

515

НЗ6

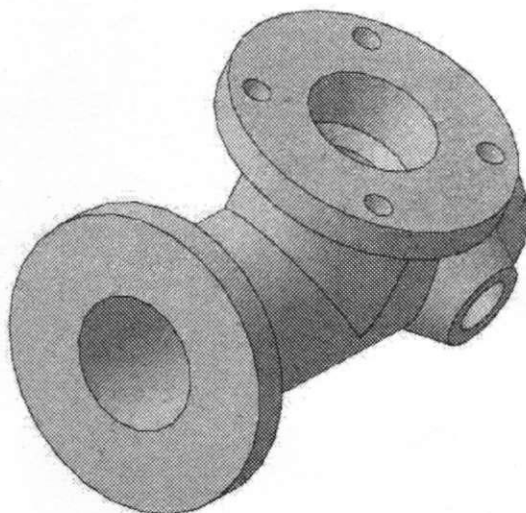
**Ф.Х. Богоманова, Е.А. Курышева,  
О.А. Мусиенко**

**НАЧЕРТАТЕЛЬНАЯ ГЕОМЕТРИЯ,  
ИНЖЕНЕРНАЯ И КОМПЬЮТЕРНАЯ  
ГРАФИКА**

**Учебное пособие для студентов заочной формы  
обучения машиностроительных и строительных  
специальностей**

**Часть 4**

**Компьютерная графика**



Министерство образования и науки РФ  
ГОУ ВПО «Сибирская государственная автомобильно-дорожная  
академия (СибАДИ)»

Ф.Х. Богоманова, Е.А. Курьшева,

О.А. Мусиенко

# НАЧЕРТАТЕЛЬНАЯ ГЕОМЕТРИЯ, ИНЖЕНЕРНАЯ И КОМПЬЮТЕРНАЯ ГРАФИКА

Учебное пособие для студентов заочной формы  
обучения машиностроительных и строительных  
специальностей

Часть 4

## КОМПЬЮТЕРНАЯ ГРАФИКА



Омск  
СибАДИ  
2010

УДК 004.92:514.18  
ББК 3281:22.151.34  
Н 36

*Рецензенты:*

*д-р техн. наук, проф. Ф.Н. Притыкин (ОмГТУ),  
канд. техн. наук, доц. Ю.Ф. Савельев (ОмГУПС)*

Работа одобрена редакционно-издательским советом академии в качестве учебного пособия для машиностроительных специальностей заочной формы обучения.

**Богоманова Ф.Х., Курышева Е.А., Мусиенко О.А.**

**Н 36 Начертательная геометрия, инженерная и компьютерная графика.  
Часть 4. Компьютерная графика: учебное пособие. – Омск: СибАДИ, 2010.-  
72 с.**

ISBN 987 – 5 – 93204 – 472 – 8 (ч. 4)

ISBN 987 – 5 – 93204 – 464 – 3

Рассмотрены основные приемы работ в системе КОМПАС-3D V8, предложены примеры по использованию графического редактора. Учебное пособие может быть использовано студентами любых специальностей при выполнении курсовых работ и графической части дипломного проекта и оформления отчетов по практике.

Табл. 1. Ил. 84. Библиогр.: 5 назв.



ISBN 987 – 5 – 93204 – 472 – 8 (ч. 4)

ISBN 987 – 5 – 93204 – 464 – 3

© ГОУ «СибАДИ», 2010

## ВВЕДЕНИЕ

В современном быстро развивающемся и изменяющемся мире немислимо стать конкурентоспособным специалистом, не зная и не используя новые компьютерные технологии.

Цель настоящего пособия – познакомить студентов с основными правилами выполнения чертежей с помощью графического редактора КОМПАС. В пособии рассмотрены основные приемы работы для построения чертежей в КОМПАС-3D V9, приведены алгоритмы трехмерных построений, сборки деталей и заполнения спецификаций. Результатом освоения материала каждой главы пособия является выполнение графической работы. В приложении размещены дополнительные задания для самостоятельной подготовки студентов.

### 1. ОСНОВНЫЕ ПРИЕМЫ РАБОТЫ В КОМПАС-3D V9

Система КОМПАС-3D V9 разработана акционерным предприятием АС-КОН (Санкт-Петербург) и предназначена для автоматизации проектирования самых разнообразных объектов: от простейших деталей и узлов до сложных машиностроительных, архитектурных и строительных объектов.

Минимальные требования, предъявляемые к компьютеру и необходимые для успешной работы с системой КОМПАС-3D V9, следующие:

- процессор Intel Pentium 4 с тактовой частотой от 1700 до 4100 МГц;
- минимальный размер оперативной памяти не менее 256 Мбайт;
- жесткий диск: оптимальный размер 120 Гбайт;
- графический адаптер SVGA с видеопамью 1024 Кбайт;
- монитор: цветной, размер 17 дюймов с разрешением не менее 1024x768 точек при частоте 85 Гц;
- манипулятор типа «мышь»;
- стандартная клавиатура для ввода текста и численных значений.

#### 1.1. Типы документов, создаваемых в системе КОМПАС-3D V9

Последние версии графического редактора КОМПАС позволяют создавать такие графические и текстовые документы, как (рис. 1):

- *чертеж* – документ, который содержит графическое изображение изделия, основную надпись, рамку;
- *фрагмент* – вспомогательный тип графического документа без рамки и основной надписи;
- *текстовый документ* – документ, содержащий преимущественно текстовую информацию;
- *спецификация* – документ, содержащий информацию о составе сборки, представлена в виде таблицы;
- *сборка* – модель изделия, состоящего из нескольких деталей с заданным положением;

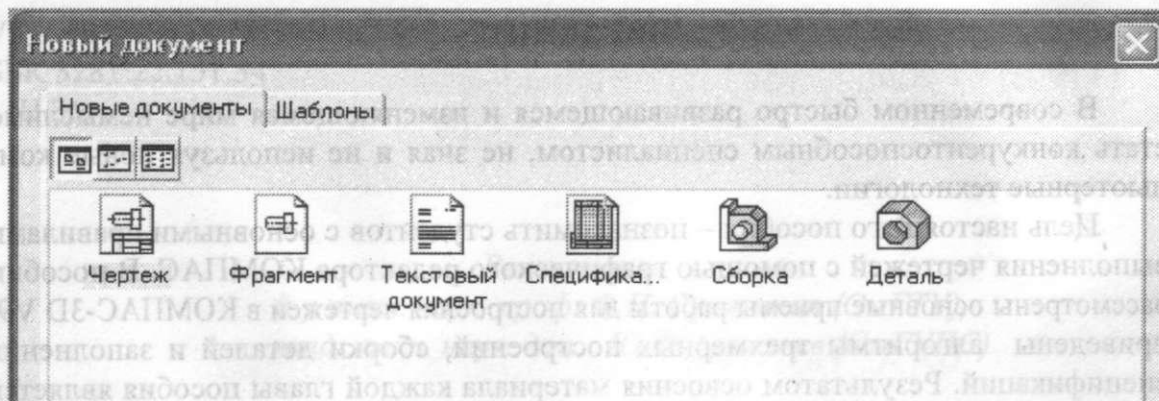


Рис. 1. Типы документов, создаваемых в системе КОМПАС-3D V9

– *деталь* – модель изделия, изготовленного из однородного материала, без применения сборочных операций.

## 1.2. Запуск программы

Запуск программы КОМПАС-3D V9 может быть осуществлен несколькими способами:

- Пуск → Все программы → АСКОН → КОМПАС-3D V9;
- найти на Рабочем столе операционной системы ярлык системы КОМПАС-3D V9;
- открыть любой файл, созданный КОМПАС-3D V9, и двойным щелчком мыши запустить программу.



В результате запуска на экране монитора появляется стартовое окно системы КОМПАС-3D V9 – диалоговое окно Вид приложения (рис. 2). Оно позволяет выбрать любое из перечисленных приложений.

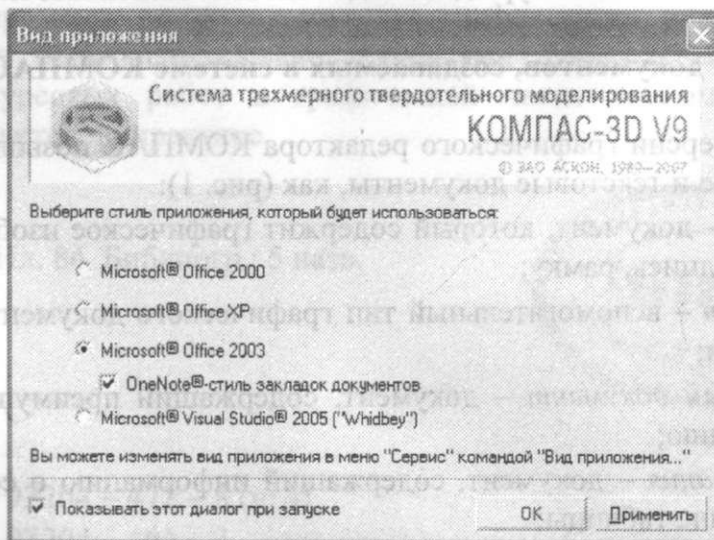


Рис. 2. Стартовое окно КОМПАС-3D V9


### 1.3. Главное окно системы

После выбора приложения открывается главное окно системы КОМПАС-3D V9 (рис. 3). В верхней строке окна появляется заголовок, в котором указана версия системы КОМПАС и элементы управления: Свернуть, Свернуть окно и Закреть.



Рис. 3. Главное окно системы КОМПАС-3D V9

Строка **Меню**, расположенная под заголовком, имеет минимальное количество пунктов до выбора типа документа, с которым будет работать пользователь. В ней имеются необходимые команды для начала работы с системой. Каждый пункт имеет свое выпадающее меню. **Выпадающее меню** – это панель с набором пунктов меню, предназначенных для вызова команд системы или диалоговых окон. Строка **Меню** – универсальный элемент управления. Если в программе предусмотрена какая-либо команда, то она обязательно доступна через строку **Меню**. До выбора типа документа и начала работы с ним строка **Меню** имеет пять пунктов: **Файл**, **Вид**, **Сервис**, **Справка**, **Библиотеки**.

Пункт **Файл** состоит из трех пунктов: **Создать**, **Открыть** и **Выход** и списка ранее открытых документов. Щелчком левой кнопки мыши (ЛКМ) на пункте **Создать**  пользователь может открыть диалоговое окно **Новый документ** (см. рис. 1), в котором двойным щелчком мыши сделать выбор нужного типа документа.

