в точку

В созданной системе координат строят точки, являющиеся вершинами пирамиды. Для указания местоположения точки удобно использовать команду  вспомогательная **Параллельная прямая**. После вызова команды следует указать вспомогательную или любую другую прямую, относительно которой на заданном расстоянии следует построить параллельную. Порядок работы с командой описан в п. 2.2.1. Для выделения точек проще один раз начертить окружность диаметром 2 мм стилем линии **Тонкая** и впоследствии ее копировать. В примере, приведенном в приложении 2, вершины пирамиды размечены построением командой **Точка** на панели **Геометрия** (рис. 19). Искомые точки и точки определяющих построений выделены окружностью.

После построения проекций пирамиды необходимо определить видимость ребер пирамиды в плоскостях проекций. Эта операция выполняется методом конкурирующих точек. Последовательно на скрещивающихся прямых выбираем конкурирующие точки  $1$  и  $2$  во фронтальной,  $3$  и  $4$  в горизонтальной,  $5$  и  $6$  в профильной плоскостях проекций, находим их вторые проекции и, указав направление взгляда  $A$ ,  $B$  и  $B$ , устанавливаем видимость точек. Видимые точки принадлежат видимым прямым. Следовательно, в тех плоскостях проекций, где выбирались конкурирующие точки, сравниваемые прямые вычерчиваются стилями **Основная** для видимых прямых или **Штриховая** для невидимых. Отредактировать стиль уже вычерченной прямой можно дважды щелкнув на ней курсором. Появится **Панель свойств**. Следует выбрать нужный стиль и нажать кнопку  **Создать объект**.

Построение недостающих проекций точек  $E$  и  $F$  выполняется в соответствии с признаком принадлежности точки плоскости. Точка принадлежит плоскости, если принадлежит прямой, имеющей две общие точки с плоскостью. Точка  $E$  принадлежит прямой  $C7$ , проведенной в грани  $ABC$ . Если необходимо указать путь построений, то удобно вычерчивать линии проекционных связей так же, как и оси проекций.

Построенные недостающие проекции точек  $E$  и  $F$  необходимо обозначить с учетом их видимости в проекциях. Видимые точки принадлежат видимым в этой проекции граням пирамиды. Измерьте недостающие координаты точек  $E$  и  $F$ . Результаты запишите в пояснении к задаче.

Пояснительная записка к задаче выполняется шрифтом **GOST type A**.

### 3.2. Задача № 2. Определение $HB$ прямой общего положения

В задаче тремя разными способами найдена натуральная величина ( $HB$ ) отрезка прямой общего положения  $SA$ . Алгоритмы решения разобраны в п. 1.1.1 и 1.2.1.

Для получения исходного чертежа нет необходимости заново по координатам строить точки. Проще сохранить чертеж к задаче № 1 под другим именем и удалить с поля чертежа ненужные построения.

В ходе решения задачи необходимо измерять и переносить координаты точек. Эту операцию удобно выполнять с помощью вспомогательного построения окружности, радиус которой равен измеряемой координате. Суть такого построения показана на рис. 71.

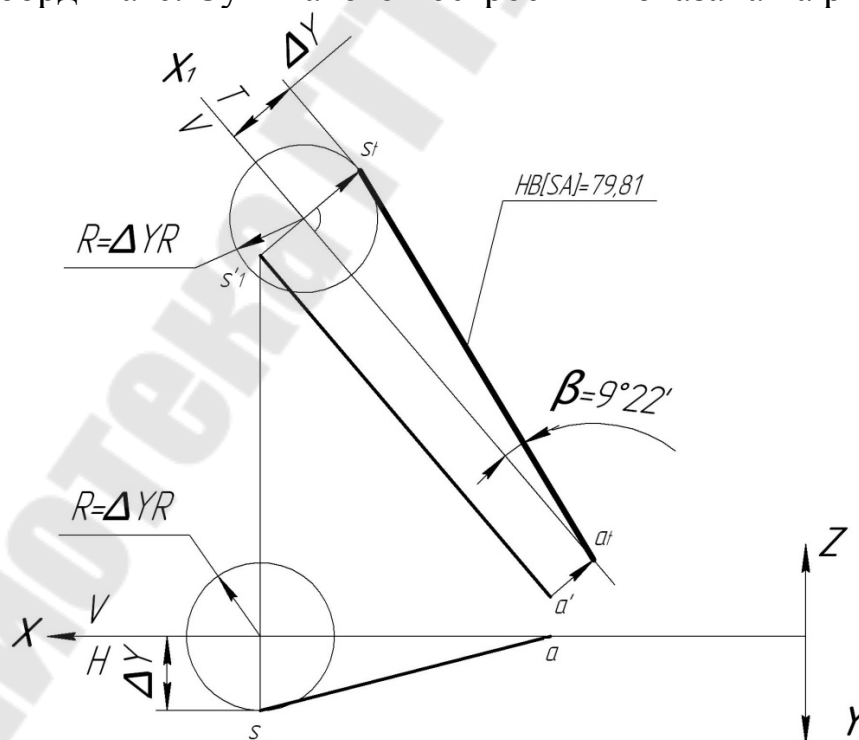


Рис. 71

Вторую окружность лучше строить копированием. После фиксирования искомой точки окружности удалить. Прямую, перпендикулярную к заданной, удобно строить после построения вспомогательной прямой, перпендикулярной к указанной (рис. 20).

В любой текст, в том числе и размерный, можно вставлять символы и обозначения. При формировании текстовой надписи в размере необходимо проставить размер на поле чертежа. Размерная цифровая надпись сформируется автоматически. Для редактирования дважды щелкните на цифре размера. Появится окно диалога, показанное на рис. 30. В рамке цифрового размера число необходимо удалить. В рамке **Текст до** набрать необходимый текст. Если требуется поставить какой-либо символ, нажмите правую клавишу мыши и в открывшемся меню выберите **Вставить символ**. Нужные символы следует искать в таблицах шрифтов.

### 3.3. Задача № 3. Определение двугранного угла


При пересечении двух плоскостей образуется двугранный угол. Он измеряется линейным (плоским) углом.

Используем чертеж задачи № 1. Оставим на чертеже фронтальную и горизонтальную проекции грани пирамиды  $SAC$  и  $SAB$ . Ребро  $SA$  является линией пересечения этих плоскостей. Решение сводится к переводу ребра  $SA$  в проецирующее положение по отношению к плоскости проекций  $S$ . Алгоритм решения задачи разобран в п. 1.1.3.



### 3.4. Задача № 4. Определение расстояния от точки до плоскости. Восстановление перпендикуляра заданной длины к плоскости

На чертеже задачи № 1 оставим фронтальную и горизонтальную проекции плоскости  $\Delta SAC$  и  $(\cdot)E$ . Расстояние от  $(\cdot)E$  до плоскости  $\Delta SAC$  наглядно видно после перевода  $\Delta SAC$  из общего положения в проецирующее по отношению к новой плоскости проекций  $T$ . Алгоритм преобразования разобран в п. 1.1.2.

В вершине  $S$  к плоскости  $\Delta SAC$  восстановлен перпендикуляр  $KS$  длиной 50 мм.  $EO$  и  $KS$  являются параллельными прямыми. Строим фронтальную и горизонтальную проекции перпендикуляра к плоскости  $\Delta SAC$  в  $(\cdot)S$  произвольной длины. На построенном отрезке выбираем произвольную  $(\cdot)M$ . По алгоритму, разобранному в п. 1.2.1. находим  $HB[SM]$ . На получившемся отрезке откладываем  $HB[SK]=50$  мм. Обратным построением находим проекции  $(\cdot)K$ .

Проекции отрезка  $EO$  на чертеже показаны с учетом видимости. Возможность указать разными стилями участки вычерченной прямой появляется после выполнения команды  **Разбить кривую**. Следует нажать кнопку, указать прямую и указать точку разбивки.

### 3.5. Задача № 5. Определение *НВ* плоской фигуры в общем положении

Алгоритм решения задачи разобран в п. 1.3. На чертежах, сохраняя проекционные связи, проекции можно перемещать. Для перемещения выделенных объектов служит команда  **Сдвиг** на панели **Редактирование**. Для того, чтобы перемещение выделенных объектов происходило строго вертикально или горизонтально применяют кнопку  **Ортогональное черчение** на панели **Текущее состояние**. В дальнейшем данную кнопку следует отключить, так как она будет мешать выполнять команды, когда ортогональность не нужна.

На чертеже *НВ*  $\triangle SAC$  измерены углы при вершинах и найден наибольший из них.


