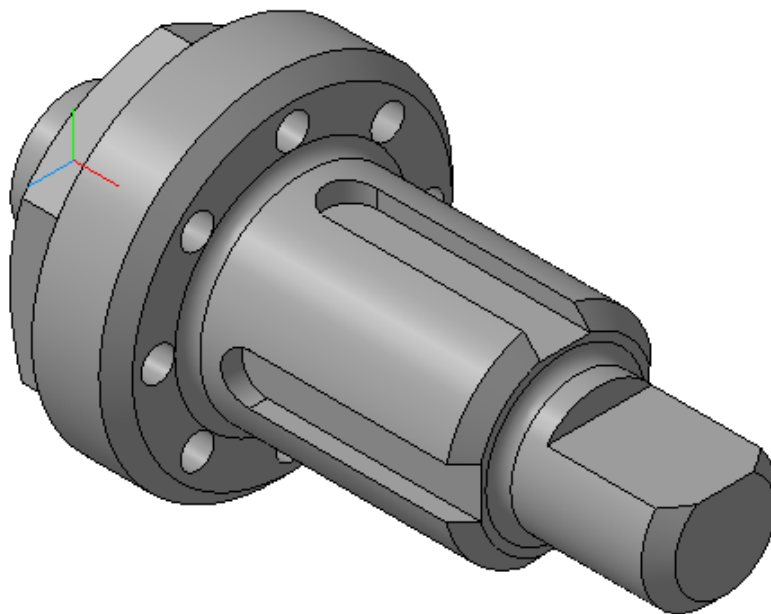


МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ УКРАИНЫ  
ГОСУДАРСТВЕННОЕ ВЫСШЕЕ УЧЕБНОЕ ЗАВЕДЕНИЕ  
ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
Кафедра начертательной геометрии и инженерной графики

О. А. ЛОПАТОВ

**КОМПЬЮТЕРНАЯ ГРАФИКА**  
УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ  
НА БАЗЕ ГРАФИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ КОМПАС-3D V9



ДОНЕЦК

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ УКРАИНЫ ГО-  
СУДАРСТВЕННОЕ ВЫСШЕЕ УЧЕБНОЕ ЗАВЕДЕНИЕ  
ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
Кафедра начертательной геометрии и инженерной графики

О. А. ЛОПАТОВ

КОМПЬЮТЕРНАЯ ГРАФИКА  
УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ  
НА БАЗЕ ГРАФИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ КОМПАС-3D V9

Донецк ДонНТУ 2008

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ УКРАИНЫ ГО-  
СУДАРСТВЕННОЕ ВЫСШЕЕ УЧЕБНОЕ ЗАВЕДЕНИЕ  
ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
Кафедра начертательной геометрии и инженерной графики

О. А. ЛОПАТОВ

КОМПЬЮТЕРНАЯ ГРАФИКА  
УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ  
НА БАЗЕ ГРАФИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ КОМПАС-3D V9

УТВЕРЖДЕНО:  
на заседании кафедры начертательной  
геометрии и инженерной графики  
Протокол № 8 от 08. 04. 2008 г.

УТВЕРЖДЕНО:  
на заседании учебно-издательского  
совета ДонНТУ  
Протокол № 4 от 19. 05. 2008г.

Донецк 2008

УДК 681.3

Компьютерная графика. Учебное пособие. На базе графической системы КОМПАС-3D V9). /Разраб.: О. А. Лопатов. – Донецк: ДонНТУ, 2008, с. 45.

Кратко изложены основы работы в системе КОМПАС-3D V9, дано описание структуры системы, команд меню, основных панелей инструментов, а также подробно рассмотрен пример создания трехмерной модели и чертежа детали, что является содержанием курсовой работы по компьютерной графике для студентов факультета КИТА.

Составитель: О. А. Лопатов

Рецензент: Н. С. Гармаш

Ответственный  
за выпуск: И. А. Скидан, проф.

© О.А. Лопатов

# 1. Интерфейс системы КОМПАС-3D V9

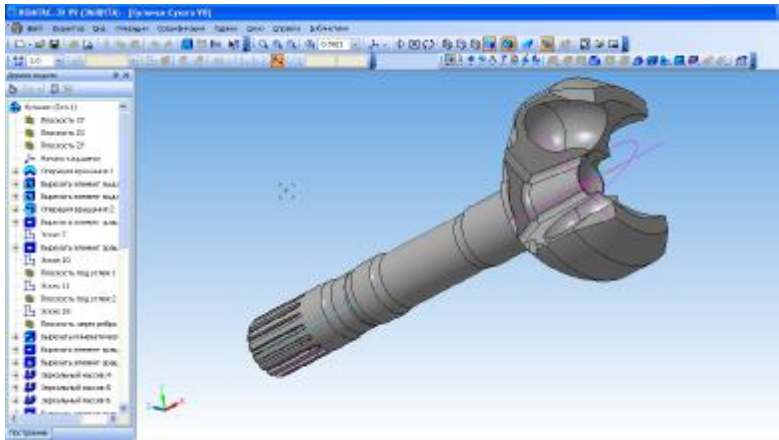


Рис. 1 Главное окно системы КОМПАС-3D V6

системы и документа, с которым работает пользователь.

В третьей строке располагается панель инструментов **Стандартная**, которая присутствует во всех окнах системы. В последующих строках размещаются панели инструментов **Вид** и **Текущее состояние**.

В середине экрана расположена рабочая область, в которой могут размещаться документы: эскиз, модель (детали, сборки), графический документ (фрагмент, чертеж), текстовый документ, спецификация. На рис. 1. показано главное окно с изображением созданной модели.

В левой части экрана по умолчанию располагается Компактная панель. Ниже рабочей области зарезервировано место для панели свойств. Эта панель содержит, кроме всего, панель специального управления, включающая кнопки для выполнения команд, таких как **Создание объекта**, **Прерывания команды** и т.п.

Самая нижняя строка экрана – строка сообщений, в которой даются подсказки, какие действия можно выполнить, или расшифровываются команды, активные в настоящий момент.

## 1.1 Система меню

Основными элементами графической системы являются многочисленные команды, которые выполняют те или иные операции. Для их использования предусмотрена целая система меню:

- главное меню (см. выше);
- выпадающие меню, которые появляются при щелчке по любому из пунктов главного меню;
- всплывающие меню, которые появляются при щелчке по определенным пунктам выпадающих меню;

- контекстные меню, всплывающие при щелчке *правой* кнопки мыши по соответствующим объектам. Контекстное меню включает набор команд, который зависит от совершаемого действия.

## 1.2 Основные панели инструментов

Для работы в системе имеются панели инструментов с кнопками, которые соответствуют определенным командам. Для вывода на экран любой панели можно использовать несколько способов, например, при помощи пункта **Вид** главного меню. Далее щелчком по пункту **Панели инструментов** вызывается всплывающее меню с перечнем всех панелей. Со щелчком по названию нужной панели инструментов, появляется галочка перед выбранным названием, а сама панель отображается на экране монитора. Очень часто панели инструментов выводятся при помощи **Компактной панели**.

На рис.2 приведен общий вид панели инструментов **Стандартная**. Задерживайте указатель мыши поочередно на кнопках панели и через некоторое время будут появляться названия этих кнопок, а в строке состояния будет даваться краткая расшифровка действия каждой кнопки.

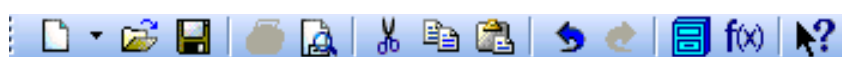


Рис. 2 Панель инструментов **Стандартная**.

Слева на право, в порядке следования, перечислим команды, скрывающиеся за этими пиктограммами: **Создать**, **Открыть**, **Сохранить**, **Печать** (не активизирована), **Предварительный просмотр**, **Вырезать**, **Копировать**, **Вставить**, **Отменить**, **Повторить** (не активизирована), **Менеджер библиотек**, **Переменные**, **Что это такое**.

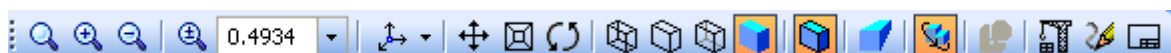


Рис. 3 Панель инструментов **Вид** в режиме создания детали.

Состояние панели инструментов **Вид** зависит от режима, в котором работает система. В режиме построения детали эта панель выглядит так, как показано на рис. 3 (слева – направо): **Увеличить масштаб рамкой**, **Увеличить масштаб**, **Уменьшить масштаб**, **Текущий масштаб**, **Управление ориентацией модели**, **Сдвинуть**, **Приблизить-отдалить**, **Повернуть**, **Каркас**, **Без невидимых линий**, **Невидимые линии тонкие**, **Отображение Полутоновое**, **Полутоновое с каркасом**, **Перспектива**, **Упрощенное отображение**, **Разнести** (не активизирована), **Перестроить**, **Обновить изображение**, **Показать все**.

Содержание панели инструментов **Текущее состояние** в режиме



Рис. 4 Панель инструментов **Текущее состояние**.

построения детали показано на рис. 4.



Эта панель, как правило, размещается после панели **Вид** и включает многочисленные кнопки, соответствующие командам режима работы системы: **Текущий шаг курсора**, **Состояние слов**, **Эскиз**, **Редактировать на месте** (не активизирована), **Настройка глобальных привязок**, **Запретить привязки**, **Сетка**, **Локальная система координат**, **Ортогональное черчение**, **Округление**, **Координаты курсора**. В конце каждой панели имеется кнопка с зачерненным треугольником **Параметры панелей инструментов**, при помощи которой можно добавлять или удалять отдельные команды.

**Компактная панель** содержит набор кнопок-переключателей, предназначенных для вызова панелей инструментов, и какую-либо раскрытую панель инструментов. Кнопки-переключатели этой панели показаны на рис. 5. Представлены кнопки включения следующих инструментальных панелей (сверху – вниз): **Редактирование детали**, **Поверхности**, **Фильтры**, **Элементы листового тела**, **Геометрия**, **Размеры**, **Обозначения**, **Редактирование**, **Параметризация**, **Измерения (2D)**, **Выделение**.

Рис. 5 Набор кнопок-переключателей Компактной панели.

**Панель свойств** служит для управления параметрами текущей команды и процессом ее выполнения. В качестве примера на рис. 6 показана панель свойств при выполнении команды **Кривая Безье**. Присутствуют команды **Координаты следующей точки кривой**, **Режим**

**Разомкнутый/Замкнутый объект**, **Стиль линии**. Слева к панели свойств примыкает панель специального управления, а внизу – вкладка с названием команды (если вкладок несколько, то они могут иметь названия: **Параметры**, **Свойства** и т.п.). На панели специального управления расположены кнопки, с помощью которых выполняются действия, в данном конкретном случае их четыре: **Создать объект**, **Прервать команду**, **Редактировать точки**, **Вызов справки**. Панель свойств, как и дру-

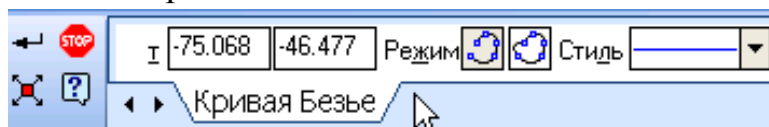


Рис. 6 Панель свойств в прикрепленном состоянии внизу главного окна.

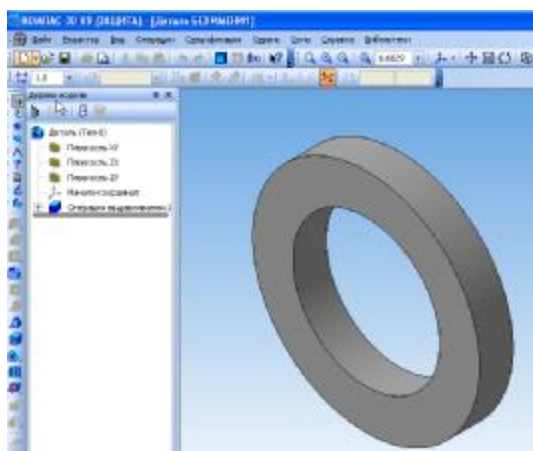


Рис. 7 Дерево построения на этапе создания базовой модели (основания) детали.

**Создать объект**, **Прервать команду**, **Редактировать точки**, **Вызов справки**. Панель свойств, как и дру-

гие панели, может находиться в прикрепленном или плавающем состоянии.

**Дерево построения** является графическим интерфейсом для управления процессом создания или редактирования деталей и узлов. В нем дается графическое упорядоченное представление составных частей с соответствующими пиктограммами. При создании детали в дереве построения отображаются (рис. 7): обозначение начала координат, плоскости, оси, эскизы, операции и указатель окончания построения модели (двойная линия). Эскиз, задействованный в любой операции, размещается на «ветви» дерева построения, соответствующей операции.

Рассмотрим инструментальные панели, наиболее часто используемые при создании эскизов трехмерных моделей и их чертежей.

Инструментальная панель **Геометрия** (рис. 8). Эта панель включает набор кнопок для создания геометрических образов на чертеже или эскизе. Изображения кнопок с зачерненным уголком имеют расширения (ниже они даны в скобках). Для вызова любой кнопки из расширения, нажмите кнопку на панели, и держите ее включенной в течение 1 сек. Из всплывшего меню команд выберите необходимую. Под рис.8 показано расширение только для одной команды – **Точка**.



Рис. 8 Инструментальная панель **Геометрия**

**Точка.** Создает точку с указанными параметрами (точки на кривой, точки пересечения двух кривых, все точки пересечения кривой, точка на заданном расстоянии).



**Вспомогательная прямая** (горизонтальная прямая, вертикальная прямая, параллельная прямая, перпендикулярная прямая, касательная прямая через внешнюю точку, касательная прямая через точку на кривой, касательная к двум кривым, биссектриса).

**Отрезок** (параллельный отрезок, перпендикулярный отрезок, касательный отрезок через внешнюю точку, касательный отрезок через точку кривой, отрезок касательный к 2 кривым)

**Окружность** (окружность по трем точкам, окружность с центром на кривой, окружность, касательная к кривой, окружность, касательная к 2 кривым, окружность касательная к 3 кривым, окружность по 2 точкам).

**Дуга** (дуга по 3 точкам, дуга, касательная к кривой, дуга по 2 точкам, дуга по 2 точкам и углу раствора).

**Эллипс** (по диагонали прямоугольника, эллипс по центру и вершине прямоугольника, эллипс по центру, середине стороны и вершине прямоугольника, по 3 вершинам параллелограмма, эллипс по центру и 3 точкам, эллипс, касательный к 2 кривым).

**Непрерывный ввод объектов.** Строит последовательность отрезков, дуг и сплайнов.

**Кривая Безье** (ломаная, NURBS). Для построения плавной кривой последовательно указывают точки, через которые должна пройти эта кривая.

**Фаска** (фаска на углах объекта). Строит отрезок, соединяющий две пересекающиеся кривые. Параметры фасок вводят в полях на панели свойств.