### 1.4. Интерфейс системы

После выбора типа документа система открывает рабочее окно программы. Интерфейс программы КОМПАС-3D V9 при работе с *Чертежом* показан на рис. 4:

- в строке **Заголовок** появляется название файла, открытого или вновь создаваемого пользователем (по умолчанию программа открывает системный вид);
- строка **Меню** имеет широкий список страниц **Падающего меню**, содержащих команды и окна, необходимые для выполнения чертежа;
- **Стандартная панель** содержит команды, общепринятые для программ, работающих в приложениях Windows;
- панель **Вид** позволяет изменять масштаб отображения чертежа на экране;

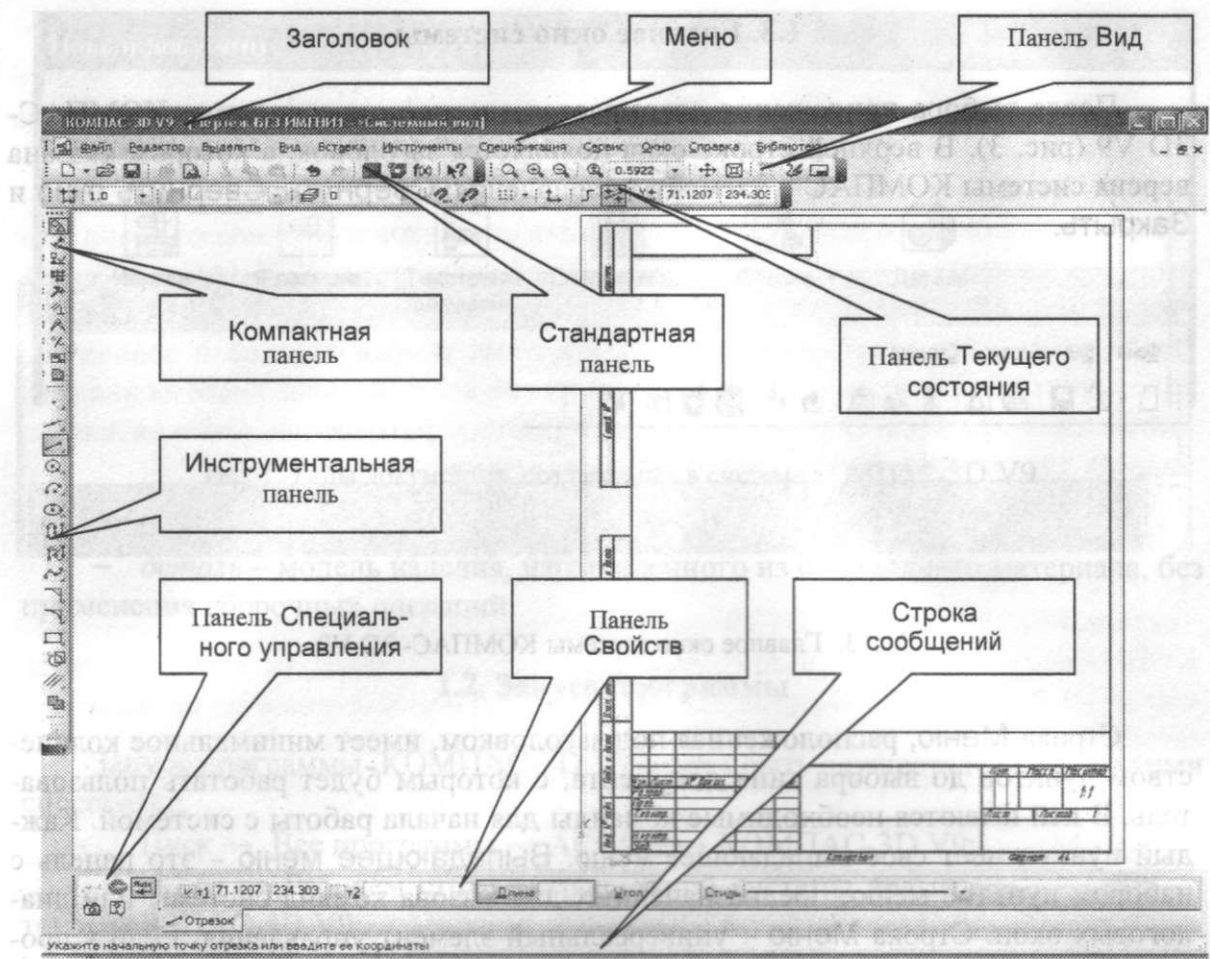


Рис. 4. Интерфейс системы КОМПАС-3D V9 для документа *Чертеж*

— панель Текущего состояния системы содержит команды привязок, отображения сетки на экране, ортогонального движения курсора и т.д.;


	<p>Геометрия</p> <p>Размеры</p> <p>Обозначения</p> <p>Редактирование</p> <p>Параметризация</p> <p>Измерения</p> <p>Выделения</p> <p>Ассоциативные виды</p> <p>Спецификация</p>	<p>— Компактная панель располагается в левой части экрана и содержит кнопки инструментальных панелей. Содержание Компактной панели зависит от типа документа. При выполнении <i>Чертежа</i> она включает в себя панели Геометрия, Размеры, Обозначения, Редактирование, Параметризация, Измерения (2D) и т.д. (рис. 5);</p> <p>— содержание Инструментальной панели зависит от выбранной кнопки на Компактной панели и предлагает меню различных команд и опций для выбранной панели;</p>
--	--	---

Рис. 5. Содержание Компактной панели — панель Свойств позволяет задать различные параметры объектов,

создаваемых или редактируемых с помощью выбранной команды;

– панель Специального управления содержит основные команды управления при выполнении выбранной операции.

### 1.5. Режим создания чертежа

При выполнении команд в последовательности Файл → Создать → Чертеж → ОК по умолчанию на экран выходит чертеж форматом А4 (210x297) (см. рис. 4). Для выполнения точных построений на чертеже система позволяет создать систему *глобальных привязок*. Для этого на панели Текущее состояние открывают диалоговое окно Установка глобальных привязок с помощью щелчка мыши на соответствующей кнопке  и отмечают необходимые привязки (рис. 6).

В программе КОМПАС-3D используется стандартная метрическая система мер. Расстояния вычисляются и отображаются в миллиметрах.

Для нулевого (системного) вида начало координат расположено в левом нижнем углу (см. рис. 4). Программа позволяет создавать локальные системы координат ЛСК, в которых положение начала координат задает пользователь.

Управление перемещением курсора выполняется несколькими способами. Так, для перемещения изображения в окне существуют линейки прокрутки, расположенные справа и снизу от рабочего окна, в котором выполняется чертеж, а также для перемещения курсора (кроме движения мышью) можно использовать сочетания клавиш на клавиатуре:

<Enter> – зафиксировать точку;

<Alt> + <X>(<Y>) – ввести координату X(Y);

<Ctrl> + <0> – включить (отключить) ортогональное перемещение.

### 1.6. Базовые приемы работы

При возникновении затруднительных ситуаций во время работы в системе КОМПАС-3D пользователь может быстро получить необходимую *справочную информацию*. Для этого разработана справочная система, которая содержит сведения о командах меню и панелях кнопок, клавиатурных комбинациях, типовых последовательностях выполнения различных операций и т.д.

Получить справочную информацию можно одним из следующих способов:

1. Вызвать подходящую команду из меню Справка.

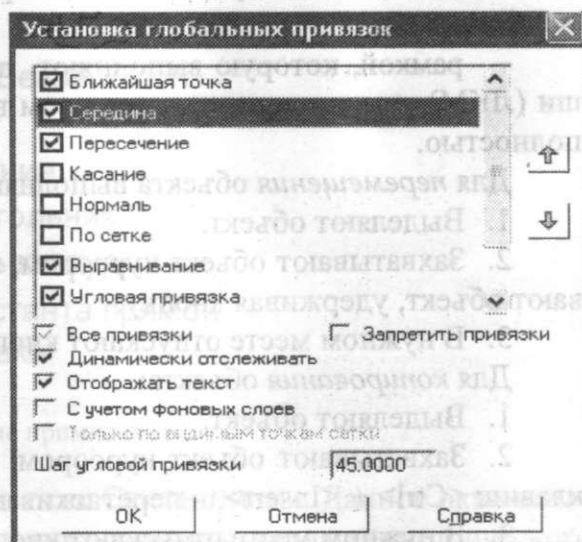



Рис. 6. Окно Установка глобальных привязок



2. Нажать клавишу <F1> для получения раздела справки о текущем действии, активном элементе интерфейса или элементе, на который указывает курсор.

3. Нажать кнопку Справка  на Стандартной панели для получения справки по произвольно выбранному элементу. После того как курсор изменит свой внешний вид (превратится в вопросительный знак со стрелкой), щелчком мыши указывают элемент, требующий пояснения (например, команду меню или кнопку).

*Выделение объекта* выполняют:

– щелчком левой кнопки мыши на нужном примитиве (при этом цвет рисовки примитива на экране становится зеленым);

– с помощью страницы Меню → Выделить:

– секущей рамкой, которую выполняют двумя последовательными щелчками мыши (ЛКМ), справа налево, – при этом выделяется объект, пересеченный такой рамкой;

– рамкой, которую выполняют двумя последовательными щелчками мыши (ЛКМ), слева направо, – при этом выделяется объект, попадающий в рамку полностью.

Для *перемещения* объекта выполняют действия:

1. Выделяют объект.

2. Захватывают объект курсором, нажав левую кнопку мыши, – перетаскивают объект, удерживая кнопку.

3. В нужном месте отпускают кнопку.

Для *копирования* объекта:

1. Выделяют объект.


2. Захватывают объект курсором, нажав левую кнопку мыши и сочетание клавиш <Ctrl> + <Insert>, и перетаскивают объект, удерживая кнопку.

3. В нужном месте отпускают кнопку.

Для *простого удаления* объекта:


1. Выделяют объект.

2. Нажимают клавишу <Delete>.


Также можно использовать страницу Меню → Удалить, перед этим выделив нужные объекты. Отменяют удаление кнопкой Отменить .

### Пример выполнения задания № 1


Целью выполнения задания № 1 служит освоение основных приемов работы в КОМПАС-3D. Результатом выполнения задания будет графическая работа, данная на рис. 12. Необходимо соблюдать следующую последовательность операций:

1. Открыть новый файл чертежа (кнопка Новый чертеж .

2. Сохранить чертеж под своим именем, создав для него папку на диске D: с номером группы и своей фамилией (команда меню Файл → Сохранить как...).

3. Задать необходимые глобальные привязки: конечная точка, пересечение, выравнивание (кнопка Привязки...  в строке текущего состояния).