### 3.6. Задача № 6. Сечение пирамиды проецирующей плоскостью. Определение *НВ* фигуры в сечении




На чертеже задачи № 1 оставим фронтальную и горизонтальную проекции пирамиды  $SABC$  и  $(\cdot)F$ . Через  $(\cdot)F$  и середину ребра  $SA$  проведена фронтально проецирующая секущая плоскость  $\Psi$ . Середина ребра  $SA$  найдена командой **Поделить** (см. п. 2.2.6).

Благодаря собирательному свойству фронтально проецирующей плоскости  $\Psi$ , во фронтальной проекции сразу определяется фигура в сечении – четырехугольник  $1234$ . Количество вершин плоского многоугольника равно числу пересеченных ребер пирамиды. По принадлежности ребрам строим горизонтальную проекцию фигуры в сечении.

Для выполнения чертежа выбран формат  $A4$ . Для размещения пирамиды и наглядного определения *НВ* фигуры в сечении использованы два масштаба изображений. Последовательностью команд **Вставка – Вид** создан новый вид. На поле чертежа возник фантом из осей проекций. Для закрепления вида следует в нужном месте чертежа щелкнуть левой клавишей мыши. Линии чертежа пирамиды приняли черный цвет. Это говорит о том, что активным является но-

вый вид, а чертеж пирамиды стал неактивным. В неактивном состоянии этот чертеж недоступен для редактирования. Для активизации вида нужно дважды щелкнуть на поле чертежа, выполненного в этом виде. Линии чертежа станут цветными. Так как выделится какая-то линия чертежа и машина будет ждать команды, следует нажать клавишу <Esc>.

Выделим обе проекции пирамиды и вызовем команду  **Копировать** в буфер обмена. На чертеже появится фантом начала координат, щелчок по которому создаст **Точку вставки** и завершит команду **Копирование**.

Для активизации созданного нового вида нажмем кнопку  **Состояние видов**. В появившемся **Менеджере документа** в правом окне двойным щелчком по пиктограмме **Вид 1** активизируем вид. На чертеже снова появится пиктограмма осей координат **Вида 1**. Нажмем кнопку  **Вставить** содержимое буфера обмена. Появится фантом скопированного изображения. Для закрепления фантома необходимо указать **Точку вставки**. Созданный таким образом новый вид является самостоятельным чертежом на поле чертежа. Он отдельно редактируется. Для управления параметрами нового вида последовательностью команд **Сервис – Параметры текущего вида** вызывается **Строка параметров**. Здесь выбираем масштаб (1:2) и нажимаем  **Создать объект**.

Активизируем первоначальный чертеж пирамиды, оставляем на нем чертеж фигуры в сечении и решаем задачу по алгоритму п. 1.2.2.

В приведенном примере в Приложении 2 **Вид 1** принят за главный. Поэтому в основной надписи в графе масштаб указано (1:2). Решение задачи проведено в масштабе (1:1). На чертежах изображения, выполненные в ином, чем указано в основной надписи, масштабе, сопровождаются указанием масштаба вычерчивания.

### 3.7. Задача № 7. Построение полной развертки поверхности усеченной пирамиды


Построение развертки описано в пояснении к задаче № 7, приведенном в Приложении 2.

На чертеже линии реза выполнены стилем **Основная**, линии сгиба – стилем **Пунктир 2**, а линии отсеченной части пирамиды показаны как обстановка стилем **Тонкая**.



### 3.8. Задача № 8. Построение 3D - модели пирамиды


Последовательность действий описана в пояснении к задаче № 8, приведенном в Приложении 2.


Выполните необходимые построения для определения НВ основания  $ABC$  и сечения пирамиды плоскостью  $\alpha$ , проведенной вблизи вершины  $S$  параллельно плоскости основания –  $\Delta A_1B_1C_1$ . Измерьте и запишите координаты точек  $A, B, C, E, A_1, B_1, C_1$  в системе осей проекций  $X_2/Y_2$ . Ориентация осей  $X_2$  и  $Y_2$  принята такой же, как в графическом редакторе. Поэтому обратите внимание на знаки координат. Пример показан на чертеже НГ 01.29.08 в Приложении 2.


Построение твердотельной модели пирамиды проводится с помощью команды  **Операция по сечениям**. Кнопка находится в выпадающем меню кнопки **Редактирование детали** (рис. 47). Тело модели создается путем соединения двух и более поперечных сечений.

Модель строится в следующем порядке:

1. Создайте новую **Деталь** и сохраните ее;
2. Установите для модели вариант отображения **Полутоновое** ориентацию **Вид сверху** (рис. 49);
3. Создание модели по сечениям начинается с вычерчивания эскизов на плоскостях или плоских гранях. Можно использовать существующие плоскости, либо создать новые. В примере используется одна системная плоскость и создается одна новая. По умолчанию плоскости показываются голубым цветом. Для контрастности цвет плоскостей можно менять или убирать с экрана командой **Скрыть**. Если в **Дереве построения** (рис. 46) правой клавишей щелкнуть на названии элемента, то появится меню, позволяющее скрыть, редактировать и т. д. Через команду **Свойства** появляется доступ к **Панели параметров**, где можно выбрать другой цвет;
4. Щелчком на кнопке  **Вспомогательная геометрия** на **Компактной панели** (рис. 47) раскройте одноименную страницу **Инструментальной панели** и нажмите кнопку  **Смещенная плоскость**;
5. В **Дереве построения** в качестве базовой элементе укажите **Горизонтальная плоскость** (рис. 48);
6. В поле **Смещение** в **Строке параметров** введите значение смещения  $67 \text{ мм}$  создаваемой плоскости относительно указанной;

7. Для построения плоскости нажмите кнопку  **Создать объект**. В **Дереве построения** появится новый элемент **Смещенная плоскость: 1**, а в модели изображение новой плоскости в виде прямоугольника;

8. Завершите работу команды **Смещенная плоскость** нажатием кнопки  **Прервать команду**;


9. В **Дереве построения** укажите элемент **Горизонтальная плоскость** и нажмите кнопку  **Эскиз**. Установите ориентацию **Нормально к ...**;

10. Создайте по координатам вершин  $\Delta A_1 B_1 C_1$ . Вершины размечаются с помощью команды **Точка** панели **Геометрия**. Эскиз создавайте линиями стиля **Основная**;

11. Создайте новый эскиз на **Смещенная плоскость: 1**. Вычертите по координатам вершин  $\Delta ABC$  и нанесите  $(\cdot)E$ .

Если контуры на эскизах и чертежах совпадают, то геометрические объекты можно копировать из одного документа в другой с помощью буфера обмена. Помещенные в буфер обмена геометрические образы из одного документа можно затем вставить в нужную точку другого документа. Следовательно, можно получить эскизы основания пирамиды и фигуры в сечении пирамиды плоскостью  $\alpha$  из плоского чертежа к задаче;

12. Закройте последний эскиз и установите ориентацию **Изометрия**. В окне модели Вы увидите изображение двух эскизов, каждый из которых размещен на своей плоскости;

13. Нажмите  **Операция по сечениям** в меню кнопки **Редактирование детали** (рис. 47);

14. В **Дереве построения** последовательно укажите элементы **Эскиз 1** и **Эскиз 2**. По мере указания сечений в окне модели будет отображаться фантом будущего тела. Сечения можно указывать прямо в окне модели, щелкая мышью по графическим объектам на эскизах;

15. После указания обоих сечений нажмите кнопку **Создать объект** для построения твердотельной модели пирамиды.

Создание ассоциативного чертежа пирамиды описано в п. 2.5.

Для размещения на поле чертежа рисунка трехмерной модели проще сохранить файл трехмерной модели с расширением пиксельных изображений, например, gif или jpg. Установить перед сохранением способ отображения модели **Каркасное, невидимые линии**

тонкие. Использовать последовательность команд **Вставка – Рисунок**.

### 3.9. Задача № 9. Построение модели пересечения пирамиды с призмой

Последовательность действий при решении задачи описана в Приложении 2.

Для выполнения задания необходимо использовать компоновочный эскиз.

Пусть требуется в передней грани прямой призмы выполнить отверстие диаметром  $20\text{ мм}$ , наклоненное к грани под углом  $30^\circ$  и проходящее осью симметрии через центр грани. Корректное выполнение задания осуществляется через выполнение дополнительного эскиза, который выполняет компоновочную функцию.