**Скругления** (скругления на углах объекта). Строит скругление двух пересекающихся объектов дугой окружности.

**Прямоугольник** (прямоугольник по центру и вершине, многоугольник).

**Собрать контур.** Позволяет сформировать контур, последовательно обходя пересекающиеся между собой геометрические объекты.

**Эквидистанта кривой** (эквидистанта по стрелке). Указывают базовый объект, на экране появится фантом эквидистанты. Редактируют параметры и фиксируют кнопкой

**Штриховка.** Позволяет использовать различные типы штриховок, а также заливать цветом замкнутые контуры на чертеже.

**Спроецировать объект.** Команда активизируется только при создании или редактировании эскиза в трехмерном документе и позволяет проецировать элементы модели на плоскость эскиза.

Инструментальная панель **Размеры** позволяет проставлять любые размеры на чертежах, а также управляющие параметрические размеры на эскизах (рис. 9).

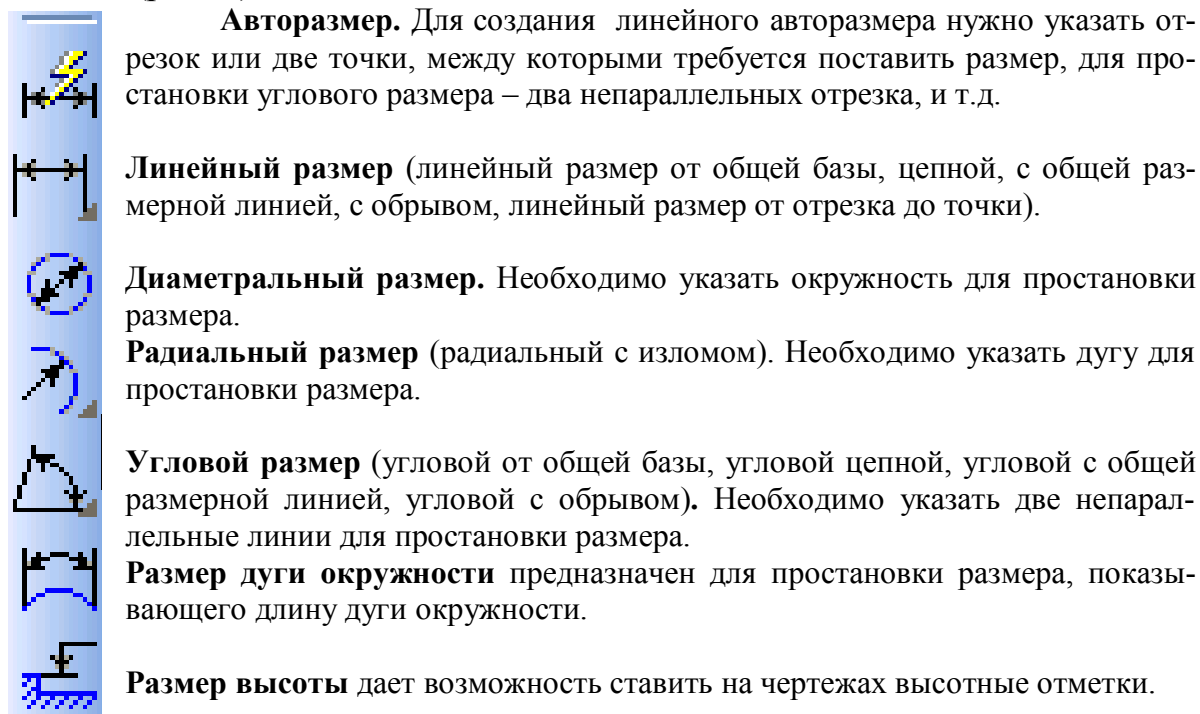


Рис. 9

Панель инструментов **Редактирование** включает следующий набор кнопок (рис. 10).



Рис. 10

**Сдвиг** (сдвиг по углу и расстоянию). Позволяет сдвигать выделенные объекты эскиза, фрагмента или чертежа.

**Поворот.** Позволяет поворачивать выделенные объекты эскиза, фрагмента или чертежа на любой угол вокруг определенной точки.

**Масштабирование.** Позволяет изменять масштаб выделенных объектов эскиза, фрагмента или чертежа.

**Симметрия** позволяет выполнять симметричное отображение выделенных объектов эскиза, фрагмента или чертежа. Для получения изображения, указывают положение первой, а затем второй точек оси симметрии.

**Копирование** (копия по кривой, копия по окружности, копия по концентрической сетке, копия по сетке). Позволяет получать неограниченное количество копий выделенных объектов эскиза, фрагмента или чертежа.

**Деформация сдвигом** (деформация поворотом, деформация масштабированием). Позволяет деформировать выделенные объекты эскиза, фрагмента или чертежа.

**Усечь кривую** (усечь кривую 2 точками, выровнять по границе, удалить фаску/скругление). Позволяет удалять часть объекта эскиза, фрагмента или чертежа, а также выполнять другие операции (см. расширения).

**Разбить кривую** (разбить кривую на N частей). Позволяет разбить объект эскиза, фрагмента или чертежа в какой-либо точке на две части.

**Очистить область.** Удаляются все объекты, находящиеся внутри или снаружи некоторой границы.

**Преобразовать в NURBS.** Позволяет преобразовывать геометрический объект или текст, написанный TrueType-шрифтом, в NURBS-кривую для последующего редактирования.

Панель инструментов **Обозначения** включает следующий набор кнопок (рис. 11).

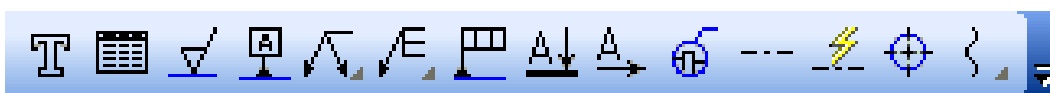


Рис. 11

**Текст.** Создает текстовую надпись на чертеже или фрагменте. Каждая надпись может состоять из произвольного количества строк.

**Таблица.** В диалоге создания таблицы можно настроить ее параметры (размеры, число строк, число столбцов), а также вставить различные специальные объекты при помощи элементов вкладки **Вставка**.

**Шероховатость.** Позволяет размещать на графических объектах знаки шероховатости поверхности.

**База.** Создает обозначение базовой поверхности.

**Линия-выноска** (знак клеймения, знак маркировки, знак изменения). Позволяет получать произвольную линию-выноску для создания как стандартных, так и произвольных надписей на чертеже.

**Обозначение позиций** (выровнять позиции по горизонтали, выровнять позиции по вертикали). Создает линию-выноску для простановки обозначения позиции и позволяет выполнять выравнивание обозначений.

**Допуск формы.** Позволяет встроить в чертеж допуск формы и расположения поверхности.

**Линия разреза.** Создает простую или ступенчатую линию разреза или сечения.

**Стрелка взгляда.** Строит стрелку, указывающую направление взгляда на модель.

**Выносной элемент.** Создает в изображении обозначение выносного элемента (круг с линией-выноской).

**Осевая линия по двум точкам.** Облегчает проведение осевых линий.

**Автоосевая.** Преимущество этой команды перед предыдущей состоит в том, что она распознает тип указанного объекта, в зависимости от чего предлагает оптимальный способ построения осевой линии.

**Обозначение центра.** Создает обозначение центра с осевыми линиями. Можно также указывать центр одной линией или точкой.

**Волнистая линия** (линия с изломами). Позволяет автоматически создавать волни-



Рис. 12

стую линию обрыва по двум указанным крайним точкам.

Панель инструментов **Редактирование детали** включает перечень команд (рис. 12) для создания трехмерной модели.

**Операция выдавливания** позволяет создать основание модели путем перемещения эскиза в направлении, перпендикулярном его плоскости. Расширение: операция вращения, операция кинематическая, операция по сечениям. Как правило, одной из этих команд начинается построение твердого тела. В процессе работы над моделью, когда добавляется новый формообразующий элемент, команды называют – приклеить выдавливанием, приклеить вращением, и т.д.

**Деталь-заготовка** позволяет создать основание модели, используя в качестве образца существующую модель.

**Вырезать вращением** позволяет вырезать из модели формообразующий элемент, представляющий собой тело вращения. Расширение: вырезать выдавливанием, вырезать кинематически, вырезать по сечениям.

**Скругление** позволяет скруглять указанные ребра модели. Расширение: фаска.

**Отверстие** позволяет создать круглое отверстие со сложным профилем. Для формирования отверстия необходимо задать его координаты на базовой плоскости и выбрать профиль в библиотеке отверстий и размеры.

**Ребро жесткости** позволяет создавать ребра жесткости на основе эскиза, содержащего незамкнутый контур.

**Уклон** позволяет придать уклон плоским граням, перпендикулярным основанию, или цилиндрическим граням с образующими перпендикулярными основанию.

**Оболочка** позволяет преобразовать модель в тонкостенную оболочку.

**Сечение поверхностью** позволяет удалить часть модели, находящуюся по одну сторону пересекающей эту модель поверхности. Расширение: сечение по эскизу.

**Массив по сетке** позволяет создать массив, элементы которого располагаются в углах параллелограмной сетки. Количество копий по каждому из направлений неограниченно и задается отдельно. Расширение: массив по концентрической сетке, массив вдоль кривой.

**Зеркальный массив** позволяет получить копию выбранных элементов, симметричную им относительно указанной плоскости или плоской грани. Расширение: зеркально отразить все.

При создании трехмерных деталей в качестве опорных плоскостей используют плоскости проекций или грани уже построенной части модели. Часто этого бывает недостаточно. Плоскость для эскиза можно расположить как угодно, используя вспомогательные объекты, которые можно построить при помощи команд панели инструментов **Вспомогательная геометрия**.

Панель **Вспомогательная геометрия** отсутствует среди представленных на рис. 5. Это связано с тем, что при переходе к трехмерному моделированию изменяется набор кнопок-переключателей **Компактной панели**, которая приобретает следующий вид (рис. 13).

Не вдаваясь пока в пояснения, перечислим состав кнопок-переключателей в этом случае (сверху-вниз). **Редактирование детали, Пространственные кривые, Поверх-**



Рис. 13

ности, **Вспомогательная геометрия, Измерения (3D), Фильтры, Спецификации, Условные обозначения, Элементы листового тела.**

Набор команд инструментальной панели **Вспомогательная геометрия** приведен на рис. 14, справа от него в скобках помещен их расширенный список.



**Ось через две вершины** (ось на пересечении плоскостей, ось конической поверхности, ось через ребро). Опорными объектами для построений могут служить вершины, ребра и грани, проекционные и смещенные плоскости.

**Смещенная плоскость** (плоскость через 3 вершины, плоскость под углом к другой плоскости, плоскость через ребро и вершину, плоскость через вершину параллельно другой плоскости, плоскость через вершину перпендикулярно ребру, нормальная плоскость, касательная плоскость, плоскость через ребро параллельно/перпендикулярно другому ребру, плоскость через ребро параллельно/перпендикулярно грани, средняя плоскость).

**Линия разреза** разбивает грань детали на несколько граней.

**Контрольная точка** (присоединительная точка).

Рис. 14

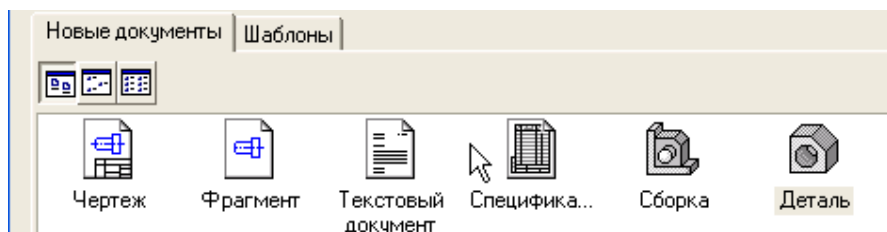
## 2. Создание трехмерной модели

### 2.1 Создание документа для модели

Работу над содержанием курсовой работы следует начинать с создания документа для модели. Для этого необходимо:



- Щелкните по кнопке **Создать** на панели инструментов **Стандартная**. Появится диалоговое окно **Новый документ**.



- В списке документов щелкните по документу **Деталь**, а затем – по кнопке **ОК**.

Рис. 15 Диалоговое окно **Новый документ**.

Появится окно детали под названием

### **Деталь БЕЗ ИМЕНИ 1.**



- Щелкните по кнопке **Сохранить** на панели инструментов **Стандартная**. Появится диалоговое окно **Укажите имя файла для записи**.

- Откройте нужный каталог (папку) и в текстовом поле **Имя файла** введите название вашей модели, например, **Вал**.

- Щелкните по кнопке **Сохранить**. Появится окно под названием **Информация о документе**.

- Введите в текстовом поле **Автор** имя автора (можно не заполнять) и щелкните по кнопке **ОК**.

### 2.2 Основные понятия и определения

Как уже отмечалось, элементом, на основе которого может быть

создан трехмерный объект, а затем чертеж, является эскиз. Его располагают либо в одной из проекционных плоскостей, либо на плоской грани уже построенного геометрического тела, либо во вспомогательной плос-

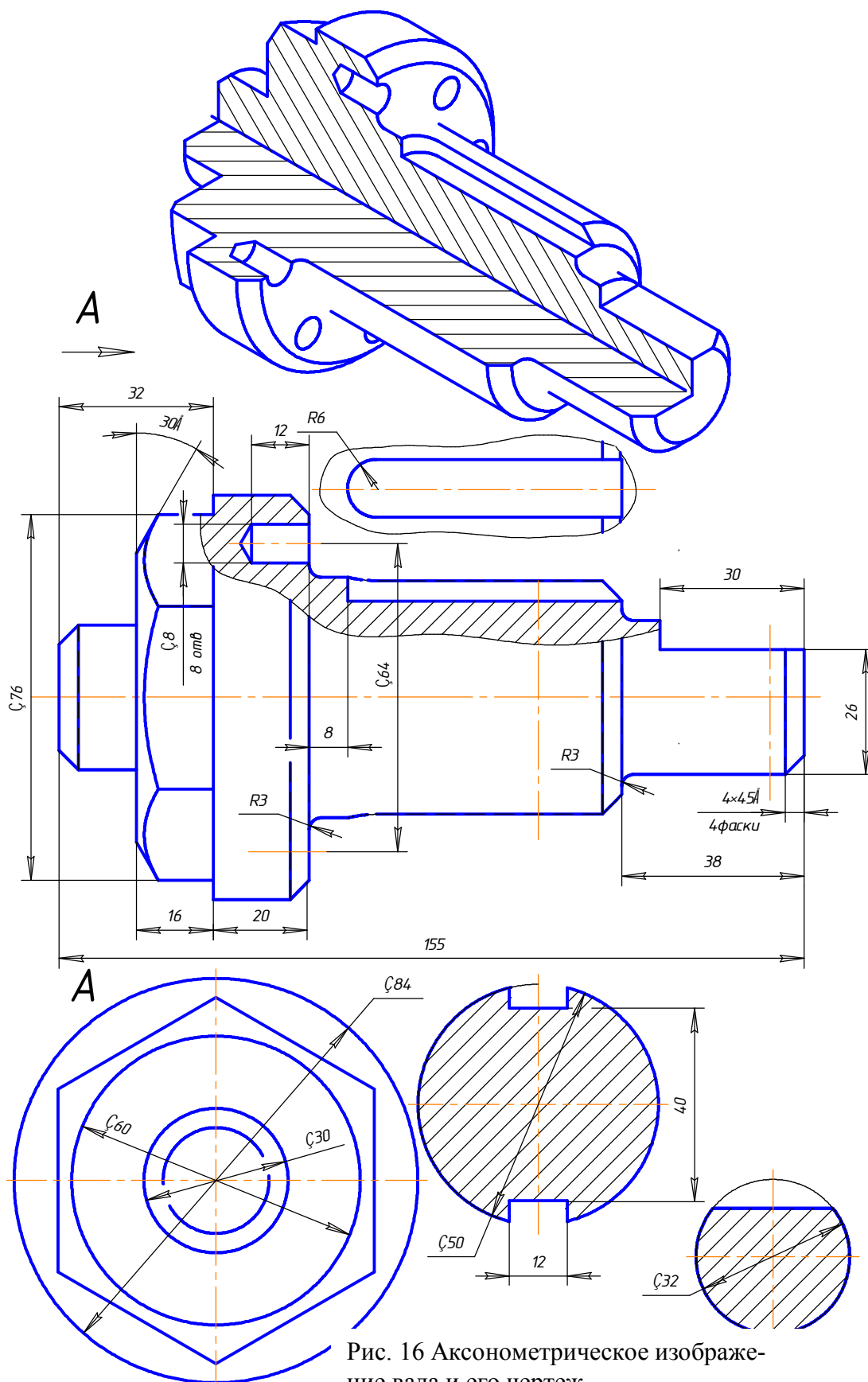


Рис. 16 Аксонометрическое изображение вала и его чертеж

кости, положение которой задает пользователь.