4. Вычертить заданный чертеж. Для этого необходимо выполнить следующие рекомендации:

- на инструментальной панели Геометрия  использовать клавиши ввода геометрических примитивов (рис. 7);

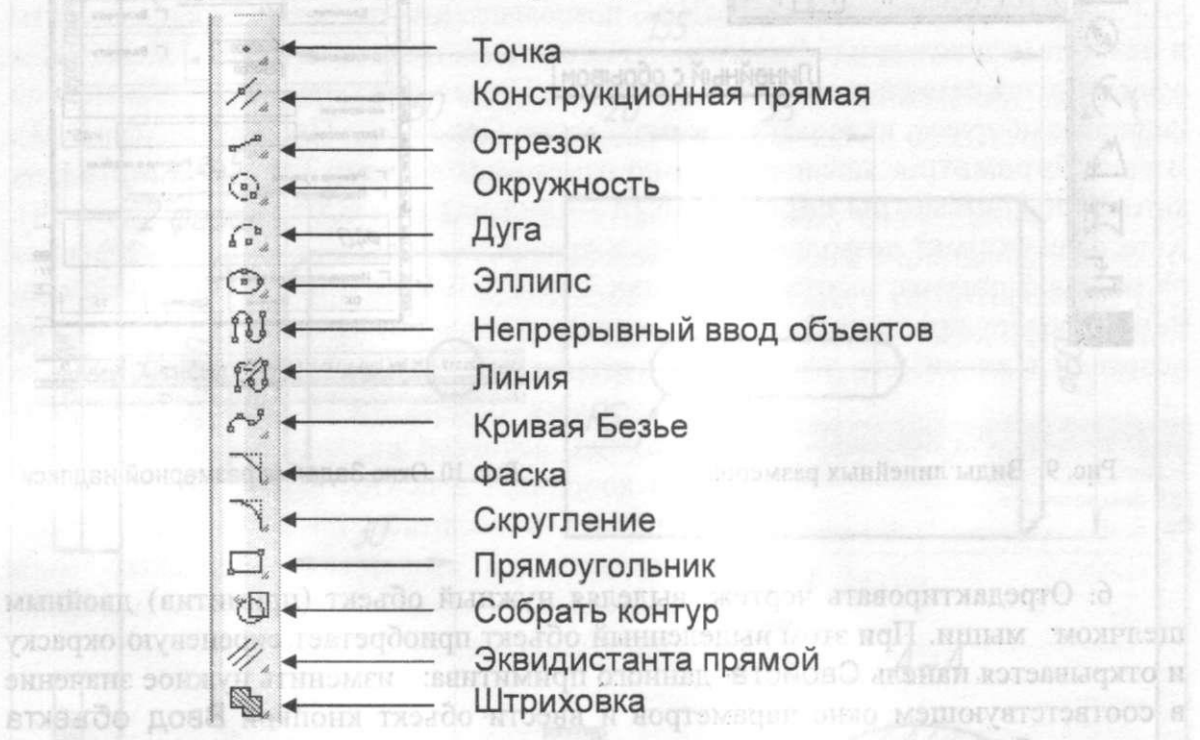





Рис. 7. Геометрические примитивы

- тип линии необходимо менять в окне Стилль линии. Данное окно появляется на панели Свойств при выполнении команды ввода геометрического примитива (рис. 8).

5. Нанести размеры, активизируя страницу Размеры на Компактной панели (см. рис. 5):

- использовать кнопки Инструментальной панели, соответствующей странице Размеры (рис. 9): Линейный размер , Диаметральный размер , Радиальный размер ;

- параметры размеров проверить в окне Задание размерной надписи, которое открывается щелчком мыши в окне Текст панели Свойств данного размера (рис. 10):

- внести знак  $\varnothing$  при использовании команды Линейный размер;
- отказаться от квалитетов, если они заданы;
- выбрать обозначение фаски  $4 \times 45^\circ$ .

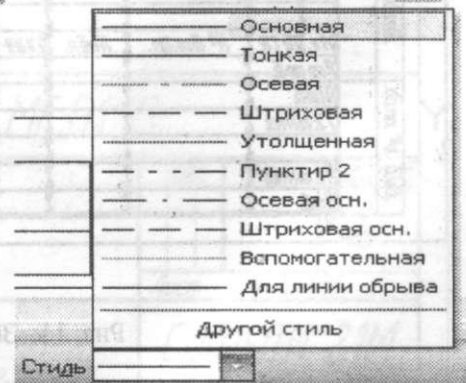


Рис. 8. Стили линий

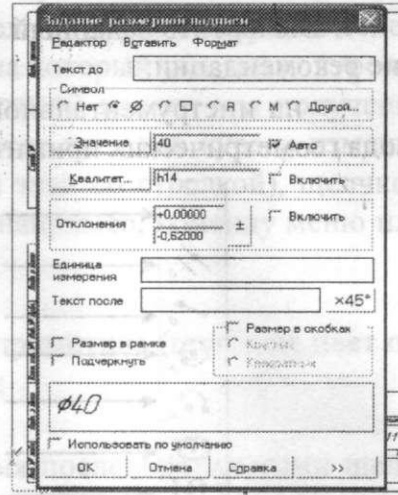




Рис. 9. Виды линейных размеров

Рис. 10. Окно Задание размерной надписи

6. Отредактировать чертеж, выделяя нужный объект (примитив) двойным щелчком мыши. При этом выделенный объект приобретает сиреневую окраску и открывается панель Свойств данного примитива: изменить нужное значение в соответствующем окне параметров и ввести объект кнопкой Ввод объекта на панели Специального управления .

7. Заполнить штамп (основную надпись), активизируя команду его заполнения двойным щелчком мыши в области штампа (рис. 11). После заполнения – ввести объект .

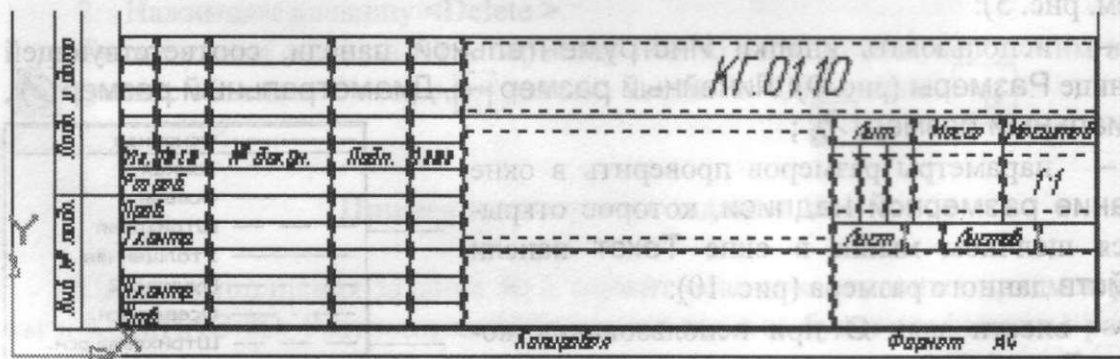


Рис. 11. Заполнение основной надписи

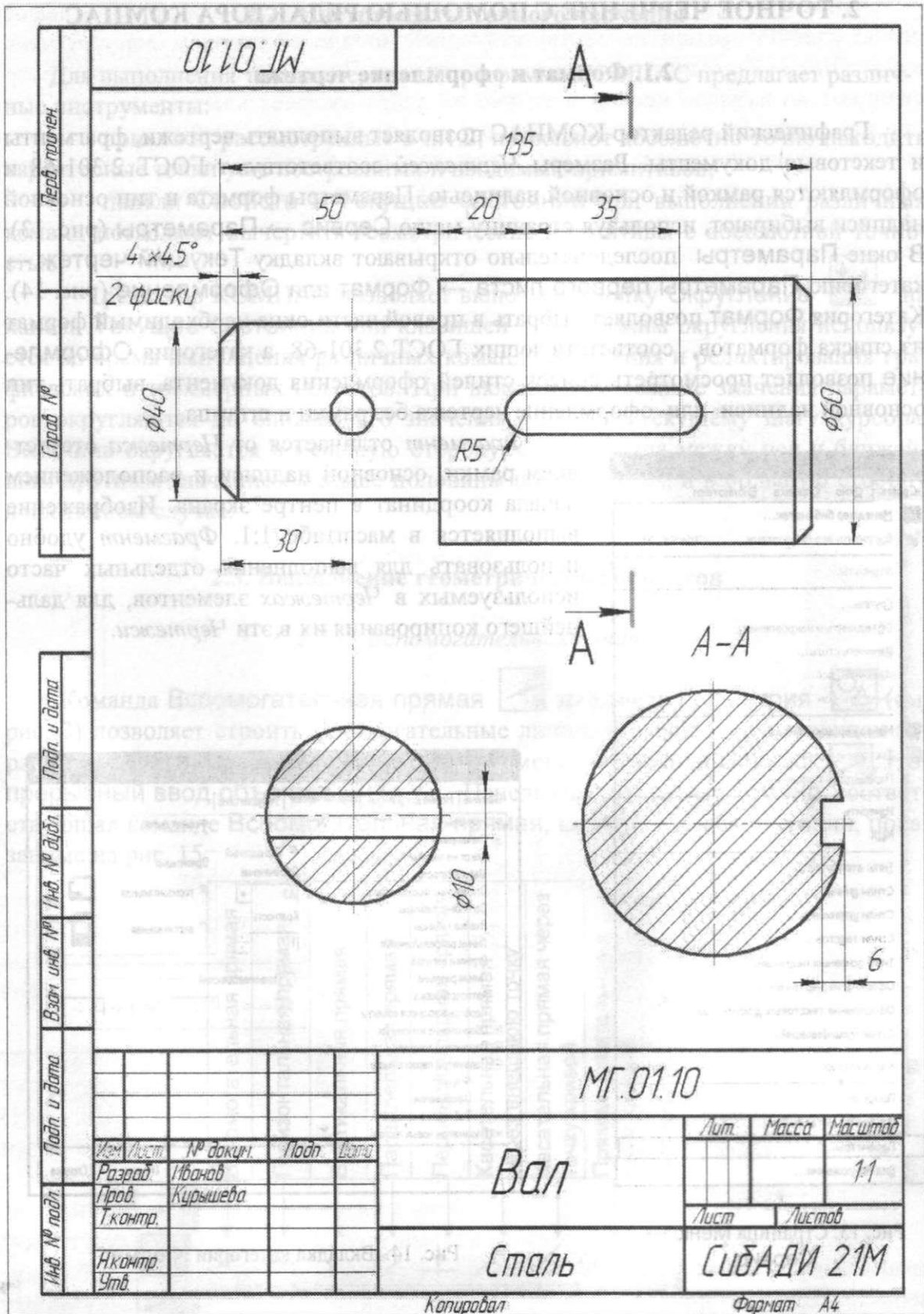


Рис. 12. Пример выполнения задания № 1

## 2. ТОЧНОЕ ЧЕРЧЕНИЕ С ПОМОЩЬЮ РЕДАКТОРА КОМПАС

### 2.1. Формат и оформление чертежа

Графический редактор КОМПАС позволяет выполнять чертежи, фрагменты и текстовые документы. Размеры *Чертежей* соответствуют ГОСТ 2.301-68 и оформляются рамкой и основной надписью. Параметры формата и тип основной надписи выбирают, используя страницу меню **Сервис** → **Параметры** (рис. 13). В окне **Параметры** последовательно открывают вкладку **Текущий чертеж** → категорию **Параметры первого листа** → **Формат** или **Оформление** (рис. 14). Категория **Формат** позволяет выбрать в правой части окна необходимый формат из списка форматов, соответствующих ГОСТ 2.301-68, а категория **Оформление** позволяет просмотреть список стилей оформления документа, выбрать тип основной надписи или оформление чертежа без рамки и штампа.