1. Создадим модель прямой призмы в последовательности, описанной в п. 2.4.1. Высоту призмы примем равной  $50\text{ мм}$ , диаметр описанной окружности  $40\text{ мм}$ , ориентация  $0^\circ$ ;


2. Выделим торцевую грань и создадим в ее центре эскиз **Точки**. Центр найдем в пересечении вспомогательных прямых, проведенных как диагонали шестигранника;

3. Закройте эскиз;

4. Нажмите кнопку  **Плоскость под углом к другой плоскости** на Панели расширенных команд построения вспомогательных плоскостей;

5. Укажите торцевую грань призмы, под углом к которой должна пройти плоскость, затем нижнее ребро, через которое должна пройти плоскость;

6. В поле Угол в Строке параметров введите значение угла наклона  $30^\circ$ , подтвердите введенное значение клавишей **<Enter>**. Направление поворота дополнительной плоскости – от тела призмы;

7. Для построения плоскости нажмите кнопку  **Создать объект**. В Дереве построения появится новый элемент **Плоскость под углом: 1**;

8. Создайте новый эскиз на **Плоскость под углом: 1**;

9. Выполните команду **Геометрия – Спроецировать объект** и укажите точку в центре торцевой поверхности призмы. Система построит в текущем эскизе точку, которая является проекцией указанной точки;



10. Постройте заданную окружность с центром в спроецированной точке (рис. 72);

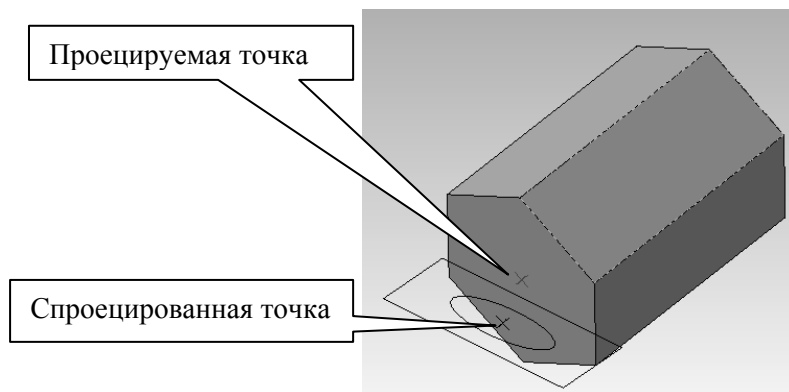



Рис.72

11. Применим операцию **Вырезать выдавливанием**  в прямом направлении с типом **Через все**. Построенное тело показано на рис. 73.

Теперь можно совершать операции редактирования модели. С помощью **Эскиз: 2** можно управлять положением центра окружности на торцевой грани призмы, с помощью **Эскиз: 3** можно изменять диаметр отверстия, а с помощью **Плоскость под углом: 1** - угол его наклона.

Создание ассоциативного чертежа пирамиды описано в п. 2.5.

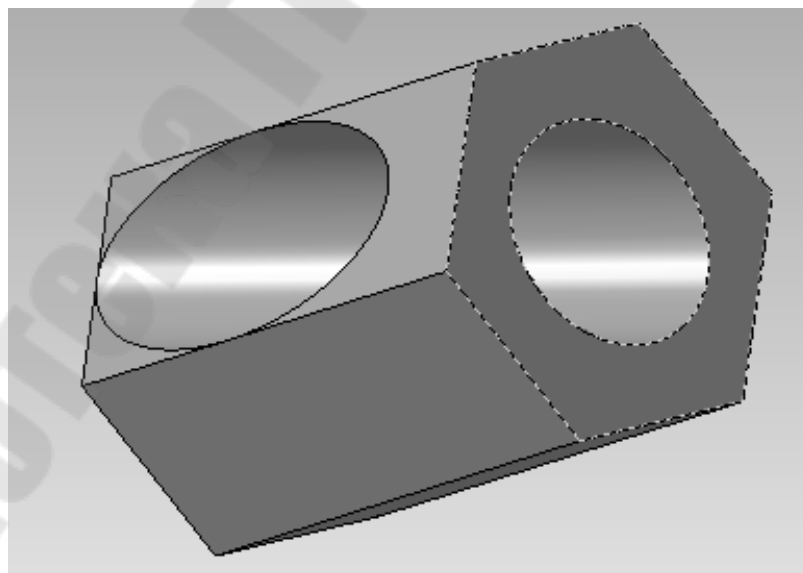
















Рис.73.








## Приложение 1. Варианты.

Вариант	Оси координат	Координаты точек, мм							Ребро $l$	Грань $\Sigma$	Форма сечения пересекающего тела	Диаметр описанной окружности, мм	Угол наклона пересекающей плоск. к базовой грани	Базовое ребро
		S	A	B	C	E (невидимая)	F (видимая)							
1	X	63	14	75	24	40	55	SA	SAC		40	20°	меньшее в базовой грани	
	Y	67	55	20	10	26	-							
	Z	80	24	10	65	-	40							
2	X	14	65	0	55	39	24	SA	SAC		35	15°	большее в базовой грани	
	Y	65	54	0	29	25	-							
	Z	80	25	11	68	-	44							
3	X	19	65	0	55	39	26	SB	ABC		30	30°	меньшее в базовой грани	
	Y	66	53	17	8	25	-							
	Z	0	63	73	20	-	41							
4	X	48	0	66	10	27	45	SA	ABC		40	20°	большее в базовой грани	
	Y	65	55	17	6	25	-							
	Z	0	60	73	20	-	42							
5	X	50	0	65	10	25	42	BC	SAB		35	15°	меньшее в базовой грани	
	Y	70	54	0	25	25	-							
	Z	80	25	11	68	-	44							
6	X	20	65	0	55	39	26	SB	SAB		30	30°	большее в базовой грани	
	Y	73	10	0	55	23	-							
	Z	71	55	22	13	-	48							
7	X	46	0	66	10	27	39	SC	SAC		35	15°	меньшее в базовой грани	
	Y	73	10	0	54	23	-							
	Z	71	55	22	13	-	49							








Продолжение приложения 1. Варианты.

Вариант	Оси координат	Координаты точек, мм							Ребро $l$	Грань $\Sigma$	Форма сечения пересекающего тела	Диаметр описанной окружности, мм	Угол наклона пересекающей плоск. к базовой грани	Базовое ребро
		S	A	B	C	E (невидимая)	F (видимая)							
8	X	20	65	0	55	39	26	SB	SAB		30	30°	меньшее в базовой грани	
	Y	73	10	0	55	23	-							
	Z	71	55	22	13	-	48							
9	X	63	14	75	24	40	55	SA	SAC		35	15°	большее в базовой грани	
	Y	67	55	20	10	26	-							
	Z	80	24	10	65	-	40							
10	X	48	0	66	10	27	45	SA	ABC		30	30°	меньшее в базовой грани	
	Y	65	55	17	6	25	-							
	Z	0	60	73	20	-	42							
11	X	14	65	0	55	39	24	SA	SAC		40	20°	большее в базовой грани	
	Y	65	54	0	29	25	-							
	Z	80	25	11	68	-	44							
12	X	19	65	0	55	39	26	SB	ABC		35	15°	меньшее в базовой грани	
	Y	66	53	17	8	25	-							
	Z	0	63	73	20	-	41							
13	X	50	0	65	10	25	42	BC	SAB		30	30°	большее в базовой грани	
	Y	70	54	0	25	25	-							
	Z	80	25	11	68	-	44							
14	X	X	46	0	66	10	27	39	SC		30	30°	меньшее в базовой грани	
	Y	Y	73	10	0	54	23							
	Z	Z	71	55	22	13	-							

Продолжение приложения 1. Варианты.

Вариант	Оси координат	Координаты точек, мм							Ребро $l$	Грань $\Sigma$	Форма сечения пересекающегося тела	Диаметр описанной окружности, мм	Угол наклона пересекающегося тела к базовой грани	Базовое ребро
		S	A	B	C	E (невидимая)	F (видимая)							
15	X	24	10	74	0	28	22	SB	SAB		40	20°	меньшее в базовой грани	
	Y	77	0	20	44	24	-							
	Z	75	8	12	27	-	40							
16	X	19	65	0	55	39	26	SB	ABC		35	15°	больше в базовой грани	
	Y	66	53	17	8	25	-							
	Z	0	63	73	20	-	41							
17	X	63	14	75	24	40	55	SA	SAC		30	30°	меньшее в базовой грани	
	Y	67	55	20	10	26	-							
	Z	80	24	10	65	-	40							
18	X	50	0	65	10	25	42	BC	SAB		40	20°	больше в базовой грани	
	Y	70	54	0	25	25	-							
	Z	80	25	11	68	-	44							
19	X	48	0	66	10	27	45	SA	ABC		35	15°	меньшее в базовой грани	
	Y	65	55	17	6	25	-							
	Z	0	60	73	20	-	42							
20	X	46	0	66	10	10	27	39	SC		30	30°	больше в базовой грани	
	Y	73	10	0	54	39	23							
	Z	71	55	22	13	-	-							
21	X	14	65	0	55	39	24	SA	SAC		40	20°	меньшее в базовой грани	
	Y	65	54	0	29	25	-							
	Z	80	25	11	68	-	44							

Продолжение приложения 1. Варианты.