При создании трехмерных моделей системой предусмотрены следующие действия с эскизами (операции):

- вращение эскиза вокруг оси, лежащей в плоскости этого эскиза;
- выдавливание эскиза в направлении, перпендикулярном плоскости эскиза;
- перемещение эскиза вдоль указанной направляющей;
- перемещение контура по нескольким сечениям-эскизам.

Задания к курсовой работе подобраны таким образом, что для ее выполнения достаточно использования только операций вращения и выдавливания, последующие в списке операции в дальнейшем рассматриваться не будут.

Деталь в системе КОМПАС рассматривается как трехмерная модель, созданная с помощью одного или комбинации нескольких действий с соответствующими эскизами.

Чертеж в системе КОМПАС – это графический документ, содержащий изображения детали, размеры и другие данные, позволяющие однозначно прочитать форму и величину детали.

### 2.3 Создание эскиза основания модели

На листе задания (рис. 16) представлено наглядное изображение детали и ее чертеж. Внимательно изучите и постарайтесь описать словами форму детали в целом, а затем – отдельных ее частей.

Мысленно отделите все мелкие конструктивные элементы, выполнять которые можно только в том случае, если построено основание (исходная форма) детали. Представьте, какую форму будет иметь основание без этих элементов.

Судя по форме детали, а это пятиступенчатый вал, в реальной обстановке ее базовую часть будут изготавливать из цилиндрической заготовки на токарном станке. При выполнении модели этой детали, наиболее подходящей операцией создания основания является операция **Вращение**.

Эскиз, как правило, представляет собой сечение выполняемого объемного элемента. Для его создания подходит не любое изображение, оно должно подчиняться следующим правилам:

- в эскизе может быть один (замкнутый или разомкнутый) или несколько замкнутых контуров, они не должны пересекаться и иметь общих точек;
- контур в эскизе изображается стилем линии **Основная**;
- ось вращения должна быть одна и изображаться стилем линии **Осевая**;
- ни один из контуров не должен пересекать ось вращения.



Эскиз основания вала можно представить себе в виде непрерывной, незамкнутой, ломаной линии, участки которой расположены под прямыми углами. Одну из ступеней вала, шестиугольную призму, временно исключим из рассмотрения, она будет выполнена иным способом. Попутно отметим, что предложенный вариант построения модели далеко не единственный, изучаемая здесь графическая система обладает очень большими возможностями и позволяет одни и те же пространственные формы выполнять разными способами.

Первая ступень вала имеет длину 32 мм и диаметр 30 мм; вторая ступень имеет длину 20 мм и диаметр 84 мм; третья ступень имеет длину 65 мм и диаметр 50 мм; четвертая ступень имеет длину 38 мм и диаметр 32 мм. Общая длина вала, следовательно, - 155 мм.

В окне **Дерево построения** щелкните по названию проекционной плоскости, на которой будет расположен эскиз. Выберите фронтальную плоскость проекций, т.е. **Плоскость ХУ**. В дереве построения она будет выделена зеленым цветом, а в окне детали будет подсвечено условное обозначение плоскости (квадрат с характерными точками). Если вместо квадрата высветится отрезок прямой, это значит что направление взгляда



не соответствует выбранной плоскости. В меню панели **Вид** следует щелкнуть по треугольнику рядом с кнопкой **Управление ориентацией модели** и из выпавшего меню выбрать

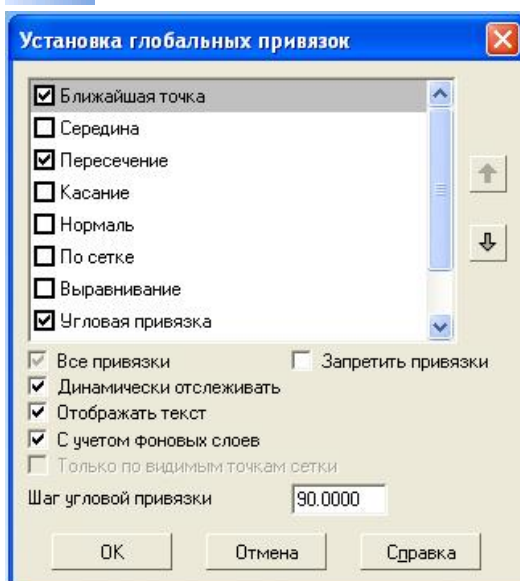
**Вид спереди.**



На панели инструментов **Текущее состояние** щелчком по кнопке **Эскиз** переведите систему в режим построения эскиза. Начиная с 8-й версии КОМПАС-3D при включении команды **Эскиз**, система самостоятельно устанавливает плоскость параллельно экрану, и пользоваться кнопкой **Управление ориентацией модели** нет необходимости.



Слева на экране появится Компактная панель (см. рис. 5) с активизированной кнопкой-переключателем **Геометрия** и соответ-



ствующей панелью инструментов.

Для сокращения времени построений и избежания ошибок необходимо включить привязки. На панели **Текущее состояние** вызовите команду **Установка глобальных привязок**. Появится диалоговое окно (рис. 17), в котором установите следующие привязки: **Ближайшая точка**, **Выравнивание** и **Угловая привязка**.

Для проведения оси щелкните на панели **Текущее состояние**



Рис. 17 Установка глобальных привязок.

по кнопке **Ортогональное черчение**, а на панели **Геометрия – Отрезок**. На панели свойств отрезка раскройте список **Стиль**, а нем – **Осевая**.



Далее щелкните мышью в точке начала координат и проведите вправо отрезок произвольной длины. Прервать команду можно клавишей **Esc**, кнопкой **STOP** или включив другую команду.



На инструментальной панели **Геометрия** вызовите команду **Непрерывный ввод отрезка**, а на панели свойств, используя список **Стиль**, установите стиль линии – **Основная**.

Нажмите и удерживайте клавишу Shift на клавиатуре. Нажмите колесико мыши до щелчка и, не отпуская его, переместите символ начала координат в левую часть экрана. Отпустите колесико и клавишу.

Левой кнопкой мыши зафиксируйте начальную точку ломаной линии в точке начала координат. Постройте ломаную линию, как показано на рис. 18.

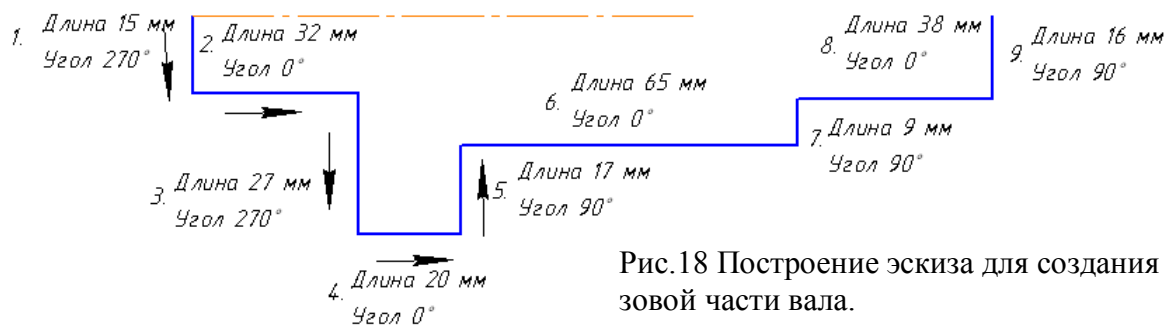


Рис.18 Построение эскиза для создания базовой части вала.

Углы для установки расположения отрезков следует отсчитывать от горизонтальной линии против движения часовой стрелки. Длины отрезков можно легко подсчитать из размеров на чертеже. Например, если из диаметра второй ступени вала – 84 мм вычесть диаметр первой ступени – 30 мм и разделить на два, получим длину третьего участка ломаной – 27 мм. Величины углов и расстояний следует устанавливать в специальных полях **Панели свойств** с обязательным подтверждением командой Enter. В процессе вычерчивания очередного отрезка, его параметры отображаются рядом с курсором.

Познакомьтесь с еще одним способом построения этого же эскиза.

На глаз проведите ломаную линию, отрезки которой располагаются либо горизонтально, либо вертикально, чтобы при вращении вокруг оси, она создала бы произвольный четырехступенчатый вал, состоящий из цилиндров (рис. 19).

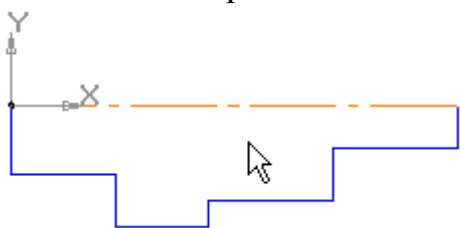
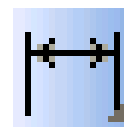


Рис. 19 Первоначальный набросок эскиза.

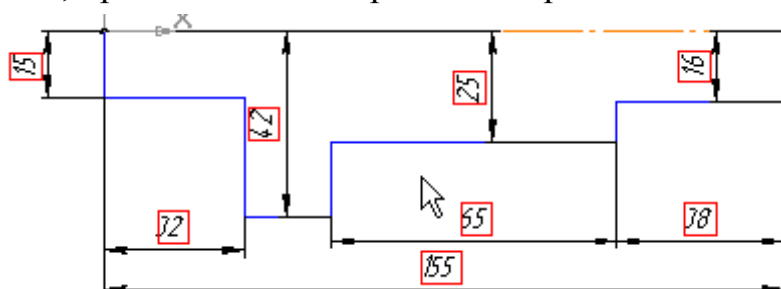
Щелчком на Компактной панели вызовите инструментальную панель **Размеры**, а за-





тем команду – **Линейный размер**. На панели свойств в разделе **Тип**, щелкните на кнопке **Горизонтальный**. Щелкните мышью в крайней правой точке последнего уступа, далее – в начале координат, а затем – в предполагаемом месте расположения размерной надписи. Появятся все атрибуты горизонтального размера и диалоговое окно **Установить значение размера**. На клавиатуре наберите заданную длину вала – число 155 мм и зафиксируйте его кнопкой ОК. При создании размера общей длины контура следует включить флажок **Информационный размер** в том же диалоговом окне.

Длина вала изменится в соответствии с заявленной величиной размера. Аналогичным образом проставьте все горизонтальные размеры. Затем, при постановке вертикально расположенных радиусов ступеней вала,



в разделе **Тип** на панели свойств выберите кнопку **Вертикальный**.

Система позволяет еще больше упростить создание эскиза.

Рис. 20 Эскиз для создания базовой модели вала.

Если включить команду **Авторазмер**, будет достаточно просто указывать курсором на тот или иной отрезок, выносные и размерная линия будут формироваться автоматически, достаточно будет только набрать его числовое значение.



Переход в режим построения модели происходит щелчком по кнопке **Эскиз**. В окне модели изображение эскиза выделится зеленым цветом.



На компактной панели щелкните по кнопке-переключателю **Редактирование детали**, а затем – по кнопке **Операция вращения**. Появится панель свойств этой операции (рис. 21).

В разделе **Способ** установите **Сфероид**, а **Угол поворота** – 360°. Затем раскройте вкладку **Тонкая стенка** и в разделе **Тип построения тонкой стенки** выберите **Нет**.

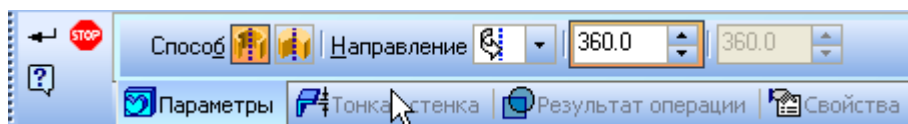
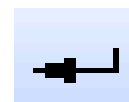


Рис. 21 Панель свойств **Операция вращения**.

**Создать объект** на панели специального управления.

Щелкните на панели инструментов **Вид** на раскрывшемся списке **Текущая ориентация**, а в нем – на пункте **Изометрия XYZ**, а также на кнопке **Показать все**. Появится базовая модель



вала, показанная на рис. 22.

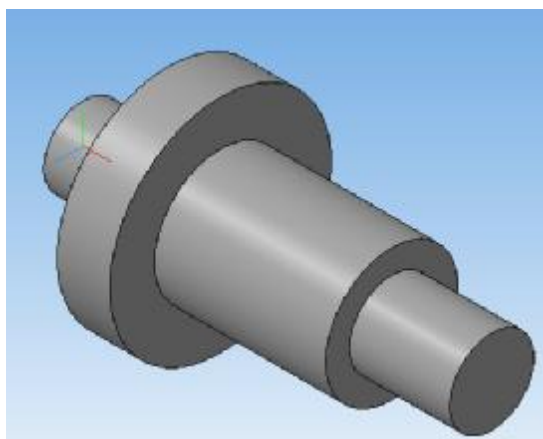


Рис. 22 Основание модели.

- щелкните на этой пиктограмме, эскиз выделится зеленым цветом;
- щелкните на эскизе *правой* кнопкой мыши. Появится контекстное меню;
- щелкните на пункте списка **Редактировать**. Эскиз станет доступным для внесения изменений.