*Фрагмент* отличается от *Чертежа* отсутствием рамки, основной надписи и расположением начала координат в центре экрана. Изображение выполняется в масштабе 1:1. *Фрагмент* удобно использовать для выполнения отдельных часто используемых в *Чертежах* элементов, для дальнейшего копирования их в эти *Чертежи*.

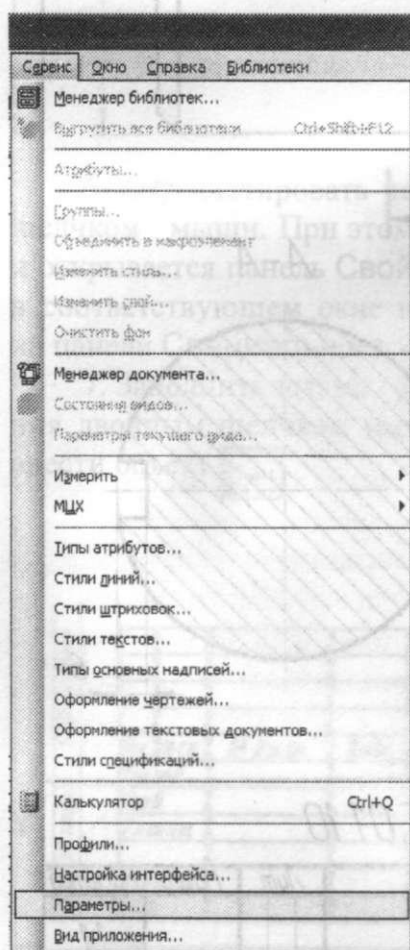


Рис. 13. Страница Меню →  
Сервис

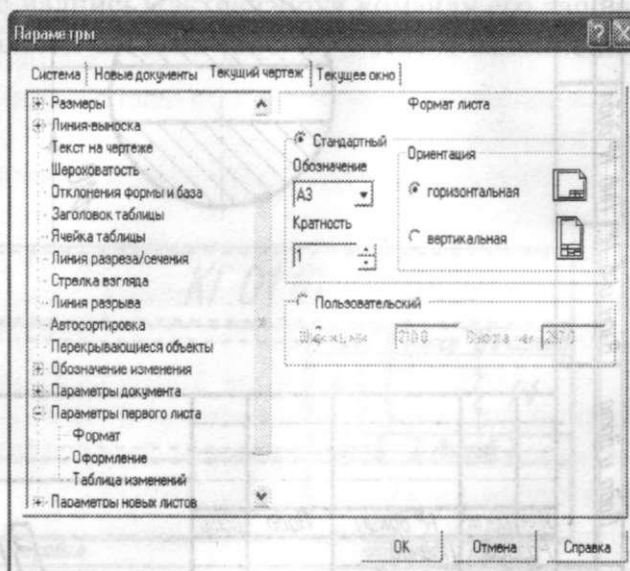



Рис. 14. Вкладка категории **Формат**





## 2.2. Инструменты точного черчения

Для выполнения точных чертежей программа КОМПАС предлагает различные инструменты:

- привязки, рассмотренные в п.1.2, позволяют абсолютно точно находить характерные точки уже построенных и вводимых примитивов;
- панели Свойств и Текущее состояние при выполнении различных команд позволяют вычертить геометрические примитивы с абсолютной точностью;
- редактор КОМПАС позволяет включить кнопку Округление  на панели Текущее состояние или клавишей <F7>. Режим округления используется во время выполнения различных команд построения и редактирования графических и трехмерных объектов. При включенном режиме значения параметров округляются до ближайшего значения, кратного текущему шагу курсора. Величина округляется в меньшую сторону, если разница между ней и ближайшим кратным значением меньше половины шага курсора, и в большую сторону в противном случае.

## 2.3. Выполнение геометрических объектов

### 2.3.1. Вспомогательная линия

Команда Вспомогательная прямая  из панели Геометрия  (см. рис. 7) позволяет строить вспомогательные линии, бесконечные в границах экрана и требующие дальнейшей обводки с помощью операций Отрезок , Непрерывный ввод объектов  и т.п.. Панель Расширенных команд, соответствующая команде Вспомогательная прямая, включает в себя операции, показанные на рис. 15.

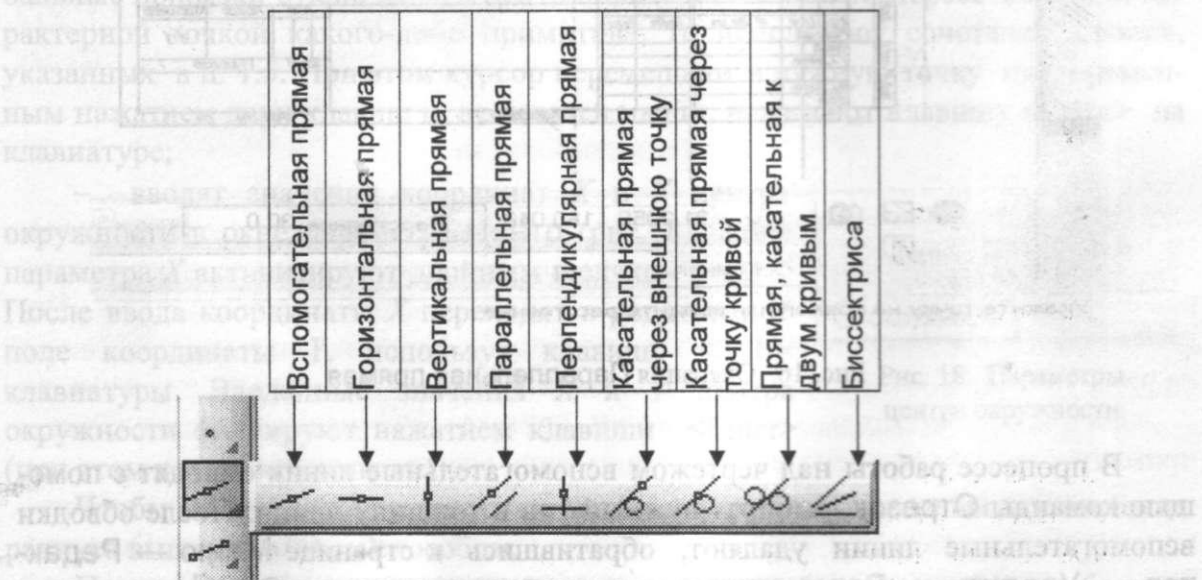


Рис. 15. Панель Расширенных команд кнопки Вспомогательная прямая

Чтобы открыть панель **Расширенных команд**, нажимают и удерживают левую клавишу мыши на соответствующей кнопке со значком *треугольника вниз*. Для выбора нужной операции на панели **Расширенных команд** курсор сдвигают на нужную кнопку и только на ней отпускают клавишу мыши. Например, чтобы быстро и точно построить заданный чертеж, удобно использовать кнопки **Горизонтальная прямая**, **Вертикальная прямая**. Далее, чтобы найти положение остальных элементов относительно уже построенных осей симметрии, нужно вызвать команду **Параллельная прямая** (рис. 16). Первым запросом системы после вызова этой операции будет: «Укажите отрезок или прямую для построения параллельной прямой». Щелкнув мышью на нужном отрезке (отрезок поменяет цвет на красный), пользователь должен ответить на следующий запрос системы: «Укажите точку на прямой или введите расстояние». Чтобы ввести расстояние до параллельной прямой в активное окно **Расстояние** вводим нужное значение. Нужную линию выделяют щелчком мыши, завершая операцию кнопкой **Ввод объекта** на панели **Специального управления** и кнопкой **Стоп**.

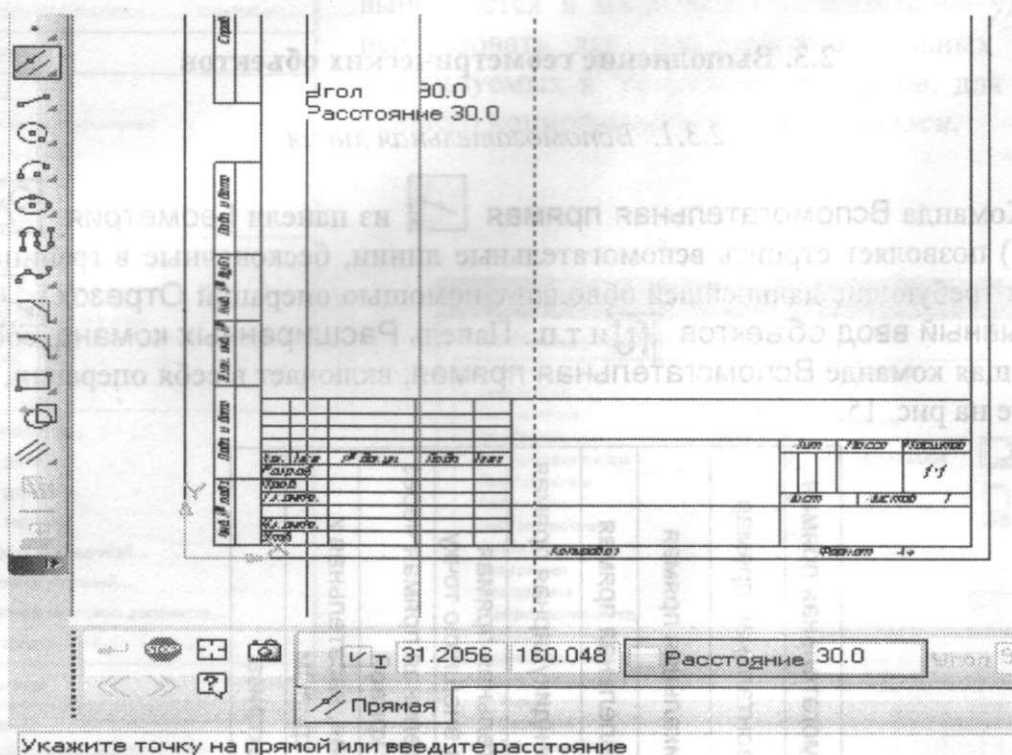


Рис. 16. Операция **Параллельная прямая**

В процессе работы над чертежом вспомогательные линии обводят с помощью команды **Отрезок**, выбирая нужный тип и толщину линии. После обводки вспомогательные линии удаляют, обратившись к странице **Меню** → **Редактор** → **Удалить** → **Вспомогательные кривые и точки** → **В текущем виде** (рис. 17).