Базовое ребро	Угол наклона пересекающегося ребра к базовой грани	Угол наклона пересекающегося ребра к базовой грани	Данные для 3D-моделирования			Ребро $l$	Грань $\Sigma$	Форма сечения пересекающегося тела	Диаметр описанной окружности $mm$	Базовое ребро
			Формула	Угол наклона	Диаметр					
22	X	19	65	0	55	39	26	 Ориентация 0°	30	меньше в базовой грани
	Y	66	53	17	8	25	-			
	Z	0	63	73	20	-	41			
23	X	48	0	66	10	27	45	 Ориентация 60°	35	больше в базовой грани
	Y	65	55	17	6	25	-			
	Z	0	60	73	20	-	42			
24	X	20	65	0	55	39	26		30	меньше в базовой грани
	Y	73	10	0	55	23	-			
	Z	71	55	22	13	-	48			
25	X	63	14	75	24	40	55	 Ориентация 45°	30	больше в базовой грани
	Y	67	55	20	10	26	-			
	Z	80	24	10	65	-	40			
26	X	14	65	0	55	39	24	 Ориентация 60°	35	меньше в базовой грани
	Y	65	54	0	29	25	-			
	Z	80	25	11	68	-	44			
27	X	24	10	74	0	28	22	 Ориентация 0°	30	больше в базовой грани
	Y	77	0	20	44	24	-			
	Z	75	8	12	27	-	40			
28	X	50	0	65	10	25	42		35	меньше в базовой грани
	Y	70	54	0	25	25	-			
	Z	80	25	11	68	-	44			

## Приложение 2. Образец работы.

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РБ

УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ  
Гомельский государственный технический университет  
им. П. О. Сухого

Кафедра "Инженерная графика"

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА  
к семестровой графической работе  
по курсу "Инженерная графика"  
(раздел "Начертательная геометрия")

РЕШЕНИЕ ПОЗИЦИОННЫХ И МЕТРИЧЕСКИХ ЗАДАЧ  
СРЕДСТВАМИ МАШИННОЙ ГРАФИКИ

Преподаватель: Иванова А. И.  
Студент(ка): Федоров П. Н.  
гр. ТМ – 13  
Вариант № 29

г. Гомель  
2010

Продолжение приложения 2. Образец работы.

Перв. примен.	<i>ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ</i>			
Справ. №	<p>Для пирамиды <i>SABC</i> по данным варианта решить следующие задачи:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. На поверхности пирамиды найти недостающие проекции точек <i>E</i> и <i>F</i>;</li> <li>2. Способом прямоугольного треугольника, вращением относительно проецирующей прямой и методом перемены плоскостей проекций найти натуральную величину ребра <i>l</i> и его углы наклона к плоскостям проекций <i>H</i>, <i>V</i> и <i>W</i>. В каждой плоскости проекций использовать иной метод;</li> <li>3. Определить величину двугранного угла при ребре <i>l</i>;</li> <li>4. Найти расстояние от точки <i>E</i> до грани <math>\Sigma</math>. В любой вершине грани <math>\Sigma</math> восстановить к грани <math>\Sigma</math> перпендикуляр, натуральная величина которого равна 50 мм;</li> <li>5. Методом вращения относительно прямой уровня определить величину наибольшего из углов в грани <math>\Sigma</math>;</li> <li>6. Через точку <i>F</i> и середину ребра <i>l</i> расечь пирамиду плоскостью <math>\Psi</math>. С учетом видимости линий вычертить линию сечения пирамиды плоскостью <math>\Psi</math>. Определить натуральную величину фигуры в сечении;</li> <li>7. Построить полную развертку поверхности пирамиды, нанести линии сгиба и сечения пирамиды плоскостью <math>\Psi</math>;</li> <li>8. Построить 3D-модель пирамиды. По трехмерной модели создать ассоциативный чертеж пирамиды. Сравнить ассоциативный и построенный по правилам проецирования чертежи;</li> <li>9. Построить пересечение пирамиды с другой поверхностью. Ось симметрии пересекающей поверхности проходит через <math>(\cdot)E</math> под заданным углом к базовой грани. Точка <i>E</i> принадлежит базовой грани. Создать ассоциативный плоский чертеж пересекающихся поверхностей. Показать изометрическую проекцию пересечения.</li> </ol>			
Подп. и дата				
Инв. № дробл.				
Взам. инв. №				
Подп. и дата				
Инв. № подл.	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.
	Разраб.	Федоров П. Н.		
	Проб.	Иванова А. И.		
	Н.контр.			
	Утв.			
<b>НГ 01.29.00</b>				
<b>Начертательная геометрия</b>			Лист	Листов
			4	1 2
			ГГТУ им. П. О. Сухого зр. ТМ-13	
Копировал			Формат А4	





Продолжение приложения 2. Образец работы.

НГ 01.29.01

**Б**

**Z**

**A**

Перв. примен.	
Стр.б. №	
Подп. и дата	
Взам. инв. №	
Инв. № дробл.	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

НГ 01.29.01

Задача №1

Лит.	Масса	Масштаб
у		1:1
Лист 1		Листов 2

ГГТУ им.П. О. Сухого  
зр. ТМ-13

Копировал

Формат А4

Продолжение приложения 2. Образец работы.

10.62.10 НН

По заданным координатам вершин строим три проекции пирамиды.  
1. Определение видимости ребер пирамиды в проекциях методом конкурирующих точек.

1.1. Фронтальная плоскость проекций (вид спереди, см. по стрелке А).

На пересечении фронтальных проекций скрещивающихся прямых SA и BC рассмотрим конкурирующие точки 1 на прямой SA и 2 на прямой BC. Найдем горизонтальные проекции точек 1 и 2. По направлению взгляда А точка 1 ближе к наблюдателю. Следовательно, во фронтальной проекции видимым является ребро SA.

1.2. Горизонтальная плоскость проекций (вид сверху, см. по стрелке Б).

На пересечении горизонтальных проекций скрещивающихся прямых SC и AB рассмотрим конкурирующие точки 3 и 4.

Пусть  $(1)3 \in SC$ ,  $(1)4 \in AB$ . Тогда  $Z(3) > Z(4)$ . Следовательно, в горизонтальной проекции видимым является ребро SC.

1.3. Профильная плоскость проекций (вид слева, см. по стрелке В).

$(1)5 \equiv (1)6 = S''B'' \cap A''C''$ .

Пусть  $(1)5 \in SB$ ,  $(1)6 \in AC$ .

Тогда  $X(5) > X(6)$ .

Следовательно, в профильной проекции видимым является ребро SB.

2. Построение проекций точек E и F.

2.1. Задана горизонтальная проекция  $(1)E$ . По условию точка является невидимой. Следовательно, она принадлежит основанию пирамиды ABC. В грани ABC через точку E проводим отрезок C7. Строим фронтальную и профильную проекции отрезка C7, на которых находим  $e'$  и  $e''$ . Фронтальная и профильная проекции  $(1)E$  невидимые, т. к. в этих проекциях грань ABC невидима.

2.2.  $(1)F \in SAB$

Строим B8. B8  $\in SAB$  и  $(1)F \in B8$

$f \in b8$  – невидимая

$f'' \in b''8''$  – видимая.

Координаты точек: E(40, 26, 35,5);

F(55, 48,8, 43).

Инд. № подл. Подп. и дата. Взам. инд. № Инв. № дубл. Подп. и дата. Инд. № подл.

Изм. Листы. № докум. Подп. Дата

НГ 01.29.01

Листы  
2

Копировал

Формат А4

Продолжение приложения 2. Образец работы.

НГ 01.29.02

Перв. примен.  
 Стр. №  
 Подп. и дата  
 Инв. № дробл.  
 Инв. №  
 Подп. и дата  
 Инв. № подл.

Взам. инв. №  
 Подп. и дата  
 Инв. № дробл.  
 Инв. №  
 Подп. и дата  
 Инв. № подл.

НГ 01.29.02

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.		Федоров П. Н.		
Проб.		Иванова А. И.		
Т.контр.				
Н.контр.				
Утв.				

Задача №2

Лит.	Масса	Масштаб
у		1:1
Лист 1	Листов 2	

ГГТУ им. П. О. Сухого  
зр. ТМ-13

Копировал
Формат А4

Продолжение приложения 2. Образец работы.

НГ 01.29.02

Определение натуральной величины отрезка прямой общего положения и его углов наклона к плоскостям проекций  $H$ ,  $V$  и  $W$ .

$$\alpha = [SA] \wedge H,$$

$$\beta = [SA] \wedge V,$$

$$\gamma = [SA] \wedge W.$$

1.  $НВ[SA]$  и  $\alpha$  определены методом вращения относительно проецирующей прямой. Ось вращения перпендикулярна  $H$  и проходит через  $(\cdot)A$ . Горизонтальная проекция  $sa$  повернута в положение фронтали. Фронтальная проекция отрезка в повернутом положении  $s'a'$  является искомой  $НВ[SA]$ . Угол  $\alpha$  измеряется между  $НВ[SA]$  и прямой, параллельной оси проекций  $X$ .