На инструментальной панели **Геометрия** включите кнопку **Фаска**. На Панели свойств (рис. 23.) введите катет фаски 4 мм и угол наклона 45°. Проследите, чтобы были включены кнопки **Усекать первый элемент** и **Усекать второй элемент**. Остается последо-

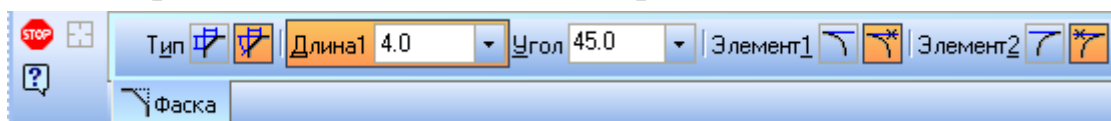


Рис. 23 Панель свойств **Фаска**.

вательно указывать на отрезки эскиза у места нанесения фаски.

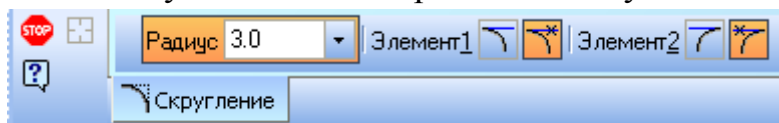


Рис. 24 Панель свойств **Скругление**

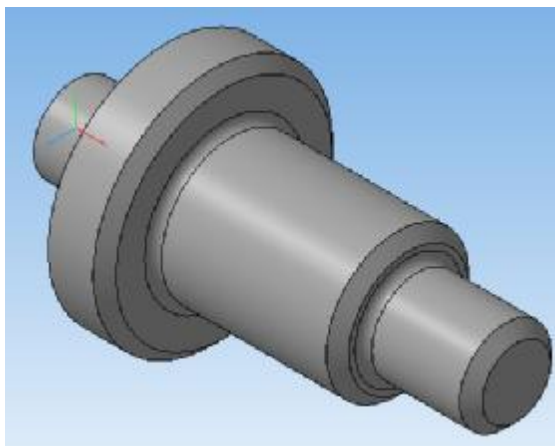


Рис. 25 Основание модели вала с фасками и скруглениями.

## 2.4 Редактирование эскиза.

В процессе работы очень часто возникает необходимость вносить изменения в эскиз, т.е. редактирования.

Поставим задачу: на базовую модель вала нанести фаски и скругления, предусмотренные чертежом.

Для этого:

- щелкните в дереве построения по крестику у надписи **Операция вращения: 1**. На ветви дерева возникнет пиктограмма и надпись **Эскиз: 1**;

Команда **Скругление** выполняется аналогично предыдущей команде,



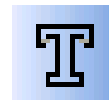
но на Панели свойств этой команды установите значение радиуса скругления 3 мм. Включите инструментальную панель **Размеры**, и на эскиз нанесите размеры фасок и скруглений. Нажмите кнопку **Эскиз**, что будет означать окончание редактирования, и система автоматически перестроит форму исходной части модели вала (рис. 25).



Еще раз возвратитесь к эскизу. Щелкните мышью левее и выше мысленного габаритного прямоугольника эскиза и, не отпуская кнопку, поместите его в прямоугольную рамку. Все линии должны подсветиться зеленым светом. На Панели инструментов **Стандартная** вызовите команду **Копировать**, а в качестве точки привязки копируемого изображения укажите начало координат. Далее, аналогично описанию (п. 2.1), вызовите диалоговое окно **Новый документ** (рис. 15) и укажите на документ **Чертеж**. Появится формат А4 с основной надписью и рамками. Щелкните по кнопке **Вставить**. Появится фантомное изображение эскиза, которое разместите в верхней части формата, и зафиксируйте щелчком мыши.



С помощью команды **Ввод текста**, расположенной на инструментальной панели **Обозначения**, над эскизом запишите текст *Эскиз 1*. Подобную процедуру повторяйте всякий раз после создания очередного эскиза. Сохраните документ. В итоге получите графический документ с пронумерованными эскизами, которые были использованы для построения вала. Каждый эскиз должен быть снабжен размерами.

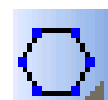


## 2.5 Создание призматической ступени вала

Выберем левую торцевую грань цилиндра R42 мм в качестве основания шестиугольной призмы, вписанной в окружность R38 мм. На этой грани следует поместить эскиз выдавливания в виде правильного шестиугольника.

Для этого:

- при помощи кнопки **Повернуть**, размещенной на панели инструментов **Вид**, (или вдавив колесико мыши до щелчка) разверните модель так, чтобы хорошо просматривалась вышеуказанная грань;
- установите указатель мыши на этой грани и щелкните левой клавишей. Окружности, ограничивающие торец, высветятся прерывистой линией, а сама плоскость окрасится в зеленый цвет.
- вызовите команду **Эскиз**. Вал будет повернут так, что торец цилиндра займет неискаженное положение для перехода из режима работы с моделью в режим работы с эскизом. Появится Компактная панель и панель инструментов **Геометрия**;
- щелкните по кнопке **Многоугольник**, которая является расширением команды **Прямоугольник**;
- переместите указатель в точку начала координат и щелкните мышью;
- на панели свойств в поле **Количество вершин** введите цифру 6, в поле **Радиус** – 38, а способ построения шестиугольника назначьте **По описанной окружности**. После введения каждого

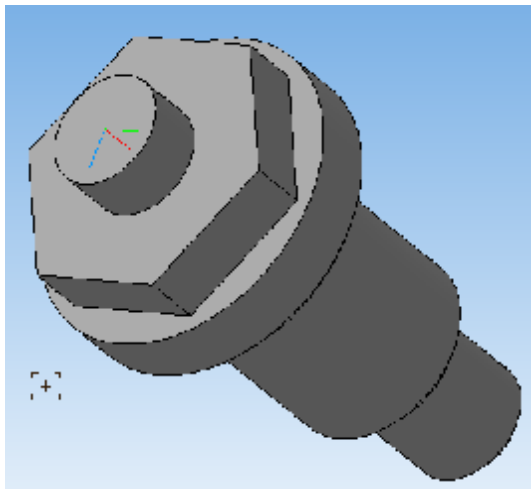


цифрового значения следует нажимать клавишу Enter для фиксации ввода;



Рис. 26 Панель свойств **Многоугольник**.

- Щелчком по кнопке **Эскиз** перейдите в режим работы с моделью. На Компактной панели по умолчанию будет активизирована панель **Редактирование детали**;
- Выберите команду **Приклеить элемент выдавливания**. В поле



**Расстояние 1** панели свойств наберите размер величины призматической ступени – 16 мм, и щелкните по кнопке **Создать объект** (Рис. 27).



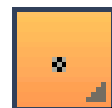
### 2.6 Создание фаски на призматической ступени вала

Достаточно простой метод построения фаски заключается в срезании части призмы отрезком образующей конической поверхности.

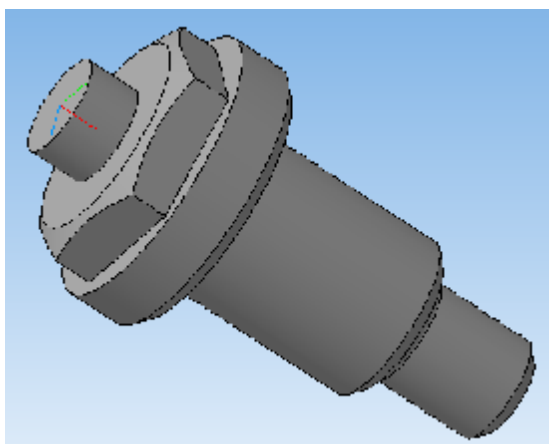
Рис. 27 Модель с приклеенной призмой

В дереве построения активизируйте фронтальную плоскость проекций (**Плоскость XY**), перейдите в режим выполнения эскиза и проведите осевую линию через точку начала координат в соответствии с описанием, приведенным ранее на стр. 15.

На панели инструментов **Геометрия** вызовите команду **Тока**. На панели свойств в соответствующих полях задайте координаты точки ( $X=16$ ,  $Y=30$ ), нажмите клавишу Enter и кнопку



**Создать объект**.



На той же панели **Геометрия** щелкните на кнопке **Отрезок**, на панели свойств отрезка в поле **Стиль** задайте **Основная**, а в поле **Угол** –  $60^\circ$ . Далее, из построенной ранее точки, проведите вправо отрезок так, чтобы он полностью пересекал изображение призмы.

Рис. 28 Модель с фаской на призматической ступени.

Перейдите в режим построения модели (кнопка **Эскиз**). На активи-

зированной панели **Редактирование детали** выберите команду **Вырезать вращением**. На Панели свойств этой команды (см. рис. 21) выберите способ построения – **Тороид**, затем откройте вкладку **Тонкая стенка** и установите тип построения тонкой стенки **Наружу**, а в поле **Толщина стенки** – 6 мм (толщина стенки должна быть толще отсекаемой части призмы). Проверьте, чтобы во вкладке **Вырезание** результатом операции было **Вычитание элемента**. Щелкните на кнопке **Создать объект** и призматическая часть вала примет такой вид (рис. 28).



## 2.7 Создание шпоночного паза

В качестве плоскости для размещения эскиза шпоночного паза следует выбрать смещенную плоскость, расположив ее на 20 мм выше горизонтальной плоскости проекций. Такую плоскость можно разыскать на инструментальной панели **Вспомогательная геометрия** (см. рис. 13).



На Расширенной панели команд вспомогательных плоскостей щелкните на кнопке **Смещенная плоскость**, на панели свойств в поле **Расстояние** введите число 20 и зафиксируйте его клавишей Enter. На запрос системы **Укажите базовую плоскость** (см. строку сообщений внизу экрана), на дереве построения щелкните на горизонтальной плоскости проекций (**Плоскость XZ**), которая выполняет роль базовой, и

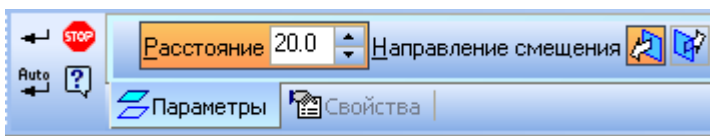


Рис. 29 Панель свойств команды **Смещенная плоскость**

затем по кнопке **Создать объект** на панели свойств. В дереве построения появится пиктограмма **Смещенная плоскость: 1**.

Для подготовки к построению эскиза шпоночного паза в Дереве построения щелкните на пиктограмме **Смещенная плоскость** и нажмите кнопку **Эскиз**. Плоскость автоматически расположится параллельно плоскости экрана.

Вызвав панель **Геометрия**, включите команду **Прямоугольник по двум вершинам**. В соответствии с записью в Строке сообщений **Укажите первую вершину прямоугольника** или введите ее координаты, задайте координаты первой точки  $X=60$ ,  $Y=-6$  (размер 60 мм соответствует расстоянию от начала прямоугольника до

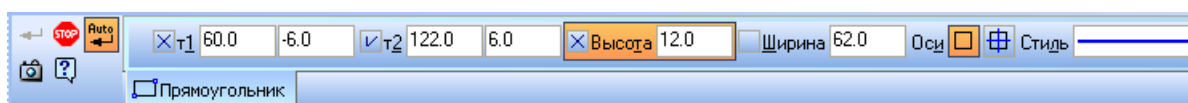


Рис. 30 Панель свойств **Прямоугольник**

начала координат). Вместо координат второй точки в поле **Высота** задайте значение высоты прямоугольника 12 мм.

На рис. 30 видно, что слева от зафиксированных параметров прямоугольника стоят крестики. Значение ширины прямоугольника вводить нет необходимости, достаточно, захватив кнопкой мыши правую верхнюю вершину прямоугольника, вывести ее вправо за пределы ступени вала диаметром 50 мм и закончить командой Enter.

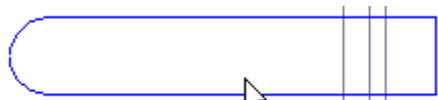


Рис. 31 Эскиз для создания шпоночного паза.

Команда **Скругление** – последняя в выполнении эскиза. На панели свойств этой команды зафиксируйте значение радиуса скруглений – 6 мм и, указывая на стороны прямоугольника у мест скруглений, получите результат, изображенный на рис. 31. Нажмите кнопку **Эскиз** для перехода в режим построения модели.

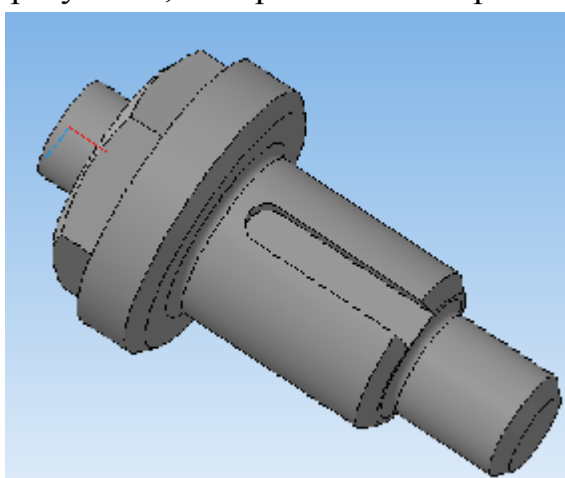


Рис. 32 Размещение шпоночного паза на модели.

На компактной панели активируйте панель **Редактирование детали**.

Выберите команду **Вырезать выдавливанием**. В поле **Расстояние** панели свойств выберите **Через все** и щелкните по кнопке **Создать объект**. По создаваемому фантому элемента легко проследить в какую сторону следует выдавливание, и если оно не соответствует задуманному, необходимо поменять направление.



Рассмотрим еще один вариант создания шпоночного паза, когда вместо смещенной плоскости будет использована касательная плоскость, а форма эскиза будет взята из библиотеки.

На расширенной панели команд вспомогательных плоскостей нажмите кнопку **Касательная плоскость** и курсором укажите цилиндрическую грань вала, на которой будет располагаться шпоночный паз. К ней можно построить бесконечное множество касательных, поэтому нужно дополнительно указать плоскость, которая проходит через ось цилиндрической грани, и будет указывать линию касания для новой плоскости.



В Дереве модели укажите **Плоскость XY**. Для окончательного выбора нужного варианта нажмите кнопку **Положение 1**, и включите команду **Создать объект**.

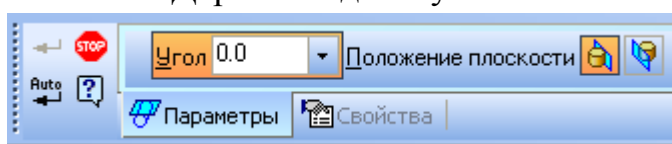


Рис. 33. Панель свойств **Касательная плоскость**

Шпоночный паз является конструктивным элементом, широко распространенным в машиностроении, поэтому при создании трехмерной модели можно воспользоваться библиотекой типовых эскизов.