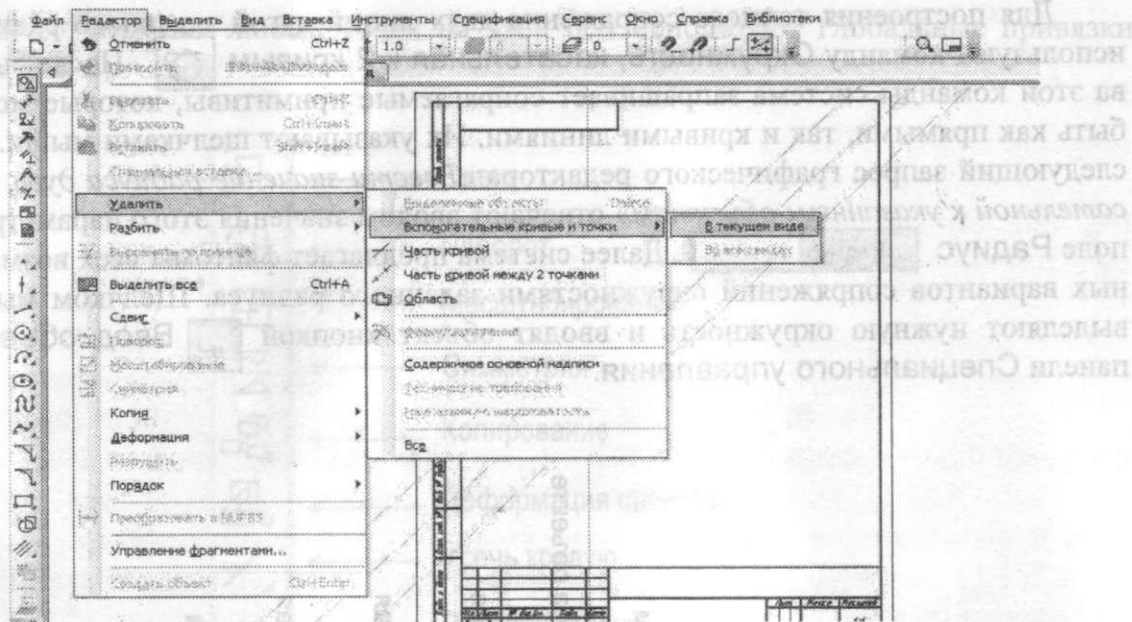



Рис. 17. Удаление вспомогательных линий

### 2.3.2. Окружность

Команда **Окружность**  позволяет построить окружность по центру и точке. После вызова данной команды система предлагает ввести точку центра окружности. Положение центра фиксируется различными способами:

- подводят курсор к нужной точке чертежа и щелчком мыши вводят центр окружности. Для точного построения используют привязки. Если глобальные привязки отключены, а центр определяется точкой пересечения или характерной точкой какого-либо примитива, то используют сочетание клавиш, указанных в п. 1.5. При этом курсор перемещают в нужную точку одновременным нажатием двух клавиш и, не касаясь мыши, нажимают клавишу <Enter> на клавиатуре;

- вводят значения координат  $X$  и  $Y$  центра окружности в окне параметра **Центр** (рис.18). Поле параметра  $X$  активизируют двойным щелчком мыши. После ввода координаты  $X$  переходят в родственное поле координаты  $Y$ , используя клавишу <Tab> клавиатуры. Введенные значения  $X$  и  $Y$  центра окружности фиксируют нажатием клавиши <Enter> (при этом не касаются мыши!).

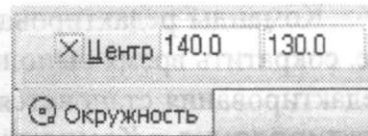

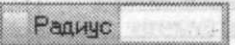



Рис. 18. Параметры центра окружности

Чтобы построить окружность по заданному радиусу, далее вводят значение радиуса вышеуказанным способом.

Панель **Расширенных команд** кнопки **Окружность** включает в себя операции, показанные на рис. 19.



Для построения точного сопряжения двух линий дугой заданного радиуса используют команду **Окружность, касательная к 2 кривым** . После вызова этой команды система запрашивает сопрягаемые примитивы, которые могут быть как прямыми, так и кривыми линиями. Их указывают щелчками мыши. На следующий запрос графического редактора «Ввести значение радиуса дуги, касательной к указанным объектам» отвечают вводом значения этого параметра в поле **Радиус** . Далее система предлагает фантомы всех возможных вариантов сопряжений окружностями заданного радиуса. Щелчком мыши выделяют нужную окружность и вводят объект кнопкой  **Ввод объекта** панели **Специального управления**.

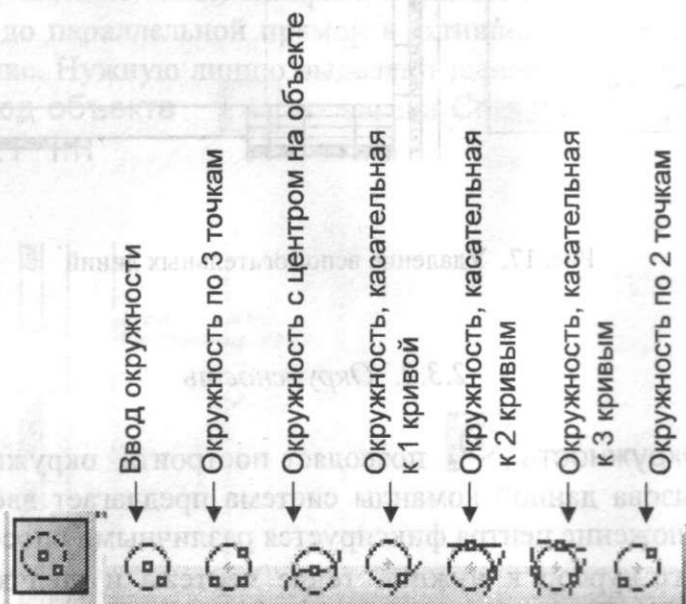





Рис. 19. Панель Расширенных команд кнопки **Окружность**

## 2.4. Редактирование

Команды редактирования объектов позволяют оптимизировать черчение, т.е. сократить время выполнения однотипных операций. Различные инструменты редактирования становятся доступны после щелчка мыши на кнопке  **Редактирование** в **Компактной панели** (см. рис. 5). Содержание панели показано на рис. 20.

Например, с помощью кнопки **Усечь кривую**  удаляют лишнюю часть примитива по границе пересечения или касания с другим примитивом.

В изображениях, имеющих ось симметрии, можно выполнить чертеж только с одной стороны оси и затем скопировать его с помощью команды **Симметрия** , предварительно выделив объекты копирования. При обращении к этой команде система запрашивает положение двух точек на оси симметрии. Для

точного указания любых точек на этой оси используют глобальные привязки (см. рис. 6).

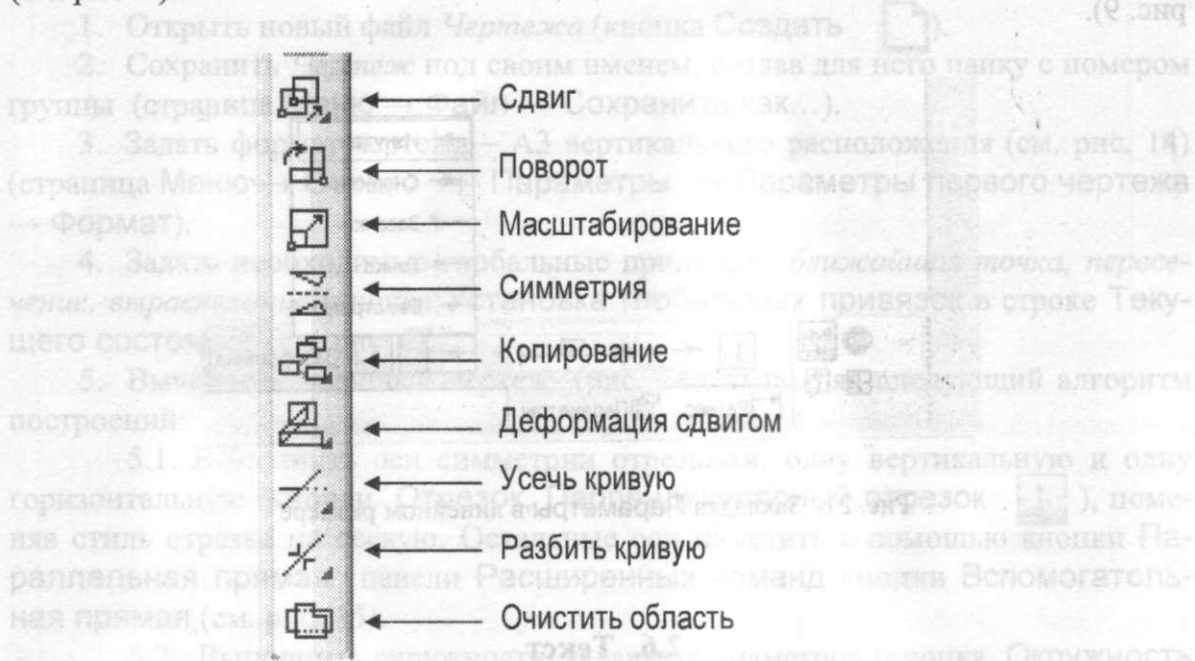



Рис. 20. Содержание Инструментальной панели Редактирование

## 2.5. Размеры

Для простановки размеров выбирают кнопку **Размеры**  Компактной панели (см. рис. 5). Панели Расширенных команд для кнопок, отмеченных треугольником, позволяют поставить размеры способами, предложенными в ГОСТ 3.307 – 68. Панель Расширенных команд кнопки Линейный размер позволяет проставить линейные размеры соответственно кнопкам на рис. 9:

- по двум точкам; с обрывом;
- от отрезка до точки;
- от общей базы;
- цепной;
- с общей размерной линией;
- размер высоты (т.е. отметку).

После вызова команды **Линейный размер** открывается панель Специального управления, в которой закладка **Параметры** позволяет открыть панель **Параметров размера** (рис. 21). В ней можно выбрать размещение текста и положение стрелок или поменять стрелки на засечки.

Если размер необходимо проставить вручную или он должен сопровождаться каким-либо знаком или надписью, щелчком мыши в окне **Текст** открывают окно **Задание размерной надписи** (см. рис. 10). Для обозначения фаски, выполняемой под  $45^\circ$ , используют кнопку  $x45^\circ$ .

Аналогично проставляют диаметральные, угловые и радиальные размеры, используя соответствующие кнопки инструментальной панели Размеры (см. рис. 9).