2.  $НВ[SA]$  и  $\beta$  определены способом перемены плоскостей проекций. В новой плоскости проекций  $T$ , выбранной параллельно фронтальной проекции отрезка  $s'a'$ , построена его новая проекция  $sa_1$ , являющаяся  $НВ[SA]$ . Угол  $\beta$  заключен между  $НВ[SA]$  и прямой, параллельной оси проекций  $X_1$ .

3.  $НВ[SA]$  и  $\gamma$  найдены по правилу прямоугольного треугольника.  $НВ[SA]$  определяется гипотенузой прямоугольного треугольника, одним из катетов которого является профильная проекция  $s''a''$ , а второй катет равен разности координат  $\Delta X(\cdot)S$  и  $(\cdot)A$ . В прямоугольном треугольнике, построенном именно в профильной плоскости проекций, между  $НВ[SA]$  и профильной проекцией отрезка  $s''a''$  заключен угол  $\gamma$ .

Инв. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Инв. № дубл.
Подп. и дата	

Изм.	Листы	№ докум.	Подп.	Дата	НГ 01.29.02	Листы
						2

Копировал

Формат А4

Продолжение приложения 2. Образец работы.

НГ 01.29.03

Подп. и дата		Подп. и дата		Взам. инв. №		Инв. № дробл.		Справ. №		Перв. примен.			
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	<span style="font-size: 1.5em;">НГ 01.29.03</span>			<span style="font-size: 1.5em;">Задача №3</span>			Лит.	Масса	Масштаб
											у		1:1
											Лист 1	Листов 2	
											ГГТУ им. П. О. Сухого зр. ТМ-13		
											Формат А4		

Копировал

Продолжение приложения 2. Образец работы.

НГ 01.29.03

*Двугранный угол при ребре SA измеряется линейным углом, проекция которого определяется после двух замен плоскостей проекций. Использован алгоритм перевода прямой общего положения в проецирующее положение по отношению к новой плоскости проекций. На первом шаге новую плоскость проекций выбирают параллельно ребру SA, а на втором – перпендикулярно к полученной на предыдущем шаге проекции.*

Инв. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Инв. № дубл.
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

НГ 01.29.03

Лист  
2

Копировал

Формат А4

Продолжение приложения 2. Образец работы.

Перв. примен.		Стр. №		Подп. и дата		Взам. инв. №	Инв. № д/дл.	Подп. и дата		Инв. № подл.													
HG 01.29.04																							
				HG 01.29.04																			
				Задача №4																			
								<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 25%;">Лит.</td> <td style="width: 25%;">Масса</td> <td colspan="2" style="width: 50%;">Масштаб</td> </tr> <tr> <td>у</td> <td></td> <td colspan="2" style="text-align: center;">1:1</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Лист 1</td> <td colspan="2">Листов 2</td> </tr> </table>				Лит.	Масса	Масштаб		у		1:1		Лист 1		Листов 2	
Лит.	Масса	Масштаб																					
у		1:1																					
Лист 1		Листов 2																					
								ГГТУ им. П. О. Сухого зр. ТМ-13															
				Копировал				Формат А4															

Продолжение приложения 2. Образец работы.

НГ 01.29.04

Расстояние от  $(\cdot)E$  до грани  $SAC$  определяется вдоль перпендикуляра, опущенного из  $(\cdot)E$  на грань. Плоскость  $\Delta SAC$  заменой плоскостей проекций переводим в проецирующее положение относительно новой плоскости проекций  $T$ , которую располагаем перпендикулярно горизонтальной проекции горизонтали плоскости  $\Delta SAC$ .

В плоскости проекций  $T$  из  $(\cdot)E$  восстанавливаем перпендикуляр к вырожденной проекции грани  $SAC$  и определяем его основание  $(\cdot)O_1$ . Горизонтальная проекция  $[EO]$  строится на прямой, параллельной оси проекций  $X_1$ , т. к.  $e_1o_1 = HB[EO]$ .

В вершине  $S$  строим перпендикуляр  $KS$  из условия, что  $HB[KS] = 50$  мм. В  $(\cdot)S$  строим прямую, параллельную  $EO$ , на которой выбираем произвольную  $(\cdot)M$ . Методом вращения относительно проецирующей прямой находим  $HB[SM]$ . Получаем линию натуральных величин всех отрезков, принадлежащих перпендикуляру к плоскости в  $(\cdot)S$ . На этой линии откладываем  $HB[KS] = 50$  мм. Обратным построением определяем фронтальную и горизонтальную проекции  $(\cdot)K$ .

Инв. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Инв. № дубл.
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	НГ 01.29.04	Лист
						2

Копировал

Формат А4



Продолжение приложения 2. Образец работы.

НГ 01.29.05

Перв. примен.  
 Стр. №  
 Подп. и дата  
 Инв. № дубл.  
 Взам. инв. №  
 Подп. и дата  
 Инв. № подл.

Фронтальная проекция  
оси вращения

Плоскость  
вращения (·)C

Горизонтальная проекция  
оси вращения

<span style="font-size: large; font-weight: bold;">НГ 01.29.05</span>							
Изм./Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Задача №5	Лит.	Масса	Масштаб
Разраб.	Федоров П. Н.				у		1:1
Проб.	Иванова А. И.						
Т.контр.					Лист 1	Листов 2	
И.контр.				ГГТУ им. П. О. Сухого зр. ТМ-13			
Утв.				Копировал <span style="float: right;">Формат А4</span>			

Продолжение приложения 2. Образец работы.

НГ 01.29.05

Наибольший из углов при вершинах грани  $SAC$  определяется после построения  $\Delta SAC$  в натуральную величину. Задача решена методом вращения относительно прямой уровня. В плоскости проведена горизонталь. За ось вращения принята горизонталь плоскости, проходящая через  $(\cdot)S$ , т. к.  $(\cdot)S$  является ближайшей к свободному от выполненных ранее построений полю чертежа. При вращении объекта точки  $A$  и  $C$  вращаются в своих плоскостях вращения, перпендикулярных оси вращения,  $(\cdot)S$  остается на оси вращения.

Для построения  $(\cdot)Co$  выполнены следующие действия:

- найден центр ее вращения  $Oc$  как точка пересечения плоскости вращения  $(\cdot)C$  с осью вращения;
- определена величина горизонтальной проекции радиуса вращения  $r_c$  как кратчайшее расстояние между центром вращения  $Oc$  и  $(\cdot)C$ ;
- по правилу прямоугольного треугольника определена  $HВ Rc$ .  $HВ Rc$  спроецирована в плоскость вращения  $(\cdot)C$ .

Для построения  $(\cdot)Ao$  выполнены следующие действия:

- построено повернутое положение горизонтали  $Co1o$ ;
- найдено пересечение  $So1o$  с плоскостью вращения  $(\cdot)A$ .

В грани  $SAC$  наибольшим является угол при вершине  $C$ .

Инв. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Инв. № дубл.
Подп. и дата	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	НГ 01.29.05	Лист 2
------	------	----------	-------	------	-------------	-----------

Копировал

Формат А4

Продолжение приложения 2. Образец работы.

НГ 01.29.06

Перв. примен.

Справ. №

(1:1)

Подп. и дата

Взам. инв. №

Инв. № дробл.

Подп. и дата

Натуральная величина  
фигуры в сечении

НГ 01.29.06

Изм./Лист	№ докум.	Подп.	Дата			Лист	Масса	Масштаб
Разработ.	Федоров П. Н.				Задача №6	у		1:2
Проб.	Иванова А. И.					Лист 1		Листов 2
Т.контр.						ГГТУ им. П. О. Сухого гр. ТМ-13		
И.контр.								Формат А4
Утв.								

Копировал

Продолжение приложения 2. Образец работы.

НГ 01.29.06

Фронтально проецирующая секущая плоскость  $\Psi$  построена через  $(\cdot)F$  и середину ребра  $SA$ . Данная секущая плоскость обладает собирательным свойством относительно фронтальной плоскости проекций. Следовательно, фронтальная проекция искомой фигуры в сечении известна. Ее вырожденная проекция – отрезок  $14'$ .

В сечении многогранника плоскостью возникает плоский многоугольник. Число вершин многоугольника равно числу пересекаемых плоскостью ребер многогранника. В данном случае таких пересечений четыре.

По принадлежности точек 1, 2, 3 и 4 ребрам пирамиды строим горизонтальную проекцию фигуры в сечении.