- В дереве модели щелкните *правой* кнопкой мыши на элементе **Касательная плоскость** и из контекстного меню выберите команду **Эскиз из библиотеки**;
- В Дереве библиотеки откройте папку **Пазы и бобышки**;

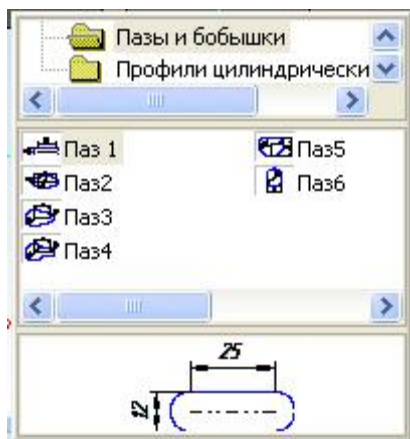


Рис. 34 Эскиз из библиотеки

- В списке элементов папки укажите **Паз 1**. В окне предварительного просмотра будет показан его контур;
- В поля координат **Точки привязки эскиза** по осям **X** и **Y** на панели свойств, введите значение 0.
- В поле **Угол** введите значение 90°;
- Нажмите кнопку **Создать объект**.

В дереве построения появится новый элемент **Эскиз**, а на модели – его изображение с характерной точкой, установленной в центре координат.

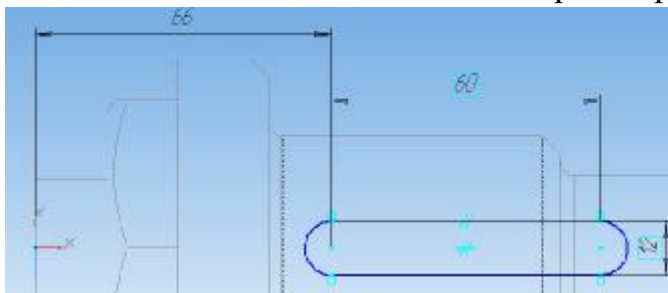


Рис. 35 Установка эскиза шпоночного паза

Щелкните на этом элементе *правой* кнопкой мыши и из контекстного меню активизируйте команду **Редактировать**. Эскиз представляет собой параметрический контур с размерами. Для его завершения нужно назначить свои размеры и правильно разместить контур.

Изменим значение длины шпоночного паза с 25 мм на 60 мм и построим дополнительный размер – 66 мм, с помощью которого установим расстояние между началом координат и центром первого скругления эскиза паза. Закройте эскиз и примените к нему операцию **Вырезать выдавливанием** в обратном направлении с типом построения **На расстояние 5 мм**.

## 2.8 Создание симметричного элемента

На исходном чертеже вала можно видеть, что на детали имеется два шпоночных паза, симметрично расположенных относительно горизонтальной плоскости проекций, поэтому второй шпоночный паз имеет смысл выполнить при помощи операции **Зеркальный массив**.

Включив кнопку с таким названием на инструментальной па-



панели **Редактирование детали**, в строке сообщений прочитаете: **Укажите плоскость отображения или операции-источники**. В качестве плоскости отображения в дереве построения следует активизировать **Плоскость ZX**.

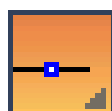
В строке сообщений появится запись: **Укажите операции-источники**. В Дереве построения щелкните на пиктограмме предыдущей операции **Вырезать выдавливанием** и, как всегда, закончите построения щелчком на кнопке **Создать объект**.

## 2.9 Создание глухого отверстия $\varnothing 8$

В Дереве построения щелкните на строке **Плоскость XY** и из панели инструментов **Текущее состояние** вызовите команду **Эскиз**.

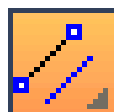
Для нахождения положения оси одного из восьми отверстий, которые отстоят от оси модели на расстоянии 32 мм, выполните следующие построения:

Через точку начала координат проведите вспомогательную линию



**Горизонтальная** из расширения на инструментальной панели **Геометрия**.

Из той же инструментальной панели вызовите команду **Параллельный отрезок**. На ее Панели свойств, используя список **Стиль**,



установите стиль линии – **Осевая**. Щелкните мышью по ранее построенной горизонтальной прямой, она высветится красным цветом. Для установки расстояния на панели свойств активизируйте поле **Расстояние до отрезка**, наберите число (32) и нажмите клавишу Enter. Для получения осевой линии, вблизи ее будущего места расположения, щелкните мышью для получения точки начала линии, а затем, на некотором расстоянии по горизонтали, – второй раз, для получения точки конца линии.

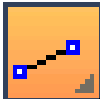
Для получения контура ломаной линии, которая в дальнейшем, при использовании операции вращения, создаст цилиндрическую и коническую поверхности отверстия (рис. 36), воспользуемся вспомогательной точкой. Эта точка будет располагаться в месте перехода горизонтальной линии контура в наклонную линию, расположенную под углом  $60^\circ$  к горизонту.

Ее координаты вычислим таким образом. Широту точки (40мм) определим как расстояние от начала координат до правого торца цилиндрической части модели 52мм, где будет расположено устье отверстия, минус глубина отверстия – 12 мм. Высотой точки (36 мм) будет являться сумма расстояния до оси отверстия (32 мм) и величина радиуса отверстия (4 мм).



Вызовите команду **Точка**. На Панели свойств в соответствующих полях задайте координаты точки (X=40, Y=36), нажмите клавишу Enter и кнопку **Создать объект**.





На той же инструментальной панели вызовите команду **Отрезок**. Установите стиль линии **Основная**. Начало горизонтального отрезка зафиксируйте в полученной точке. Конечная точка может быть установлена в произвольном месте справа от начальной так, чтобы она располагалась вне цилиндрической части модели диаметра 84 мм.



Вновь зафиксируйте начало нового отрезка в той же точке, что и в предыдущем случае. В поле **Угол наклона отрезка** введите значение угла  $60^\circ$ , и проведите отрезок до осевой линии отверстия (осевую линию пересекать нельзя). Нажмите кнопку **Создать объект**, если не включено автосоздание объекта.

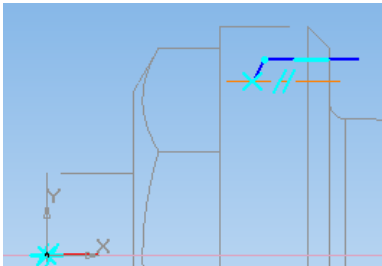


Рис. 36 Эскиз для создания отверстия

Перейдите в режим построения модели (кнопка **Эскиз**). На активированной панели **Редактирование детали** выберите команду **Вырезать вращением**. На Панели свойств откройте закладку **Параметры** и установите: **Способ построения – Сфероид**, в поле **Угол прямого направления – 360**. В закладке **Тонкая стенка** в списке **Тип построения тонкой стенки** установите **Нет**. Щелкните по кнопке **Создать объект**.

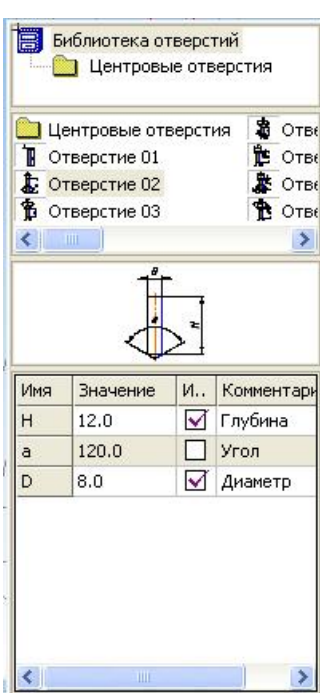


Рис. 37 Библиотека отверстий

Если отверстие имеет часто применяемую в машиностроении форму, то можно воспользоваться библиотекой отверстий. Это существенно облегчает его создание.

Укажите плоскую грань на детали, на которой будет располагаться точка привязки отверстия. В нашем случае это правый торец цилиндрической части детали диаметром 84 мм.



Вызовите команду **Отверстие** на панели **Редактирование детали**.

В окне **Библиотека отверстий** откройте папку **Центровые отверстия** и укажите **Отверстие 02**.

В таблице параметров задайте: глубину отверстия (12 мм), угол конической части отверстия ( $120^\circ$ ) и диаметр отверстия (8 мм).

Выделенная ранее плоскость параллельна профильной плоскости проекций, т.е. имеет координаты глубины и высоты, поэтому точку привязки отверстия на Панели параметров зададим координатами  $Z=0$  мм,  $Y=32$  мм. Нажмите кнопку **Создать объект**.

## 2.10 Создание остальных отверстий

К ранее созданному отверстию  $\varnothing 8$  мм необходимо добавить еще семь. Поскольку все они расположены на окружности  $\varnothing 64$  мм, проще всего эти построения выполнять при помощи операции **Массив элементов по концентрической сетке**.

Откройте панель инструментов **Вспомогательная геометрия** и вызовите команду **Ось по конической поверхности**. Курсором укажите на любую цилиндрическую поверхность, составляющую исходную форму модели. На экране появится осевая линия, проходящая через точку начала координат, а в Дереве построения – пиктограмма оси с соответствующей надписью. В последних версиях графической системы создание оси в данном случае

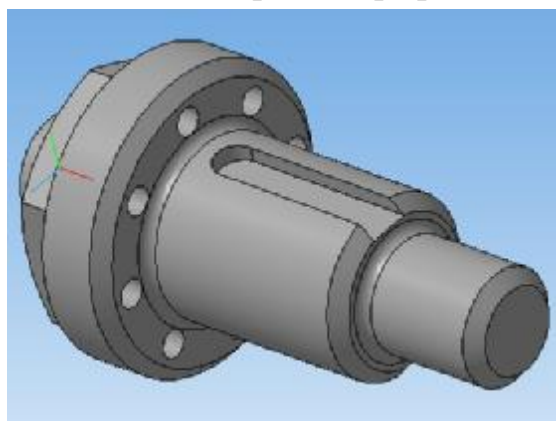


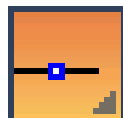
Рис. 38 Результат выполнения команды **Массив элементов по концентрической сетке**

необязательно, но оно полезно для приобретения навыков работы с различными операциями. В соответствии с текстом в строке сообщений **Укажите ось, ребро или цилиндрическую поверхность и операции-источники в дереве построения**, щелкните на пиктограмме оси в дереве построения либо укажите курсором цилиндрическую поверхность на модели.

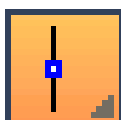
Новая запись в строке сообщений: **Укажите операции-источники**.

Щелкните в Дереве построения на пиктограмме предыдущей операции **Вырезать вращением**. В поле **Количество по кольцевому направлению** наберите 8, зафиксируйте клавишей Enter и закончите построения, щелкнув на клавише **Создать объект**. Результаты операций с глухими отверстиями показаны на рис. 38.

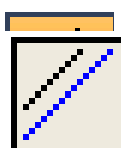
## 2. 11. Создание прямоугольного уступа



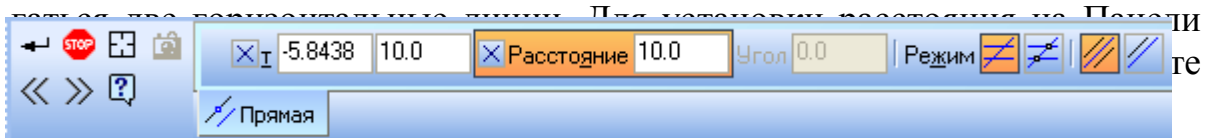
В Дереве построения вновь щелкните на фронтальной плоскости проекций и войдите в режим создания эскиза.



Через точку начала координат проведите вспомогательную линию **Горизонтальная прямая**, взятую из расширения на инструментальной панели **Геометрия**, а затем – **Вертикальная прямая**.



Из того же расширения активируйте команду **Параллельная прямая**. Щелкните мышью на ранее построенной горизонтальной прямой, она высветится красным цветом. Вслед за движением указателя мыши в обе стороны от этой прямой будут дви-



число 10 мм, установите режим **Одна прямая**. Нажмите клавишу Enter,

Рис. 39 Панель свойств **Параллельная прямая**.

затем – щелкните на кнопке **Создать объект** панели специального управления.

Для установки расстояния от начала координат до создаваемой вертикальной стенки уступа, на Панели специального управления щелкните на кнопке **Указать заново**, а затем – по вертикальной прямой. В поле **Расстояние до прямой**, установите новое число – 125 мм. Нажмите клавишу Enter, а затем – **Создать объект**.

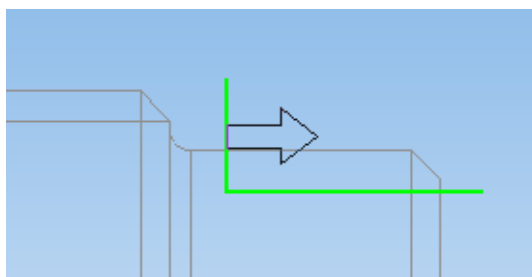
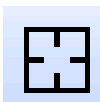
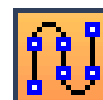


Рис. 40 Установка направления отсечения части модели.

На инструментальной панели вызовите команду **Непрерывный ввод отрезка** и стилем линии **Основная** поверх вспомогательных линий проведите вертикальный и горизонтальный отрезки, выходящие за контур модели.



Перейдите в режим выполнения модели. На инструментальной панели **Редактирование детали** активируйте операцию **Сечение по эскизу**. На Панели свойств установите необходимое **Направление отсечения** (рис. 40) и щелкните на кнопке **Создать объект**. Построение трехмерной модели вала закончено.



### 3. Создание чертежей

#### 3.1 Создание документа с наглядным изображением вала

Вызовите диалоговое окно **Новый документ**. Из списка выберите **Чертеж**, затем – **ОК**. На экране появится лист формата А4.

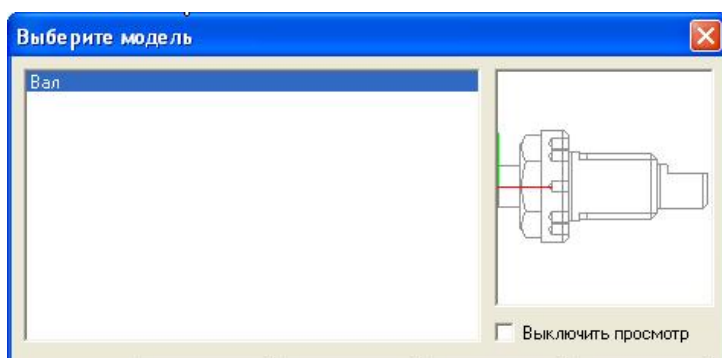
В главном меню щелкните по пункту **Вставка**, а затем в выпадающем меню – по пункту **Вид с модели**. Появится всплывающее меню.

Щелкните по пункту **Произвольный** во всплывающем меню. Появится диалоговое окно **Выберите модель**, показанное на рис. 41.

Если в диалоговом окне вы не видите нужной модели, то щелкните в нем на кнопке **Из файла...** Появится стандартное диалоговое окно **Выберите файл для открытия**, с помощью которого откройте нужный файл с искомой моделью.

Щелкните на файле модели, на базе которой должен быть создан чертеж. В окне просмотра справа появится выбранная модель.

Щелкните на кнопке **ОК**. В окне чертежа поя-



вится фантом изображения в виде габаритного прямоугольника вида. Одновременно отобразится соответствующая панель свойств, на которой можно установить те или иные настройки (рис. 42).