Рис. 21. Закладка Параметры в линейном размере

## 2.6. Текст

Чтобы выполнить надпись на чертеже, используют кнопку **T** Ввод текста Компактной панели Обозначения (см. рис. 5). При выборе данной команды система запрашивает точку привязки текстовой строки (рис. 22). Три правые кнопки Размещение на панели Свойств данной команды определяют способ выравнивания строки (базовую точку текстовой строки):

- по левому краю;
- по центру;
- по правому краю.

После указания точки привязки изменяется содержание панели Свойств, становятся доступны поля высоты шрифта, угол наклона шрифта, коэффициент сужения и т.п. Ввод текста фиксируют кнопкой Ввод объекта **↵**.

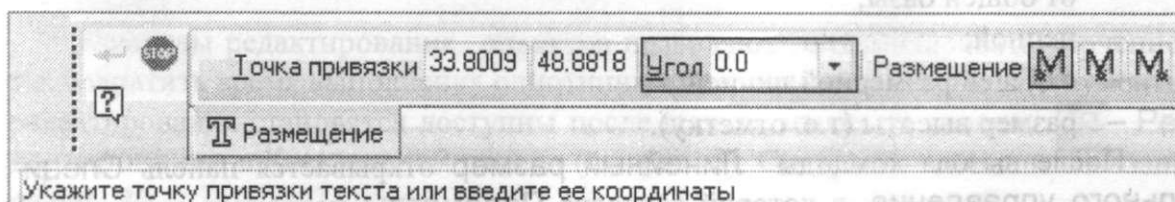




Рис. 22. Панель Свойств команды Ввод текста

## Пример выполнения задания № 2

1. Открыть новый файл *Чертежа* (кнопка **Создать** .
2. Сохранить *Чертеж* под своим именем, создав для него папку с номером группы (страница **Меню** → **Файл** → **Сохранить как...**).
3. Задать формат чертежа – А3 вертикального расположения (см. рис. 14) (страница **Меню** → **Сервис** → **Параметры** → **Параметры первого чертежа** → **Формат**).
4. Задать необходимые глобальные привязки: *ближайшая точка, пересечение, выравнивание* (кнопка **Установка глобальных привязок** в строке **Текущего состояния** (см. рис. 6)).
5. Вычертить заданный чертеж (рис. 24), выполняя следующий алгоритм построений:
  - 5.1. Выполнить оси симметрии отрезками: одну вертикальную и одну горизонтальную (кнопки **Отрезок**, **Перпендикулярный отрезок** ) , поменяв стиль отрезка на осевую. Остальные оси наметить с помощью кнопки **Параллельная прямая** панели **Расширенных команд** кнопки **Вспомогательная прямая** (см. рис. 15).
  - 5.2. Выполнить окружности, заданных диаметров (кнопка **Окружность** на **Компактной панели Геометрия**).
  - 5.3. Выполнить касательную прямую с помощью кнопки **Отрезок**, касательный к двум кривым  панели **Расширенных команд** кнопки **Отрезок** (рис. 23).
  - 5.4. Выполнить сопряжение окружностей дугой заданного радиуса (кнопка **Окружность**, касательная к 2 кривым  панели **Расширенных команд** операции **Окружность**, см. рис. 19).
  - 5.5. Удалить лишние дуги окружности (кнопка **Усечь кривую** панели **Редактирование** (см. рис. 20)).
  - 5.6. Привести в порядок все центровые и осевые линии с помощью панели **Свойств** команды **Окружность**.
  - 5.7. Удалить вспомогательные линии (страница **Меню** → **Редактор** → **Удалить** → **Вспомогательные кривые и точки** → **В текущем виде**).
  - 5.8. Вычертить остальные элементы. Использовать команды **Копирование** и **Симметрия** страницы **Редактирование** (см. рис. 20), **Параллельный отрезок**, **Скругление** страницы **Геометрия** (см. рис. 7).
6. Проставить размеры.
7. Отредактировать чертеж.
8. Заполнить штамп.

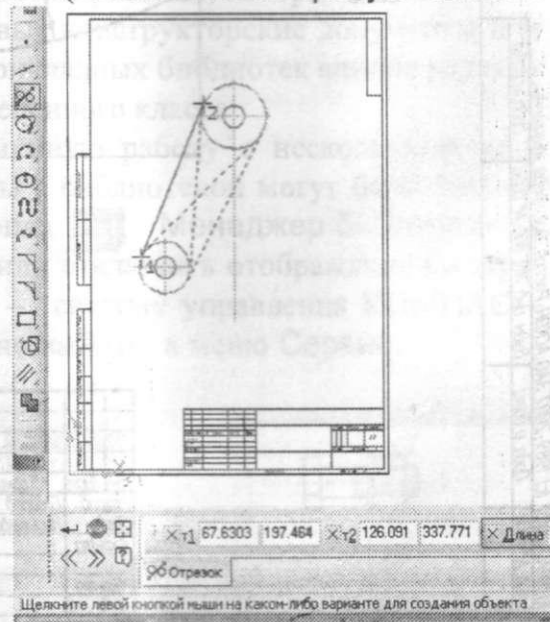


Рис. 23. Выполнение команды **Отрезок**, касательный к двум кривым

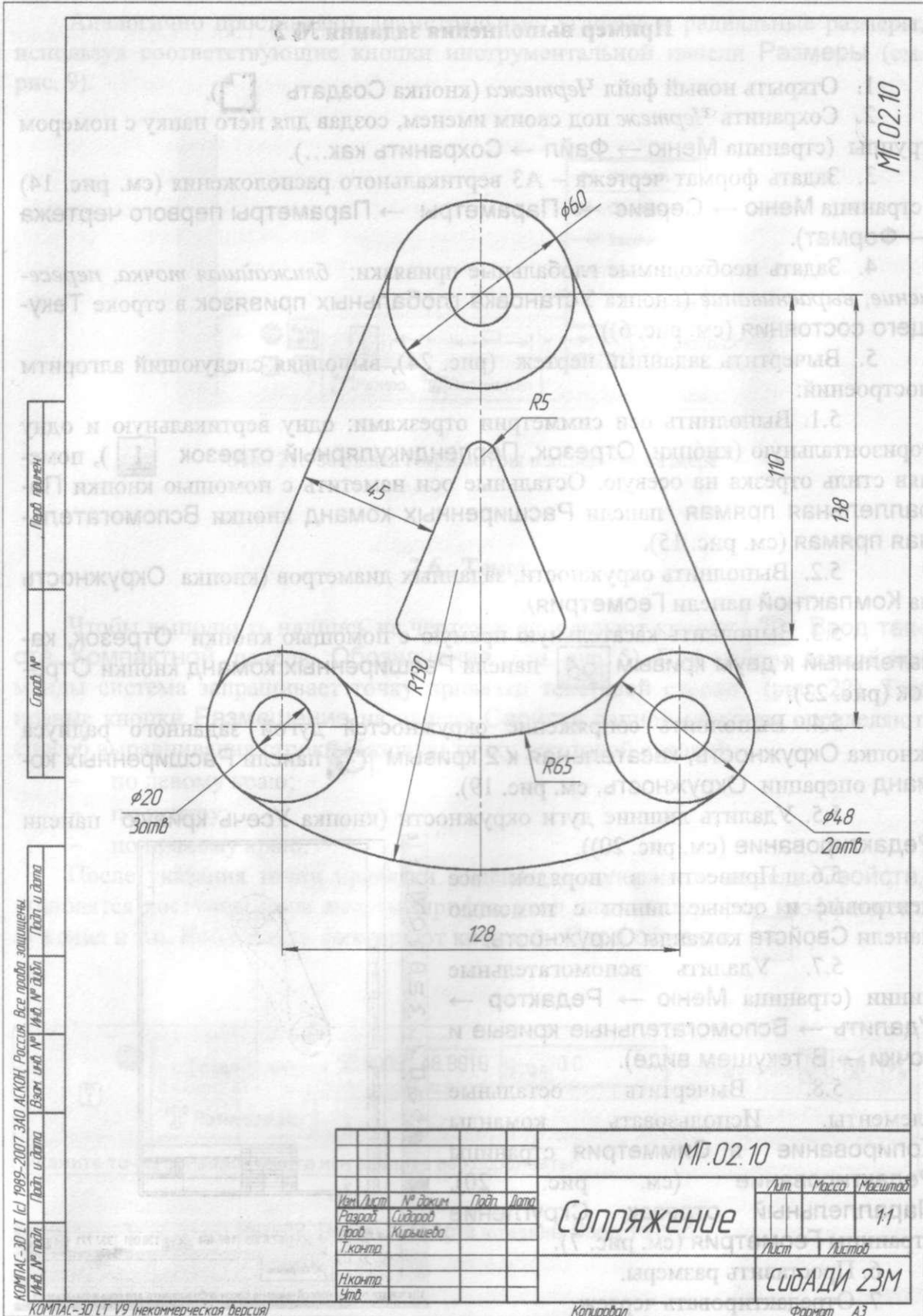


Рис. 24. Пример выполнения задания № 2

### 3. СБОРОЧНЫЙ ЧЕРТЕЖ В КОМПАС-3D V9


#### 3.1. Менеджер библиотек

Существует большое количество деталей и узлов, подобных по форме и отличающихся лишь своими параметрами – размерами. Программа КОМПАС-3D позволяет сохранять созданные изображения и модели в файлах, а затем вставлять их в новые документы. Однако это не всегда удобно, так как каждый раз после вставки фрагмента или модели приходится редактировать объект для получения необходимых размеров.

Для упрощения и ускорения разработки чертежей и сборок, содержащих типовые и стандартизованные детали (крепеж, пружины, подшипники, резьбовые отверстия, канавки, элементы электросхем, строительные конструкции и т.п.) пользователь программы КОМПАС-3D может обратиться к готовым параметрическим библиотекам.

**Библиотека** – это приложение, созданное для расширения стандартных возможностей КОМПАС-3D и работающее в его среде. Типичными примерами приложений являются поставляемая вместе с системой библиотека КОМПАС.RTW (она содержит команды построения изображений часто встречающихся геометрических фигур, гладких и резьбовых отверстий и т.д.), а также такие продукты семейства КОМПАС, как библиотека стандартных машиностроительных элементов и библиотека крепежа, значительно ускоряющие проектирование сборочных моделей и оформление сборочных чертежей.

Следует отметить, что возможности использования библиотек отнюдь не ограничиваются простым вводом в чертеж параметризованных стандартных элементов. Библиотека представляет сложную, ориентированную на конкретную задачу, подсистему автоматизированного проектирования, которая после выполнения проектных расчетов формирует готовые конструкторские документы или их комплекты. Можно сказать, что в виде прикладных библиотек вполне реально разрабатывать целые САПР объектов определенного класса.