Натуральная величина фигуры в сечении пирамиды плоскостью  $\Psi$  построена методом вращения относительно проецирующей прямой. Ось вращения является фронтально проецирующей прямой, проходящей через  $(\cdot)4$ .

Вырожденная проекция фигуры в сечении повернута в положение прямой уровня – горизонтали. Построенная новая горизонтальная проекция фигуры в сечении является искомой  $HV$ .

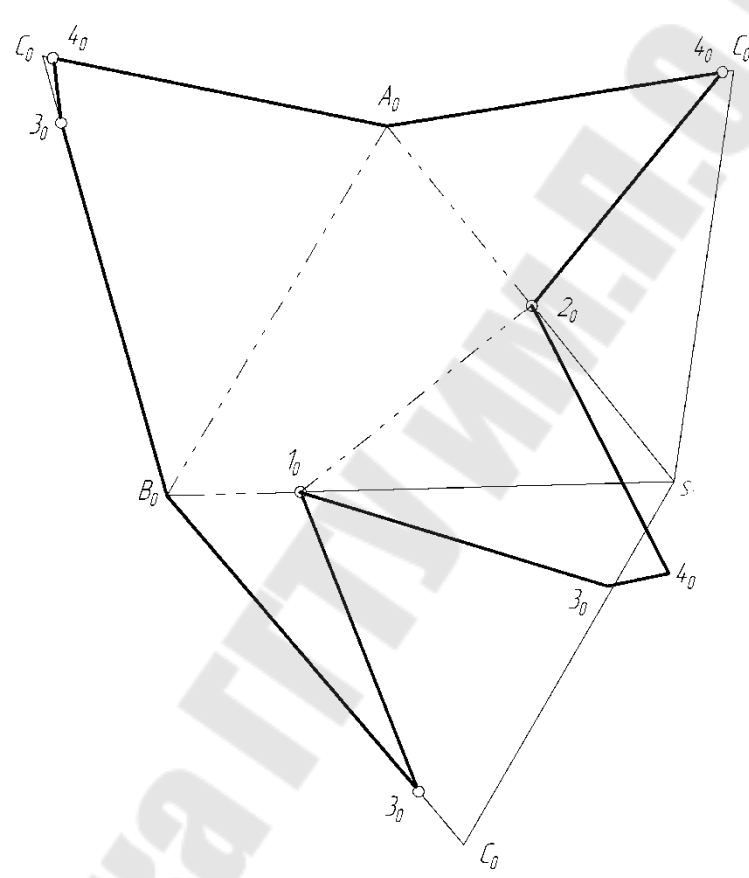
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № докл.	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	НГ 01.29.06	Лист
						2

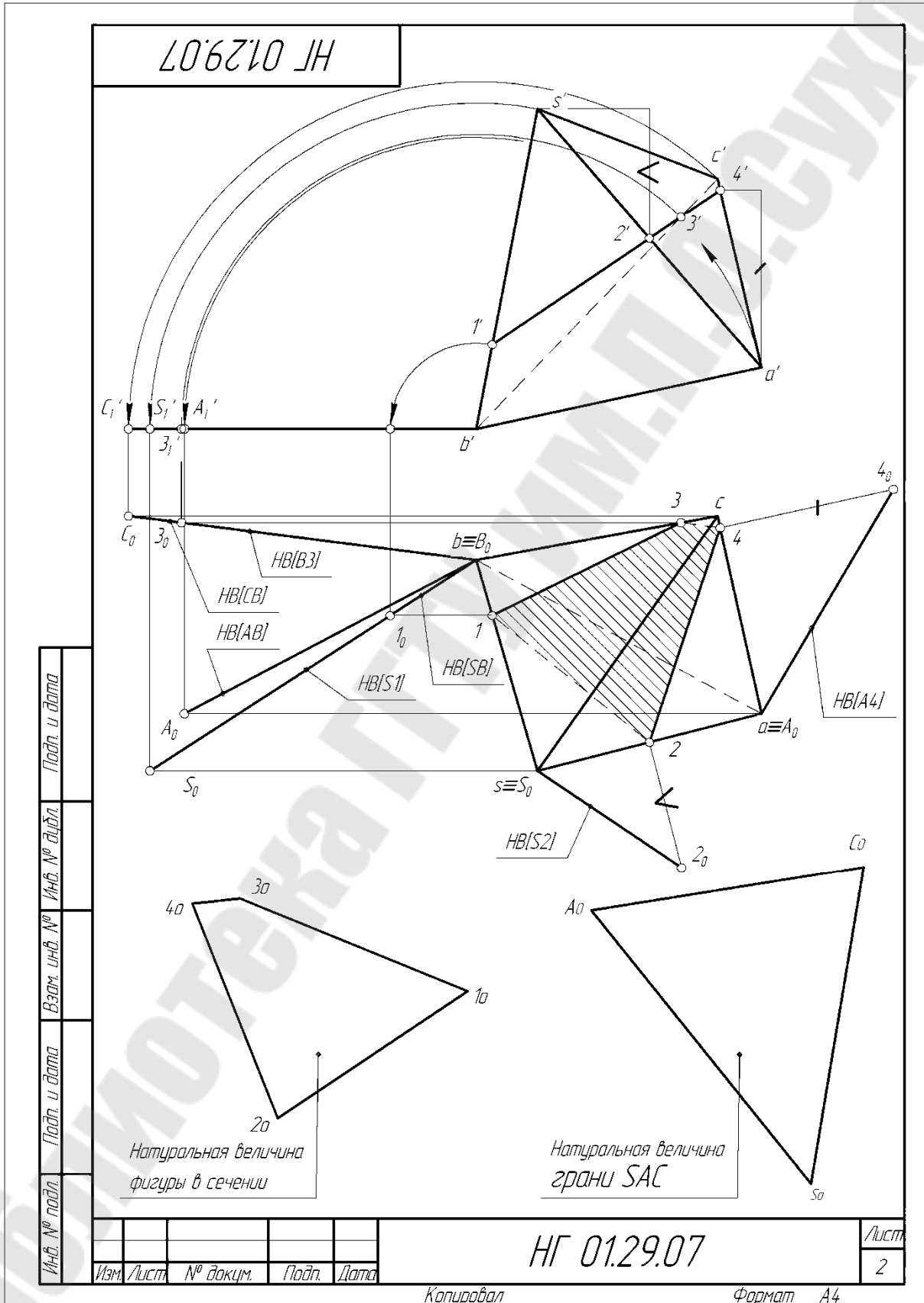
Копировал

Формат А4

Продолжение приложения 2. Образец работы.

Перв. примен.		Стр. №		Подп. и дата		Инв. № дубл.		Взам. инв. №		Подп. и дата		Инв. № подл.				
НГ 01.29.07																
																
НГ 01.29.07																
										Задача №7				Лит.	Масса	Масштаб
										у				1:1		
										Лист 1		Листов 3				
										ГГТУ им. П. О. Сухого зр. ТМ-13						
										Копировал				Формат А4		

Продолжение приложения 2. Образец работы.



Продолжение приложения 2. Образец работы.

НГ 01.29.07

Полная развертка боковой поверхности пирамиды построена методом триангуляции. Развертки строятся на натуральных величинах наносимых на чертеж отрезков. Поэтому на Листе 2 созданы в масштабе 1:1 дополнительные виды, на которые скопированы найденные ранее натуральные величины фигуры сечения пирамиды плоскостью  $\Psi$  и грани  $SAC$ .

Теперь определению подлежат натуральные величины ребер  $SB$ ,  $AB$ ,  $BC$  и отрезков  $S1$ ,  $S2$ ,  $A4$ ,  $B3$ . НВ отрезков  $SB$ ,  $AB$ ,  $BC$ ,  $S1$  и  $B3$  найдены методом вращения относительно проецирующей прямой. НВ отрезков  $S2$  и  $A4$  определены с помощью правила прямоугольного треугольника.

Вычерчивание развертки проведено припасовкой треугольников, построенных по трем известным сторонам, по смежным ребрам.