На панели свойств щелкните в поле **Ориентация главного вида**. В раскрывшемся списке выберите **#Изометрия XYZ**.

Расположите на формате габаритный прямоугольник изображения и зафиксируйте щелчком мыши. Чертеж изометрии вала помещен в приложении.

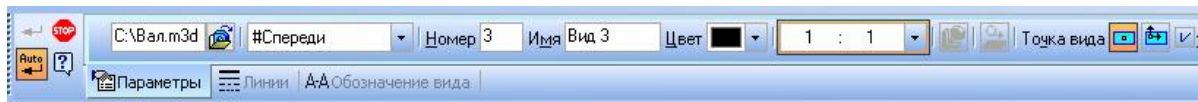


Рис. 42 Панель свойств **Произвольный вид** (не полная).

### 3.1 Размещение основных изображений на чертеже вала

До начала выполнения чертежа необходимо решить следующие вопросы:

- какое изображение вала следует назначить в качестве главного;
- каким количеством изображений следует ограничиться, с тем, чтобы передать все сведения о выполняемой детали;
- продумать содержание каждого изображения и их взаимное расположение, добиваясь удобочитаемости и однозначности восприятия помещенной на чертеже информации.

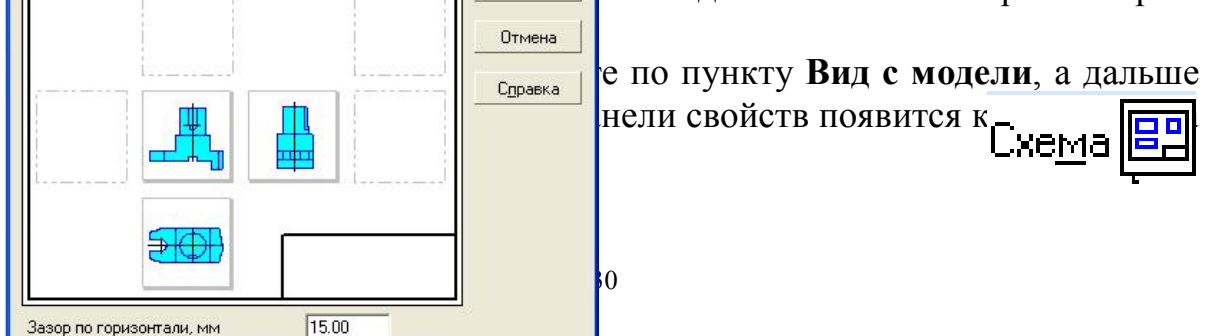
Решение всех этих задач существенно облегчено имеющимся чертежом вала на листе-задании (рис. 16). Однако вопросы, касающиеся выбора изображений, многоплановые и не исключают того, что содержание чертежа и его компоновка могут быть выбраны самостоятельно, и существенно отличаться от предлагаемых.

Отметим тот факт, что исходная форма модели состоит из набора соосных цилиндров. Если на чертеже указаны их диаметры, и они сопровождаются соответствующим условным знаком, то эта часть модели требует всего лишь одного изображения.

Для глухих отверстий необходимо одно изображение (разрез вдоль оси), так как они равномерно расположены по окружности и сопровождаются записью  $\varnothing 8/8$  отв.

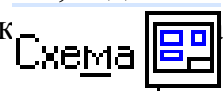
Двух изображений требует призматическая часть модели, а также прямоугольный уступ на крайней правой ступени модели.

Далее требуется давать три изображения. Для выполнения чертежа и рас-



Далее требуется давать три изображения. Для выполнения чертежа и рас-

е по пункту **Вид с модели**, а дальше панели свойств появится к



**видов**, которая вызывает диалоговое окно **Выберите схему видов**, где можно изменить набор стандартных видов выбранной модели (рис. 43).

Для нашего случая, достаточно трех стандартных видов **Спереди**, **Сверху** и **Слева**, которые в дальнейшем будут частично видоизменены и дополнены другими изображениями.

Рис. 43 Диалоговое окно **Выберите схему видов**.

### 3.2 Построение местного разреза

Для показа на чертеже строения глухого отверстия и продольной формы шпоночного паза воспользуемся изображением под названием местный разрез. Его удобно расположить непосредственно на главном виде.

На панели инструментов **Текущее состояние** щелкните на кнопке **Состояние видов** и в списке появившихся видов активизируйте вид под номером **1**, который соответствует виду спереди. На этом виде постройте замкнутый контур, который будет ограничивать местный разрез (рис. 44).

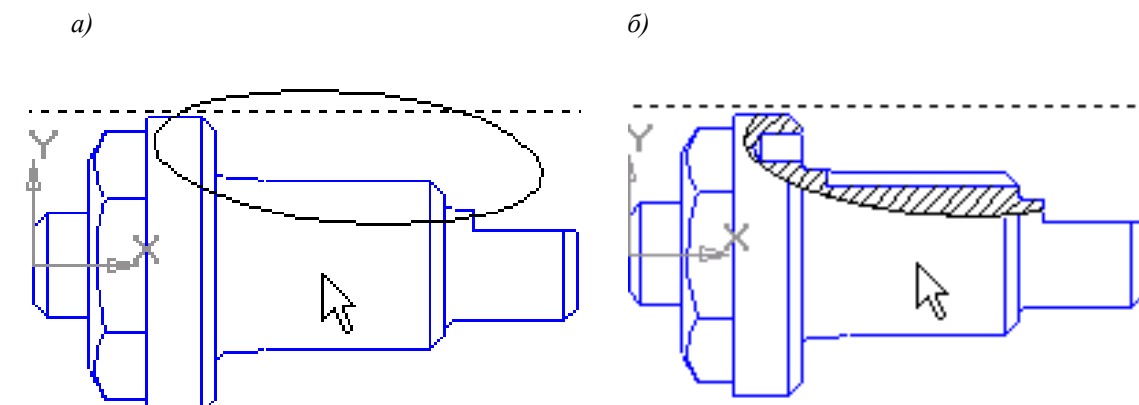


Рис. 44 Построение замкнутого контура в качестве границы местного разреза, а: результат выполнения операции, б.

Выполним цепочку команд **Вставка – Вспомогательный вид – Местный разрез**. Курсором укажите на замкнутую линию, она подсветится красным цветом. В строке сообщений появится запись: **Укажите положение секущей плоскости местного разреза**.

Секущую плоскость можно указать и на виде сверху и на виде слева. В первом случае за курсором будет двигаться фантом в виде горизонтальной линии, во втором – в виде вертикальной линии. Положение секущей плоскости должно находиться строго на плоскости симметрии изображения. Местный разрез будет построен. Его пиктограмма появится на ветви дерева построения, соответствующей базовому элементу (рис. 45).

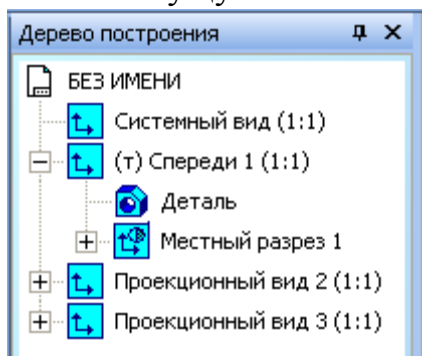


Рис. 45 Дерево построения детали на этапе создания местного разреза.

### 3.3 Построение сечений на чертеже вала

Этот вид изображений получают условным рассечением предмета плоскостью, в результате чего возникает плоская фигура, ограниченная линией, все точки которой принадлежат как секущей плоскости, так и поверхности предмета. На чертеже вала предстоит выполнить два сечения: одно для пояснения поперечной формы шпоночных пазов и второе – для показа формы плоского среза на крайней справа ступени вала.

Вновь на панели инструментов **Текущее состояние** щелкните на кнопке **Состояние видов** и в списке видов выберите вид под номером 1.



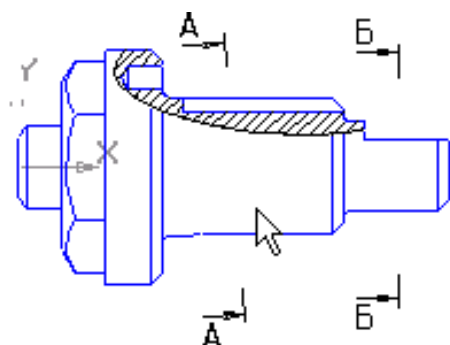
Щелчком на соответствующей кнопке-переключателе Компактной панели вызовите панель инструментов **Обозначения**. На



этой панели выберите команду **Линия разреза**, а на панели инструментов **Текущее состояние** щелкните на кнопке **Ортогональное черчение**.



В области расположения шпоночных пазов, над главным видом вала, щелкните кнопкой и, наблюдая за движением фантома секущей плоскости, опустите указатель мыши вниз за пределы контура изображения. Нужное направление взгляда на секущую плоскость достигается перемещением курсора влево или вправо от линии сечения.



Сделайте заключительный щелчок. Создайте объект. Буквенные надписи, сопровождающие обозначения секущих плоскостей и вновь построенных изображений, наносятся автоматически.

Таким же образом постройте вторую секущую плоскость для показа формы плоского уступа.

ния  
мо-  
щую  
том.  
нии  
ще-

Рис. 46

Цепочка команд для построения сечения будет выглядеть таким образом: **Вставка – Вид с модели – Разрез/Сечение**. Курсором укажите на секущую

плоскость, она подсветится красным цветом. На панели свойств щелкните на изображении кнопки **Сечение модели**. В строке сообщений появится запись: **Укажите точку привязки вида**.



Компоновка чертежа будет проведена позже, поэтому щелкните в произвольном месте поля экрана.

### 3.4 Создание местного вида

Оставляя на чертеже вид сверху целиком нет никакой необходимости, так как он нужен только для показа формы шпоночного паза.



Щелкните на кнопке **Состояние видов** и в этом списке установите вид под номером 2, который соот-

ветствует виду сверху.

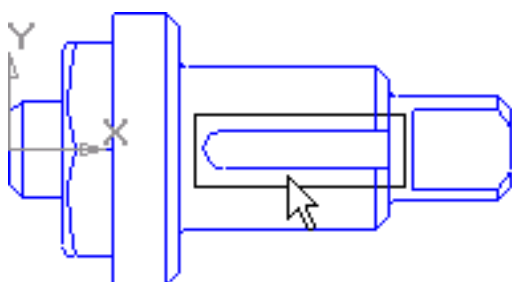


Рис. 47 Вид сверху с областью шпоночного паза, ограниченной прямоугольником.

кнопке **Местный вид** (еще один способ вызова команды во время работы с видами). Изображение примет следующую форму (рис. 48). Поскольку к изображению шпоночного паза примыкают другие линии, его необходимо ограничить тонкой линией обрыва.

На этом виде постройте замкнутый контур, например, прямоугольник, который будет ограничивать область с изображением шпоночного паза (рис. 47).

На Компактной панели включите кнопку-переключатель **Ассоциативные виды** и в развернувшейся инструментальной панели с таким же названием, щелкните на

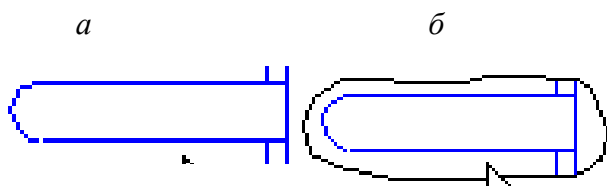
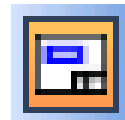


Рис. 48 Местный вид на шпоночный паз, (а); местный вид с ограничивающей линией, (б).

### 3.5 Оформление чертежа вала

Главный вид вала с местным разрезом следует расположить в верхней части листа формата А4 симметрично относительно боковых линий внутренней рамки чертежа (см. лист

приложения).

Ввиду того, что вид слева невозможно расположить на его установленном стандартом месте, т.е. справа от главного вида, он помещен внизу на свободном месте, как вид по стрелке Б.

Местный вид оставлен на месте вида сверху с соблюдением проекционных связей с главным видом.

Сечение для пояснения формы уступа располагается на следе секущей плоскости, имеет ось симметрии, поэтому на чертеже оно не обозначено.

Сечение для пояснения формы шпоночных пазов размещено так, что между ним и главным видом расположено еще одно изображение (местный вид), поэтому оно содержит обозначение (А-А) и на главном виде помещена линия сечения в виде разомкнутой линии.

Нанесите осевые линии, где это необходимо, и проставьте размеры. Количество размеров на чертеже величина постоянная, а размещаются они равномерно на всех изображениях.

### 3.5 Полезный совет

В очередной раз, приступая к работе в компьютерном зале, можете обнаружить, что в главном окне компьютера инструментальные панели занимают непривычные для Вас места, либо некоторые из них отсутствуют. Проще всего исправить это можно следующим образом.

В комплект поставки графической системы входит файл default.pfl. Он содержит информацию о настройке окна системы по умолчанию.

Из главного меню вызовите команду **Сервис** и далее – **Профили ...**. В открывшемся окне **Профили пользователя** выберите профиль **default** и нажмите кнопку **Применить**.

### Список литературных источников

1. Потемкин А. Трехмерное твердотельное моделирование. – М.: КомпьютерПресс, 2002. – 296с.: ил.
2. Кудрявцев Е. М. КОМПАС-3D V6. Основы работы в системе. – М.: ДМК Пресс, 2004. – 528 с.: ил.
3. Кидрук М. И. КОМПАС-3D V9. Учебный курс.: Питер,2007. – 496с.:ил.

## ПРИЛОЖЕНИЕ

### Краткие указания к выполнению курсовой работы по компьютерной графике.

Приступая к выполнению курсовой работы, внимательно изучите предложенный чертеж машиностроительной детали типа «Вал». Чертеж содержит совокупность изображений, которые позволяют полностью прочесть форму детали и ее размеры. С целью упрощения восприятия внутреннего и внешнего конструктивного содержания детали, к чертежу прилагается ее аксонометрическое изображение с вырезом одной четверти.

Чтение чертежа начните с главного вида, так как он содержит самое большое количество информации о форме и размерах детали по сравне-



нию с другими изображениями. Исходя из особенностей конструктивного решения конкретной детали, на этом виде могут присутствовать и местные разрезы. Они выделяются тонкой волнистой линией и штрихуются.

Недостающую информацию ищите на других видах, разрезах и сечениях, расположение которых согласовано с главным. Это может быть вид по стрелке, в этом случае вблизи расположения главного вида имеется стрелка для указания направления взгляда. Сам вид обозначается такой же буквой русского алфавита, что и стрелка. Если он располагается в проекционной связи с главным, то стрелку не показывают. Вид может быть не полным, а отражать только ту часть информации, которая необходима для восприятия формы конкретного конструктивного элемента.

Для указания места выполнения разреза или сечения, на главном виде наносится разомкнутая линия с буквенными обозначениями. Если сечение симметрично, то оно может быть расположено непосредственно на следе секущей плоскости и не обозначено.

После того, как форма детали выяснена со всеми необходимыми подробностями и может быть представлена мысленно в объеме, переходите к выполнению модели.