КОМПАС-3D поддерживает одновременную работу с несколькими подключенными библиотеками. Режимы работы с библиотекой могут быть различными (окно, диалог, меню или панель). Кнопка  Менеджер библиотек на панели Стандартная позволяет включить или отключить отображение на экране окно Менеджер библиотек (рис. 25) – систему управления КОМПАС – библиотеками. Данную команду также можно выбрать в меню Сервис.

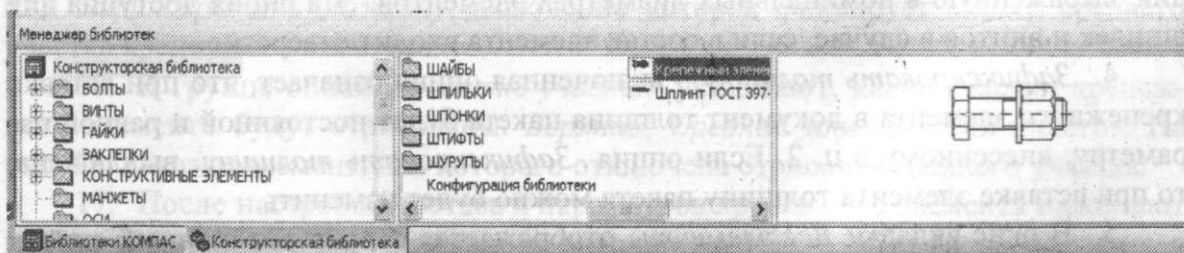


Рис. 25. Окно Менеджер библиотек

Чтобы вычертить на сборочном чертеже крепежный элемент, необходимо обратиться к машиностроительной библиотеке. В результате последовательности операций Менеджер библиотек → Машиностроение → Конструкторская библиотека → Крепежный элемент открывается окно Крепежный элемент (рис. 26).

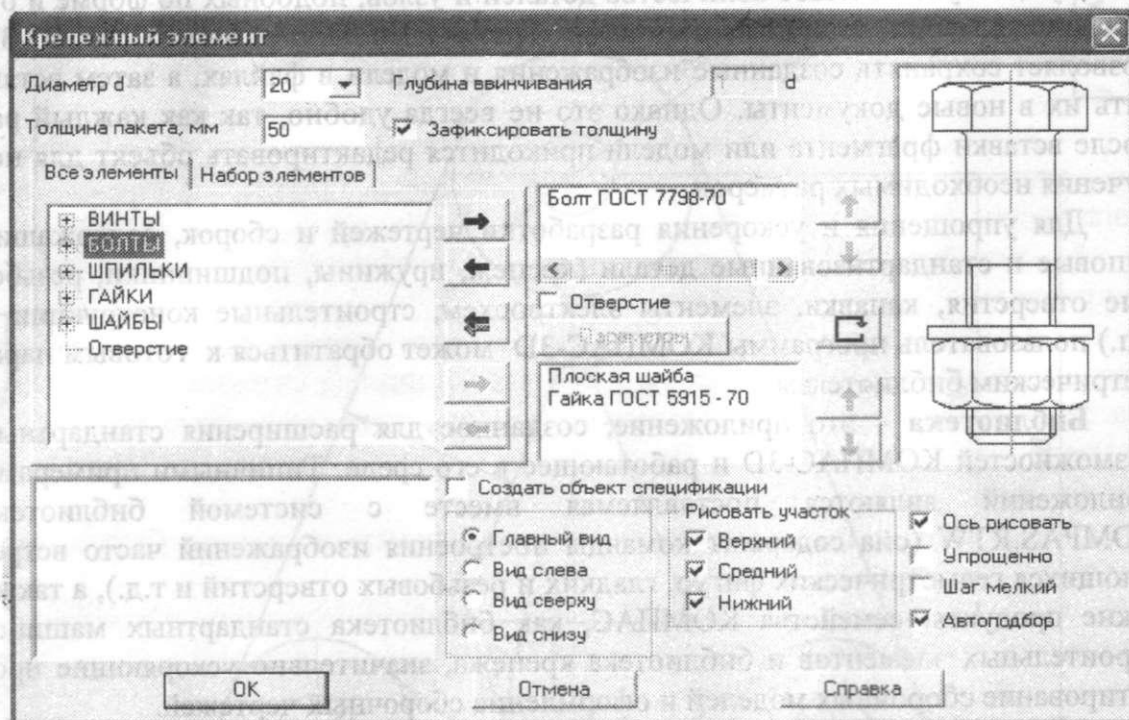


Рис. 26. Окно Крепежный элемент

В открывшемся окне для набора заданного крепежного элемента (болтовое, шпильчатое или винтовое соединение) очищают верхний и нижний списки элементов (два поля, расположенных в центре). Далее настраивают параметры и состав крепежного элемента:



1. Диаметр  $d$  крепежного элемента – вносят (или выбирают из списка) номинальный диаметр крепежного элемента (болта, шпильки или винта).

2. Толщина пакета – вносят параметр суммарной толщины соединяемых деталей. Поле данного параметра становится доступным при включении параметра *Зафиксировать толщину* (п. 4).


3. Глубина ввинчивания – вводят в поле необходимую глубину ввинчивания, выраженную в номинальных диаметрах элементов. Эта опция доступна для шпилек и винтов в случае, если в состав элемента входит отверстие.




4. *Зафиксировать толщину* – включенная опция означает, что при вставке крепежного элемента в документ толщина пакета будет постоянной и равной параметру, внесенному в п. 2. Если опция *Зафиксировать толщину* выключена, то при вставке элемента толщину пакета можно будет изменить.

5. В окне вкладки *Все элементы* отображается структурированный список крепежных элементов, которые могут входить в набор.

6. Кнопки *Добавить*  и *Удалить*  – с их помощью формируют

верхний и нижний списки элементов. Эти списки отображаются в окнах, расположенных в центре. Чтобы добавить элемент в список, выделяют его в окне вкладки (выбранный элемент показывается в нижнем окне просмотра диалога) и нажимают кнопку *Добавить*. Чтобы удалить элемент, выделяют его в списке и нажимают кнопку *Удалить*.

7. Кнопка *Удалить все*  служит для удаления всех элементов из верхнего и нижнего списков.

8. Кнопки *Переместить элемент вверх*  и *Переместить элемент вниз*  служат для изменения порядка следования элементов в верхнем или нижнем списке. Чтобы переместить элемент, выделяют его в списке и нажимают нужную кнопку. Если список состоит из одного элемента, кнопки не доступны. Кнопка *Перевернуть элемент*  позволяет повернуть элемент (например, прорезную гайку на 180°).

9. В окне вкладки *Набор элементов* отображается список уже существующих наборов элементов.

10. Опция *Отверстие* позволяет создать изображение отверстия в пакете. После ее включения становится доступна кнопка *Параметры*. При нажатии кнопки *Параметры* вызывается диалог настройки параметров отверстия. В этом диалоге изменяют диаметр отверстия и включают создание местного разреза на изображении пакета.

11. В группе опций *Вид* указывают, какая проекция крепежного элемента должна создаваться: *Главный вид*, *Вид слева*, *Вид сверху* или *Вид снизу*.

12. Опция *Ось рисовать* определяет, будет ли отрисована ось крепежного элемента. При выключенной опции осевые линии не будут отрисованы.

13. Внешний вид создаваемого крепежного элемента отображается на слайде (в окне справа).

14. *Шаг мелкий* – включают, если элементы набора должны иметь резьбу с мелким шагом.

15. При включенной опции *Автоподбор* длина винта, болта или шпильки подбирается автоматически. Например, для крепежного элемента, состоящего из болта, гайки и шайбы и имеющего толщину пакета 30 мм, вычисляется сумма, равная 30 мм + высота гайки + высота шайбы + два шага резьбы, и принимается ближайшая большая стандартная длина болта. Если опция отключена, то длина винта, болта или шпильки, заданная в диалоге настройки их параметров, не меняется при составлении крепежного элемента и его вставке. Отключение опции *Автоподбор* фиксирует лишь длину винта, болта или шпильки, в отличие от опции *Зафиксировать толщину*, включение которой фиксирует размер среднего участка крепежного элемента.

16. В группе опций *Рисовать участок* указывают, какие участки крепежного элемента будут отрисованы: *Верхний*, *Средний* или *Нижний* участок. На рис. 26 показан элемент, для которого отключена отрисовка среднего участка.


17. После настройки состава и параметров крепежного элемента нажимают кнопку **ОК** диалога для перехода к операции вставки крепежного элемента в сборочный чертеж. Чтобы отказаться от вставки крепежного элемента, нажимают кнопку **Отмена**.

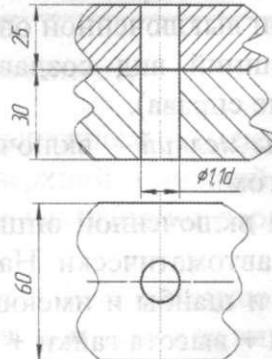


Необходимо учесть, что:

- болт, винт или шпильку нельзя переместить или перевернуть, а также они могут быть добавлены только в верхний список;
- двойной щелчок мыши на выделенном элементе в верхнем или нижнем списке вызывает диалог настройки параметров этого элемента (в этом диалоге можно изменить, например, исполнение элемента);
- на основе выбранного набора элементов можно создать новый. Для этого активизируют вкладку *Все элементы* и редактируют выбранный набор, после чего сохраняют его под другим именем.


### Пример выполнения задания № 3

1. Открыть новый файл *Чертежа*. Сохранить его под своей фамилией в папке группы. Задать формат чертежа – А3 вертикального расположения (страница Меню → Сервис → Параметры → Параметры первого чертежа → Формат).
2. Глобальные привязки задавать по необходимости (кнопка *Установка глобальных привязок*  панели *Текущего состояния* чертежа).
3. Вычертить заданный чертеж (рис. 28). Для этого выполнить алгоритм построения чертежа, заданный в таблице. Использовать команду *Менеджер библиотек*.

Алгоритм решения	Выполняемый по алгоритму чертеж
<p style="text-align: center;">1</p> <p>3.1. Начертить соединение двух деталей болтом <i>M18xL</i>. Размеры подобрать из ГОСТов</p>	<p style="text-align: center;">2</p> 
<p>3.2. Начертить соединение двух деталей из чугуна шпилькой по ГОСТ 22034-76. Размеры шпильки, шайбы и гайки подобрать из предлагаемых в программе КОМПАС списков. Выбрать элемент <i>Отверстие</i> из вкладки <i>Все элементы</i>. При этом глубина глухого резьбового отверстия будет равной сумме длины ввинчиваемой части шпильки + <math>0.5d</math>. Длину ввинчиваемой части шпильки принять равной <math>1,25d</math></p>	

1	2
<p>3.3. Начертить соединение двух деталей <i>винтом</i> с полукруглой головкой (ГОСТ 17473-80). Размеры винта подобрать по списку. Вкручиваемая часть винта равна <math>2d</math>. Длина резьбы на винте больше длины вкручиваемой части на <math>0,5d</math></p>	
<p>3.4. Вычертить соединение двух деталей <i>шпонкой</i> (принять шпонку призматическую по ГОСТ 23360-78)</p>	

4. Проставить на чертеже габаритные размеры соединяемых деталей и диаметр наружной резьбы крепежных элементов.