Инв. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Инв. № дубл.
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

НГ 01.29.07

Лист  
3

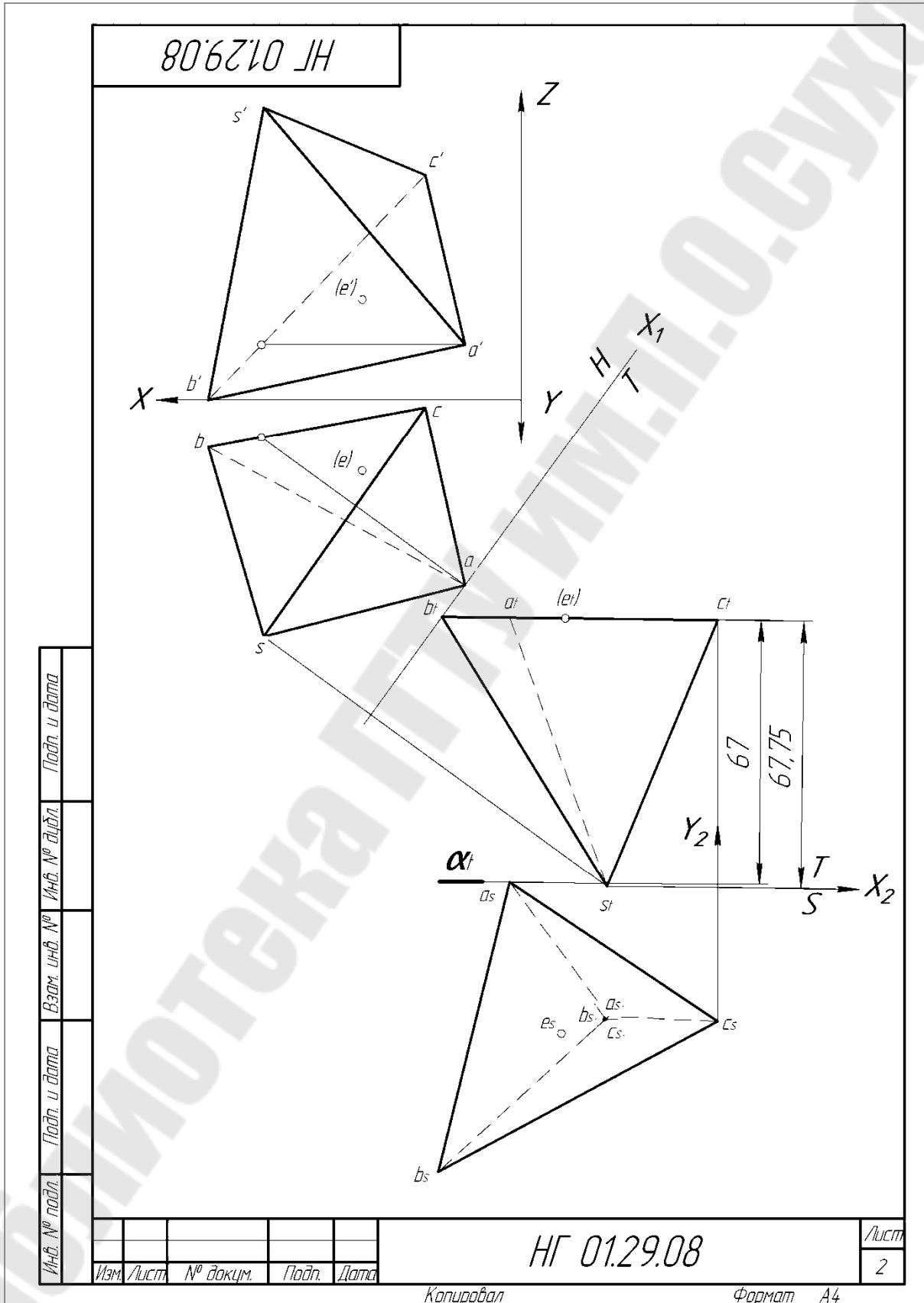
Копировал

Формат А4





Продолжение приложения 2. Образец работы.



Продолжение приложения 2. Образец работы.

80'67'10 НГ

Для построения 3D-модели заданной пирамиды необходимо провести ряд предварительных действий. Построение объемной модели в графическом редакторе возможно лишь после вычерчивания эскиза основания в плоскости. По условию (1)Е, в которой в дальнейшем предстоит выполнять построения, принадлежит основанию **ABC** (см. решение задачи №1). Принимаем  $\Delta ABC$  за базовую плоскость. Грань **ABC** способом перемены плоскостей проекций переведем в проецирующее положение по отношению к новой плоскости проекций **T**. Затем в плоскости проекций **S**, выбранной параллельно вырожденной проекции грани **ABC**, построим НВ  $\Delta ABC$ .

Построение наклонной пирамиды проведем с помощью **Операции по сечениям**. Для этого необходимо иметь два сечения пирамиды. Высота пирамиды равна 67,75 мм. Сечение построено параллельно основанию пирамиды на расстоянии 67 мм. Это позволяет получить у вершины пирамиды тонкий элемент, который незначительно искажает трехмерную модель. Фигура в сечении спроецировалась в плоскость проекций **S** в натуральную величину.

Направление осей проекций  $X_2$  и  $Y_2$  принято таким, как в модуле 3D графического редактора. Начало координат совмещено с проекцией  $(\cdot)C$  на ось проекций  $X_2$ .

Координаты точек в системе плоскостей проекций **T/S**

$A(-53,13, 0, 67)$   
 $B(-70,31, -73,35, 67)$   
 $C(0, -34,56, 67)$   
 $A_1(-27,93, -33,22, 0)$   
 $B_1(-28,13, -34,04, 0)$   
 $C_1(-27,34, -33,61, 0)$   
 $E(-35,64, -33,2, 67)$

Построение сечения  $A_1B_1C_1$  проведено в горизонтальной плоскости **ZX**, а основания **ABC** в параллельной, отстоящей от горизонтальной на 67 мм.

Трехмерная модель в каркасных линиях представлена на рис, приведенном на Листе 1. Там же показан ассоциативный чертеж, выполненный по 3D-модели.

На Листе 2 изображения после построений показаны с коэффициентом масштабирования 0,9. Ассоциативный чертеж для точности сравнения также промасштабирован с коэффициентом 0,9. Сравнение изображений ассоциативного чертежа и выполненного по правилам проецирования в системе плоскостей проекций **T/S** показывает их полную идентичность.

Инд. № подл.	Подп. и дата
Взам. инд. №	Инд. № докл.
Подп. и дата	Подп. и дата
Инд. № подл.	Инд. № докл.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	НГ 01.29.08	Лист
						3

Копировал

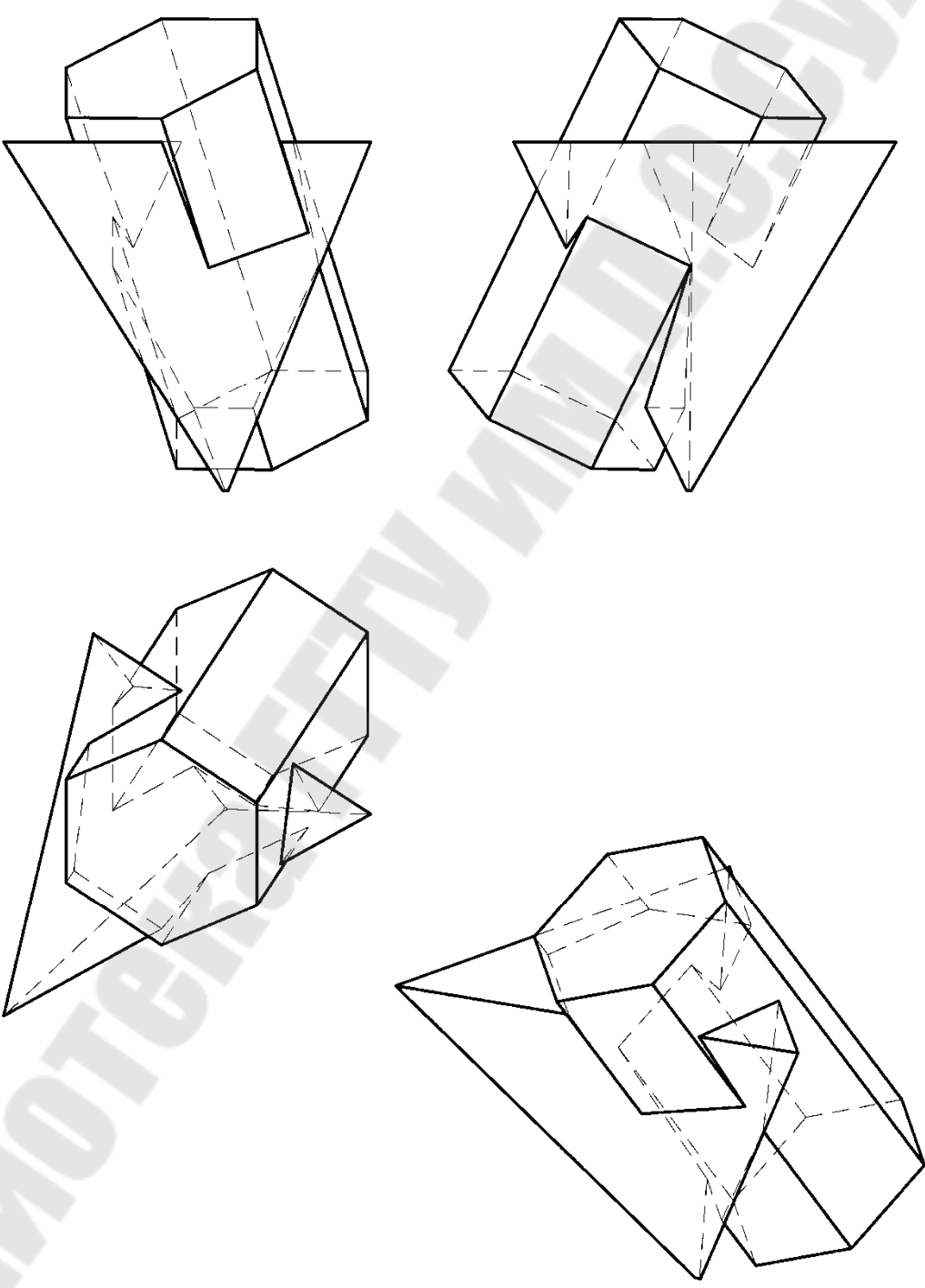
Формат А4

Продолжение приложения 2. Образец работы.