Вначале необходимо мысленно выделить ту часть модели, которая должна стать основанием модели. Создав ее, все конструктивные элементы в дальнейшем будут строиться на этой основе, постепенно формируя окончательный трехмерный виртуальный образ детали.

В предложенных к выполнению вариантах заданий в качестве базовой части лучше всего взять элементы, составляющие основу вала по его длине. Для этого необходимо выбрать все геометрические тела, расположенные вдоль оси вала и являющиеся телами вращения. Это тела, ограниченные цилиндрическими, коническими и сферическими поверхностями, а также те, вокруг которых можно описать эти поверхности – прямые призмы или пирамиды.

Первый эскиз для построения вала будет выглядеть в виде ломаной линии с прямолинейными и криволинейными участками, расположенными вдоль штрихпунктирной линии, которая в дальнейшем будет являться осью основания базовой части модели. Все эти участки выполняются строго по размерам и, по сути, являются очерковыми линиями тел вращения. Вращая на  $360^\circ$  ломаную линию вокруг оси, получим основание модели.

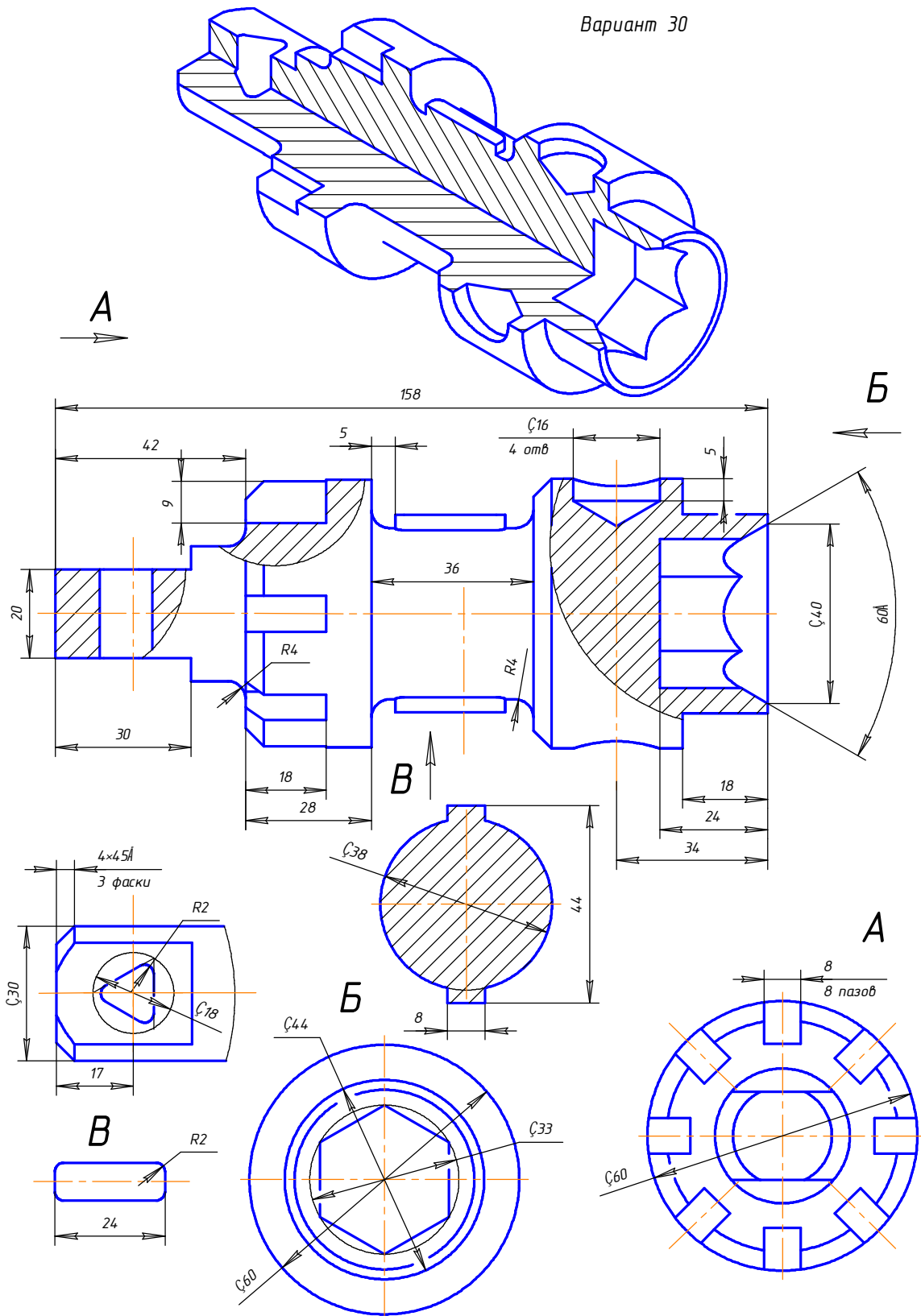
В дальнейших построениях используются операции выдавливания и вращения в различных вариантах (приклеивание, вырезание и т.п.), предлагаемых графической системой. Эскизы следует располагать на плоскостях проекций, на отдельных плоских элементах уже построенной части модели, либо на специально созданных плоскостях с помощью дополнительной геометрии.

Параллельно с построением модели следует заполнять специально созданный графический документ, где будут собраны все эскизы, использованные при создании модели. Еще один документ, с кратким описанием последовательности выполненных операций, в результате которых и была создана твердотельная модель детали, является графическим аналогом «Дерева построений», постоянно присутствующий на экране монитора во время работы с графической системой КОМПАС-3D.

При защите курсовой работы студентам могут быть предложены следующие задания (на примере варианта №30).

1. Увеличить длину левого конца вала с 42 мм до 60 мм.
2. Заменить фигурное отверстие, вписанное в окружность  $\varnothing 18$  мм, на цилиндрическое  $\varnothing 10$  мм.
3. Величину диаметра левого конца вала 30 мм заменить на 40 мм.
4. Заменить длину прямоугольных выступов 8x24 мм на 10x30 мм.
5. Увеличить размер шестиугольного углубления на правом конце вала с 24 до 35 мм.
6. Увеличить количество цилиндрических углублений  $\varnothing 16$  мм до 6 штук.
7. Уменьшить диаметр цилиндрических углублений  $\varnothing 16$  мм до 10 мм.
8. На шестигранном призматическом углублении изменить угол наклона фаски к горизонту с  $30^\circ$  до  $45^\circ$ .
9. Установить расстояние между горизонтальными срезами (лысками) с левого торца вала – 12 мм.
10. Изменить количество прямоугольных выступов 8x24 мм с 2 до 4 штук.
11. Удалить из состава модели нижний горизонтальный плоский срез с левого торца вала.

Вариант 30



ПРИЛОЖЕНИЕ

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ УКРАИНЫ  
Донецкий национальный технический университет  
Кафедра начертательной геометрии и инженерной графики

**КУРСОВАЯ РАБОТА  
ПО КОМПЬЮТЕРНОЙ ГРАФИКЕ**

Выполнил \_\_\_\_\_  
Студент гр. ИУС-08а Иванов И. И.

Руководитель \_\_\_\_\_

Кафедра начертательной геометрии и инженерной графики  
Дисциплина “Компьютерная графика”  
Специальность “Информационные управляющие системы и технологии”  
Курс 1 Группа ИУС-08а Семестр весенний

## ЗАДАНИЕ НА КУРСОВОЙ ПРОЕКТ (РОБОТУ) СТУДЕНТА

Иванов И. И.

---

1. Тема работы Создание алгоритма, построение трехмерной модели и чертежей детали с использованием графической системы КОМПАС-3D

2. Срок сдачи студентом законченной работы 01.06.2009г.

3. Исходные данные для работы вариант задания

4. Содержание пояснительной записки

Составить алгоритм построения трехмерной модели с применением графической системы КОМПАС-3D с указанием эскизов, использованных при создании твердотельной модели, конструктивных осей и плоскостей, а так же странственных операций.

5. Список обязательных чертежей, прилагаемых к работе

- эскизы, разработанные при создании твердотельной модели;
- аксонометрическая модель детали;
- чертеж детали.

6. Дата выдачи задания 12.02.2009г.

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ п/п	<i>Название этапов курсовой работы</i>	Срок выполнения этапов работы	Примечание
1	Знакомство с формой детали, подбор эскизов для выполнения пространственных операций при помощи графической системы КОМПАС-3D.	<i>02. 04. 2009 г.</i>	
2	Разработка алгоритма и создание твердотельной модели изделия	<i>29. 04. 2009г.</i>	
3	<b>Изготовление чертежей</b>	<i>20. 05. 2009г.</i>	
4	<b>Оформление пояснительной записки</b>	<i>01. 06. 2009 г.</i>	

Студент

И. Иванов

Руководитель

П. П. Петров

“ 12 “            02        2009 г.



## РЕФЕРАТ

*Цель работы: освоение графической системы КОМПАС-3D.*

*Способ работы: выполнение КОМПАС-Деталей (\*.m3d), КОМПАС-Листов чертежей (\*.cdw), КОМПАС-Текстовых документов (\*.kdw).*

*В соответствии с индивидуальным заданием выполнены: алгоритм построения модели, эскизы для выполнения пространственных операций, аксонометрия трехмерной модели, чертеж детали.*

**ЭСКИЗЫ, ПРОСТРАНСТВЕННЫЕ ОПЕРАЦИИ,  
ТРЕХМЕРНАЯ МОДЕЛЬ, ГРАФИЧЕСКИЙ ДОКУМЕНТ**

					КР 1. 012.000			
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	<b>Вал</b>	Лит.	Лист	Листов
Разраб.		Иванов И. И.						1
Пров.		Петров П. П.						
Н.контр.								
Утв.								
						ДонНТУ Кафедра инженерной графики гр. ИУС-08а		



## **ВВЕДЕНИЕ**

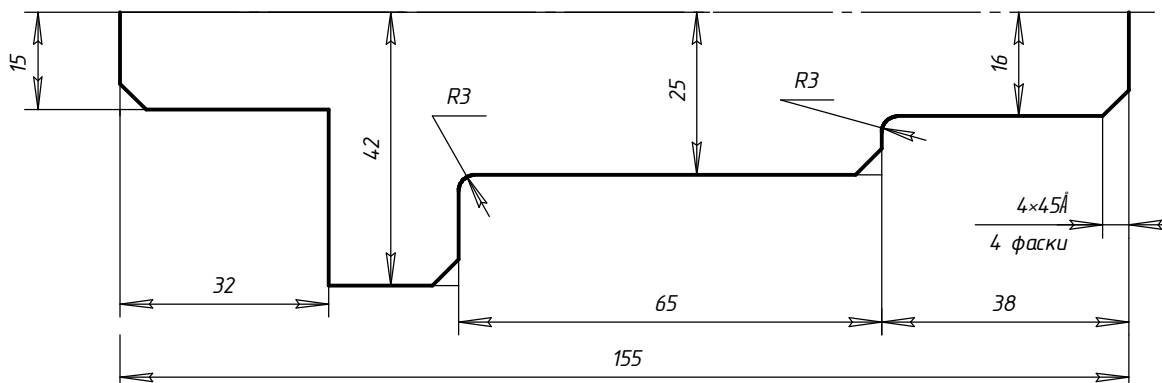
*Графическая система КОМПАС-3D предназначена для создания трехмерных твердотельных моделей деталей и сборочных единиц последующим полуавтоматическим выполнением рабочих и сборочных чертежей, спецификаций, текстовых и других документов. Это достаточно сложная, постоянно совершенствующаяся система автоматизированного проектирования максимально настроена на российские стандарты и отличается высокой эффективностью и производительностью. Ее изучение на начальных этапах требует времени и усилий, так как необходимо освоить новые возможности, чтобы в дальнейшем существенно облегчить процесс создания чертежей, вплоть до полной или частичной автоматизации многих рутинных процессов.*

*Используя графическую систему КОМПАС-3D, уже на этапе создания первоначальной формы предмета, можно видеть на экране его пространственный образ и реально работать с этим образом, многократно видоизменяя его форму и размеры. Такие возможности упрощают и облегчают работу конструирования, исключают возможность появления многих ошибок. За разработчиком остается окончательный выбор такой совокупности изображений, которая позволяла бы однозначно читать форму и размеры предмета и контролировать его изготовление на производстве.*

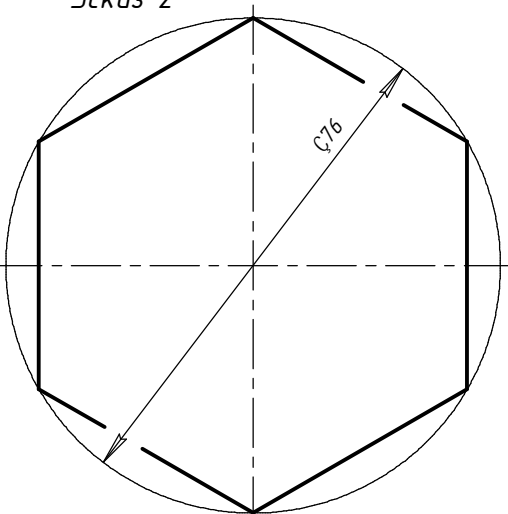
					<b>КР 1.012.000 ПЗ</b>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		

КР 1.012.000

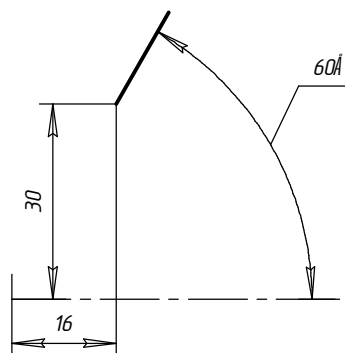
Эскиз 1



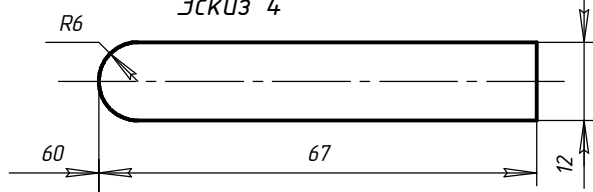
Эскиз 2



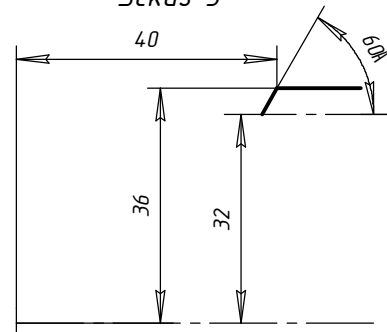
Эскиз 3



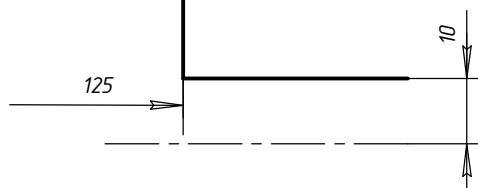
Эскиз 4



Эскиз 5



Эскиз 6



Перв. примен.

Справ. №

Подп. и дата

Взам. инв. №

Инв. № д/цкл

Подп. и дата

Инв. № подл.

Изм.	Лист	№ док-м.	Подп.	Дата
Разраб.		Иванов И. И.		
Пров.		Петров П. П.		
Т.контр.				
Н.контр.				
Утв.				

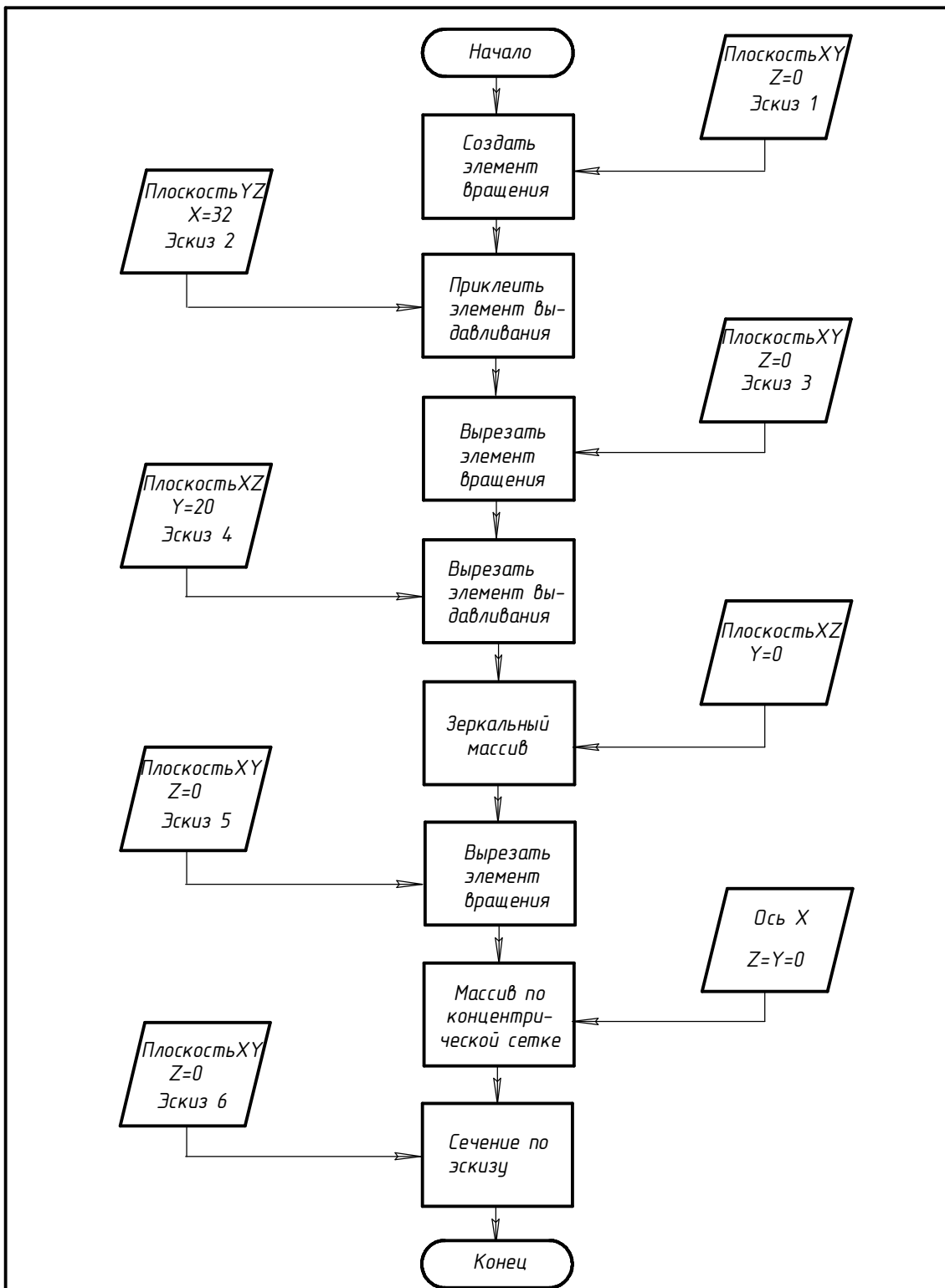
КР 1.012.000

ЭСКИЗЫ

Лит.	Масса	Масштаб
		1:1
Лист	Листов	
ДонНТУ Кафедра инженерной графики гр. ИУС-08а		

Копировал

Формат А4

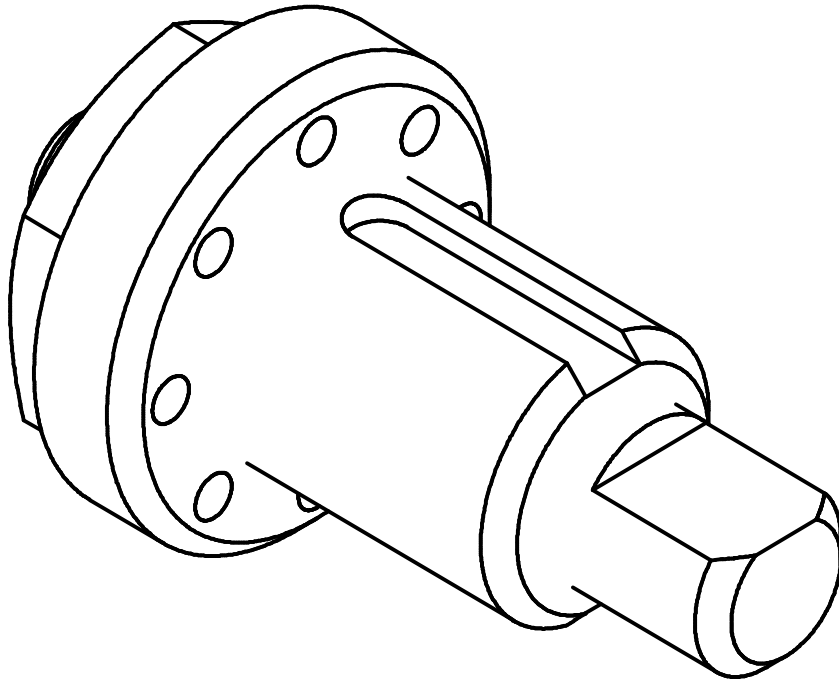


				<b>КР 1.012.000 Е1</b>		
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		
Разраб.	Иванов И. И.	Петров П. П.			Лит.	Лист
Проб.						Листов
Н.контр.					ДанНТУ Кафедра ИГи ИГ гр. ИУС-08а	
Утв.						
<b>Алгоритм построения вала</b>						

КР 1.012.00

Перв. примен.

Справ. №



Подп. и дата

Взам. инв. №

Инв. № дцкл.

Подп. и дата

Инв. № подл.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.		Иванов И. И.		
Проб.		Петров П. П.		
Т.контр.				
Н.контр.				
Утв.				

КР 1.012.00

Вал

Сталь 10 ГОСТ 1050-88

Лит.	Масса	Масштаб
	2,51	1:1
Лист		Листов

ДонНТУ  
Кафедра инженерной графики  
гр. ИУС-08а

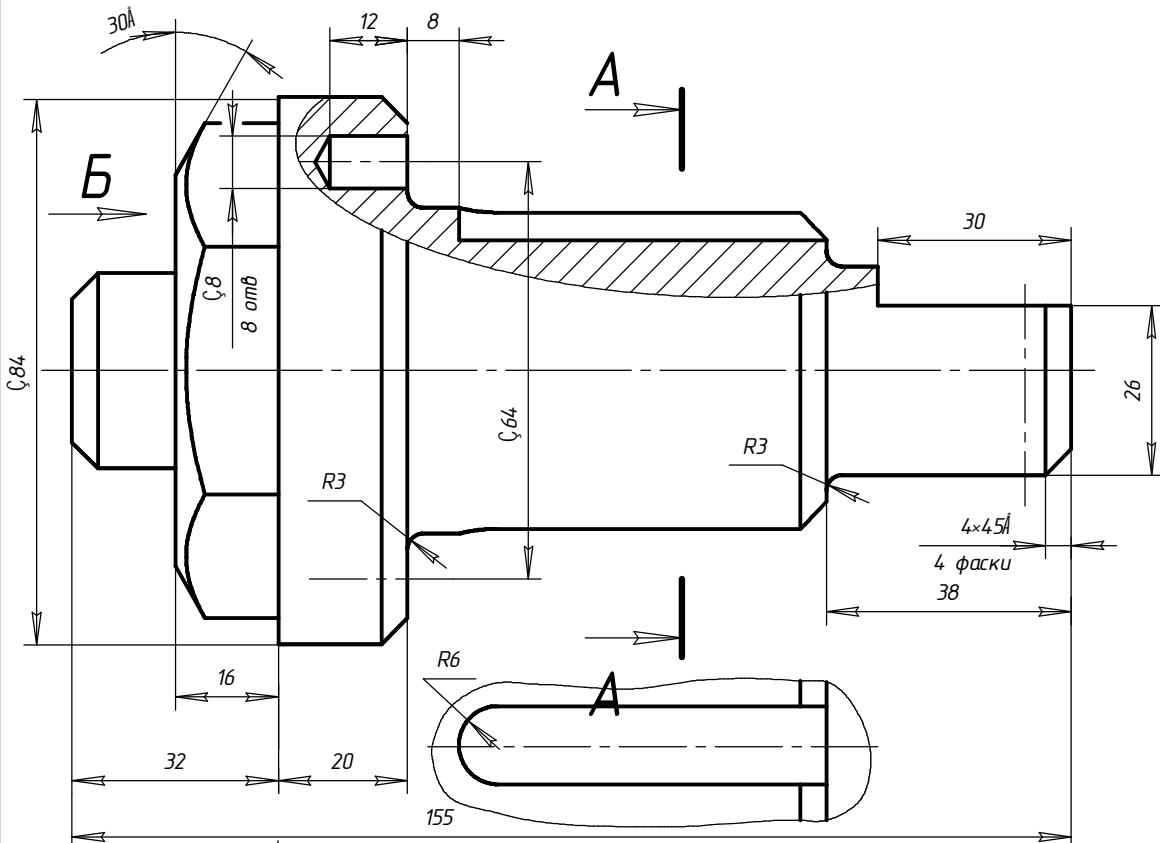
Копировал

Формат А4

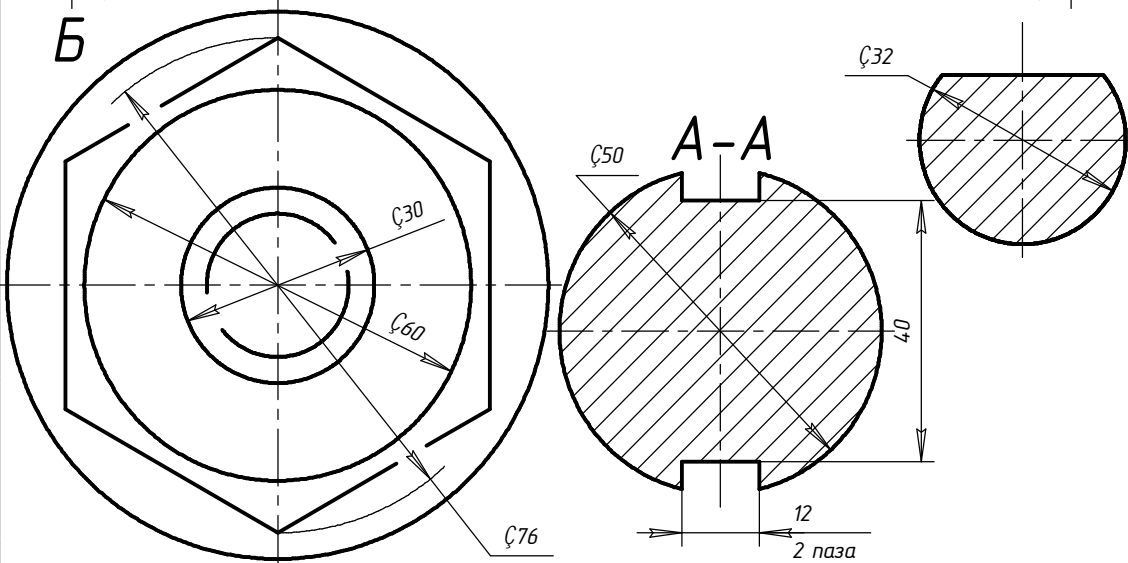
КР 1.012.000

Перв. примен.

Справ. №



Б



Подп. и дата

Взам. инв. №

Инд. № дцкл.

Подп. и дата

Инд. № подл.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.	Иванов И. И.			
Проб.	Петров П. П.			
Т.контр.				
Н.контр.				
Утв.				

КР 1.012.000

Вал

Сталь 10 ГОСТ 1050-88

Лист	Масса	Масштаб
	2,51	1:1
Лист	Листов	

ДонНТУ  
Кафедра НГ и ИГ  
гр. ИУС-08а

Копировал

Формат А4

### ВЫВОДЫ

Введение в практику конструирования трехмерного компьютерного моделирования кардинально изменило многие приемы графических построений, однако знания, полученные при изучении инженерной графики, остаются востребованными, так как без создания мысленного пространственного образа предмета, никакие технические средства не помогут выполнить его чертеж на бумаге или экране монитора.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРНЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Михайленко В. Е., Пономарев А. М. Инженерная графика. К.: Вища школа, 1990.
2. Попова Г. Н., Алексеев С. Ю. Машиностроительное черчение. Справочник. Л.: Машиностроение. 1996.
3. Потемкин А. Трехмерное твердотельное моделирование. М.: Компьютер Пресс. 2002.
4. Кудрявцев Е. М. Компас-3D. Основы работы в системе. ДМК Пресс. 2004..
5. Кидрук М. И. КОМПАС-3D V9. Учебный курс(+CD). - СПб.: Питер, 2007. - 496с.: ил.

						КР 1.012.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ док.	Подп.	Дата			

## Оглавление.

<b>1. Интерфейс системы КОМПАС-3D V6</b> .....	<b>3</b>
1.1 Система меню .....	3
1.2 Основные панели инструментов .....	4
<b>2. Создание трехмерной модели</b> .....	<b>10</b>
2.1 Создание документа для модели .....	10
2.2 Основные понятия и определения .....	10
2.3 Создание эскиза основания модели .....	12
2.4 Редактирование эскиза .....	16
2.5 Создание призматической ступени вала .....	17
2.6 Создание фаски на призматической ступени вала .....	18
2.7 Создание шпоночного паза .....	19
2.8 Создание симметричного элемента .....	21
2.9 Создание глухого отверстия $\varnothing 8$ .....	22
2.10 Создание подобных отверстий .....	24
2.11 Создание прямоугольного уступа .....	24
<b>3. Создание чертежей</b> .....	<b>25</b>
3.1 Размещение основных изображений на чертеже вала ..	25
3.2 Построение местного разреза .....	27
3.3 Построение сечений на чертеже вала .....	28
3.4 Создание местного вида .....	29
3.5 Оформление чертежа вала .....	29
3.5 Полезный совет .....	30
<b>Приложение</b> .....	<b>31</b>
<b>Оглавление</b> .....	<b>45</b>