Перв. примен.	НГ 01.29.09																																				
Справ. №																																					
Подп. и дата																																					
Инв. № дробл.																																					
Взам. инв. №																																					
Подп. и дата																																					
Инв. № подл.																																					
НГ 01.29.09																																					
<table border="1"> <tr> <td>Изм.</td> <td>Лист</td> <td>№ докум.</td> <td>Подп.</td> <td>Дата</td> </tr> <tr> <td>Разраб.</td> <td></td> <td>Федоров П. Н.</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Проб.</td> <td></td> <td>Иванова А. И.</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Т.контр.</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Н.контр.</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Утв.</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>				Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Разраб.		Федоров П. Н.			Проб.		Иванова А. И.			Т.контр.					Н.контр.					Утв.					<h1>Деталь</h1>	Лит.	Масса	Масштаб
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата																																	
Разраб.		Федоров П. Н.																																			
Проб.		Иванова А. И.																																			
Т.контр.																																					
Н.контр.																																					
Утв.																																					
				у	0,91	1:1																															
				Лист 1	Листов 3																																
				Сталь 10 ГОСТ 1050-88	ГГТУ им.П. О. Сухого зр. ТМ-13																																
				Копировал	Формат А4																																

Продолжение приложения 2. Образец работы.

НГ 01.29.09



Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № д/дл.	Подп. и дата	
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Лист
					2

НГ 01.29.09

Копировал Формат А4

Продолжение приложения 2. Образец работы.

60'67'10 НН

Модель создана на основе модели пирамиды. Для выполнения пересечения пирамиды с прямой шестигранной призмой заданных размеров и ориентации выполнены следующие действия:

1. Установлена горизонтальная плоскость – **Плоскость ZX**;
2. В горизонтальной плоскости находится основание пирамиды  $ABC$  – базовая плоскость, так как  $(\cdot)E \in \Delta ABC$ .

Построен эскиз  $E(-35,64, -33,2)$ ;

3. Командой **Плоскость под углом к другой плоскости** создана вспомогательная плоскость. При образовании вспомогательной плоскости указаны базовая грань пирамиды и меньшая сторона  $\Delta ABC$ . Вспомогательная плоскость сориентирована под углом  $30^\circ$  внутрь тела пирамиды;

4. Командой **Спроецировать**  $(\cdot)E$  спроецирована во вспомогательную плоскость;

5. В этой точке создан эскиз сечения шестигранной призмы заданных размеров и ориентации;

6. Применена операция **Выдавливание** в обе стороны с минимально необходимыми размерами, чтобы призма вышла за поверхность пирамиды.

Полученная модель пересечения сохранена с расширениями  $m3d$  (трехмерная модель) и  $jpg$  (рисунок).

На Листе 1 показаны рисунок, а на Листе 2 ассоциативный чертеж и аксонометрическое изображение заданного пересечения поверхностей.

Инв. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Инв. № докл.
Подп. и дата	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	НГ 01.29.09	Лист
						3

Копировал

Формат А4

## Литература

1. Бубенников А. В. Начертательная геометрия. М.: Высшая школа, 1985.
2. Гордон В. О., Семенов – Огиевский М. А. Курс начертательной геометрии. М.: Высшая школа, 1988.
3. Гордон В. О., Иванов Ю. Б., Солнцева Т. Е. Сборник задач по курсу начертательная геометрия. М.: Высшая школа, 1989.
4. КОМПАС-3D.V10. Практическое руководство, в 3-х частях,  
-Санкт- Петербург: АО АСКОН, 2008.
5. КОМПАС-3D.V10. Руководство пользователя, в 3-х частях,  
-Санкт- Петербург: АО АСКОН, 2008.
6. Потемкин А. Инженерная графика. Просто и доступно. М.: изд. «Лори», 2000. - 491с.
7. Потемкин А. Трехмерное твердотельное моделирование. - М.: Компьютер Пресс, 2002. -296 с.
8. <http://kompas-edu.ru>. Методические материалы размещены на сайте «КОМПАС в образовании»

## Оглавление

Введение.....	3
Требования к работе.....	4
1. Алгоритмы решаемых задач.....	4
1.1. Метод перемены плоскостей проекций.....	5
1.1.1. Определение <i>НВ</i> отрезка прямой общего положения .....	6
1.1.2. Преобразование плоскости общего положения в проецирующее .....	6
1.1.3. Преобразование прямой общего положения в проецирующее ...	7
1.1.4. Определение <i>НВ</i> плоской фигуры.....	8
1.2. Метод вращения относительно проецирующих прямых .....	9
1.2.1. Определение <i>НВ</i> отрезка прямой общего положения .....	10
1.2.2. Определение <i>НВ</i> плоской фигуры в проецирующем поло .....	10
1.3. Метод вращения относительно линий уровня .....	10
1.3.1. Определение <i>НВ</i> плоского угла.....	10
1.3.2. Определение <i>НВ</i> плоской фигуры в общем положении .....	11
2. Знакомство с графическим редактором КОМПАС-3D V10.....	12
2.1. Общие положения .....	12
2.2. Приемы построения геометрических объектов .....	18
2.2.1. Вычерчивание вспомогательных прямых .....	19
2.2.2. Вычерчивание отрезка .....	21
2.2.3. Выделение, перемещение, изменение и удаление .....	22
геометрических объектов.....	22
2.2.4. Линейные размеры .....	23
2.2.5. Построение окружности.....	25
2.2.6. Деление линии на равные части.....	26
2.2.7. Построение прямоугольника .....	27
2.2.8. Штриховка.....	29
2.3. Вывод чертежа на печать .....	30
2.4. Общие принципы твердотельного моделирования .....	32

2.4.1. Построение тела выдавливанием. ....	35
2.4.2. Построение тела вращением.....	38
2.4.3. Редактирование (изменение) моделей .....	40
2.4.4. Операция приклеивания.....	40
2.4.5. Операция вырезания.....	42
2.4.6. Построение усеченного геометрического тела .....	42
2.5. Создание ассоциативного чертежа .....	43
3. Пояснения и рекомендации к выполнению заданий контрольной работы .....	47
3.1. Задача № 1. Определение недостающих проекций точек на поверхности многогранника.....	48
3.2. Задача № 2. Определение <i>НВ</i> прямой общего положения.....	50
3.3. Задача № 3. Определение двугранного угла .....	51
3.4. Задача № 4. Определение расстояния от точки до плоскости. Восстановление перпендикуляра заданной длины к плоскости .....	51
3.5. Задача № 5. Определение <i>НВ</i> плоской фигуры в общем положении .....	52
3.6. Задача № 6. Сечение пирамиды проецирующей .....	52
плоскостью. Определение <i>НВ</i> фигуры в сечении.....	52
3.7. Задача № 7. Построение полной развертки.....	53
поверхности усеченной пирамиды.....	53
3.8. Задача № 8. Построение 3D - модели пирамиды.....	54
3.9. Задача № 9. Построение модели пересечения пирамиды с призмой .....	56
Приложение 1. Варианты.....	58
Приложение 2. Образец работы. ....	62
Литература .....	86



**Селютин Александр Михайлович  
Мурашко Ольга Петровна**

## **НАЧЕРТАТЕЛЬНАЯ ГЕОМЕТРИЯ**

**Методические указания  
и контрольные задания**

**к выполнению на компьютере комплексной работы  
по одноименному курсу для студентов 1-го курса  
дневной формы обучения**

Подписано к размещению в электронную библиотеку  
ГГТУ им. П. О. Сухого в качестве электронного  
учебно-методического документа 24.05.10.

Пер. № 137Е.

E-mail: [ic@gstu.by](mailto:ic@gstu.by)

<http://www.gstu.by>