5. Проставить номера позиций, используя команду **Обозначение позиций** в странице Компактной панели **Обозначения**  (рис. 27).

6. Составить *Спецификацию* (рис. 29):

– открыть новый чертеж и назначить формат со стандартной формой спецификации (страница **Меню** → **Сервис** → **Параметры** → **Параметры первого чертежа** → **Оформление** → **Спецификация** → **Первый лист ГОСТ 2.106-96 Ф1**);

– в спецификации заполнить колонки:

- *Позиция;*
- *Наименование;*
- *Количество.*

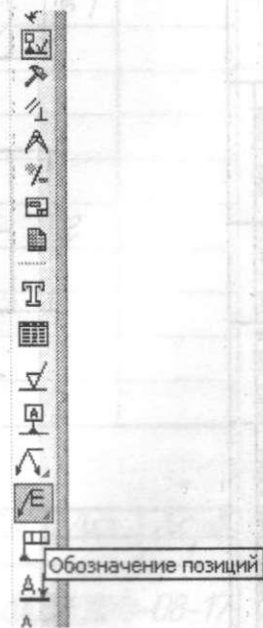


Рис. 27. Страница **Обозначение**

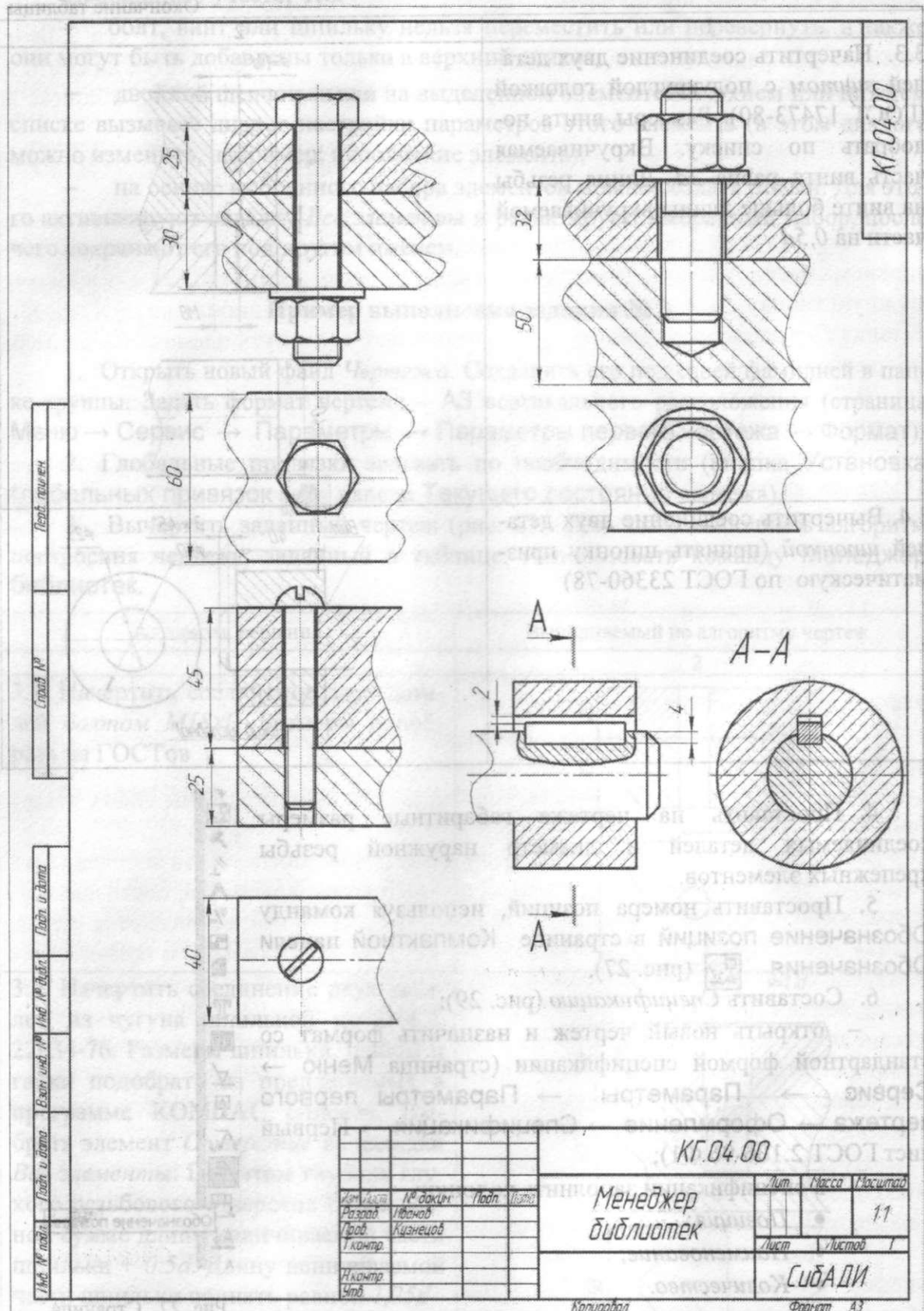


Рис. 28. Пример выполнения задания № 3

Формат	Зона	Лист	Обозначение	Наименование	Кол	Приме- чание	
Перв. примен.				Документация			
	Станд. №	A4	МЧ.04.31.00 СБ	Сборочный чертёж			
				Детали			
			1	МЧ.04.31.01	Скрепляемая деталь №1	1	
			2	МЧ.04.31.02	Скрепляемая деталь №2	1	
					Стандартные изделия		
	Подп. и дата		3		Болт М20х50 ГОСТ 7798-70	1	
			4		Гайка 2 М20 ГОСТ 5915-70	1	
			5		Шайба 20 ГОСТ 6402-70	1	
	Взам. инв. №	Инв. № дубл.					
Подп. и дата							
			МЧ.04.31.00				
Инв. № подл.	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		
	Разраб.	Иванов И.И.					
	Проб.	Петров П.П.					
	Н.контр.						
	Утв.						
				Болтовое соединение			
				Лит		Лист	
				4		1	
				СибАДИ ДМз-08-17			
Копировал				Формат А4			

Рис. 29. Спецификация задания № 3

### 3.2. Использование видов и слоев

Программа КОМПАС позволяет выполнять чертежи как в масштабе 1:1, так и в масштабах увеличения или уменьшения, соответствующих ГОСТ ЕСКД и СПДС. Для выполнения чертежей в масштабе, отличном от натуральной величины, используют систему видов. Вид – это отдельное, изолированное изображение детали. Чертеж может содержать несколько видов. Положение вида в системе координат Чертежа определяется точкой привязки, углом поворота и масштабом. Нулевой вид (системный) – это вид, к которому обращается программа КОМПАС-3D при создании нового Чертежа. Нулевой вид имеет постоянные параметры: масштаб 1:1, начало координат в нижнем левом углу чертежа (см. рис. 1) и угол поворота, равный нулю.

Чтобы создать в Чертеже новый вид в масштабе, отличном от 1:1, необходимо выполнить следующие действия:

1. Выбрать команду страницы Меню → Вставка → Вид (рис. 30). При этом на панели Свойств появятся элементы управления, которые позволят задать параметры нового вида (рис. 31).

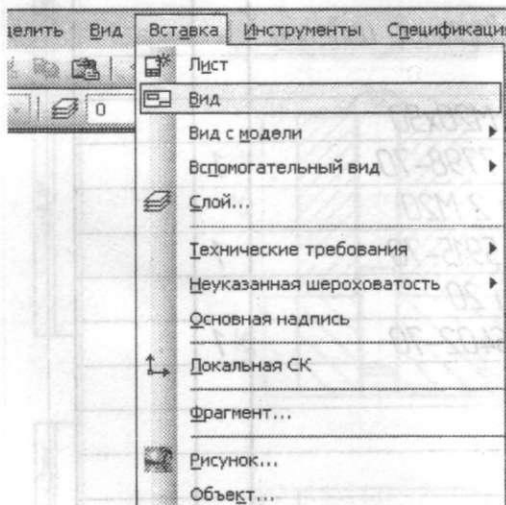


Рис. 30. Страница Меню → Вставка

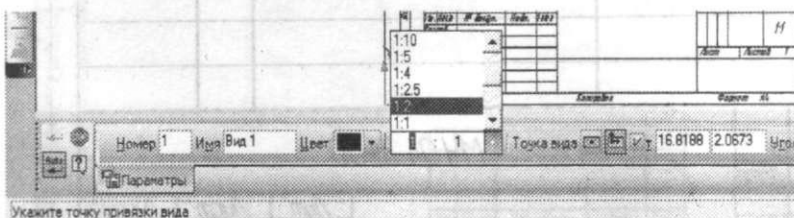




Рис. 31. Панель Свойств операции Вид


2. Ввести номер нового вида (при желании изменить номер, предложенный системой по умолчанию), его масштаб, угол поворота и имя. Ввод имени вида является необязательным, однако его наличие значительно облегчает поиск нужного вида при работе с документом. Выбрать цвет отрисовки вида в активном состоянии из раскрывающегося списка Цвет. На экране появится условное изображение системы координат .


3. Установить начало системы координат нового вида щелчком левой кнопки мыши в нужной точке чертежа.






4. Чтобы завершить создание нового вида, нажать кнопку Создать объект .

Созданный Новый вид станет текущим. Вид, который был текущим перед этим, вернется в состояние, в котором он был до активизации.

Состояние вида изменяют в окне Менеджер документа

(рис. 32), которое вызывают активизацией кнопки Вид  на панели Текущего состояния (см. рис. 4). Состояние вида изменяют, выделяя соответствующий вид в списке. Любой из существующих видов можно назначить текущим, при

нажатии кнопки  . Вид может находиться в одном из следующих состояний:

- Текущий вид ,
- Фоновый вид ,
- Погашенный вид  .
- Активный вид ,
- Видимый вид ,

Текущий вид при работе с чертежом всегда единственный. Вновь создаваемые объекты вносятся в текущий вид. Прimitives этого вида доступны для операций редактирования, удаления и привязки. Цвет отрисовки - системный (синий для основных линий).

Активными могут быть несколько видов. Элементы активных видов доступны только для редактирования, удаления и привязки. Цвет отрисовки активного вида соответствует цвету, установленному для данного вида в диалоге настройки его параметров.

Фоновые виды доступны только для привязки к объектам этих видов. Элементы данных видов и сами виды не доступны к редактированию. Все элементы фоновых видов изображаются на экране одинаковым стилем (штриховкой), который можно настраивать.

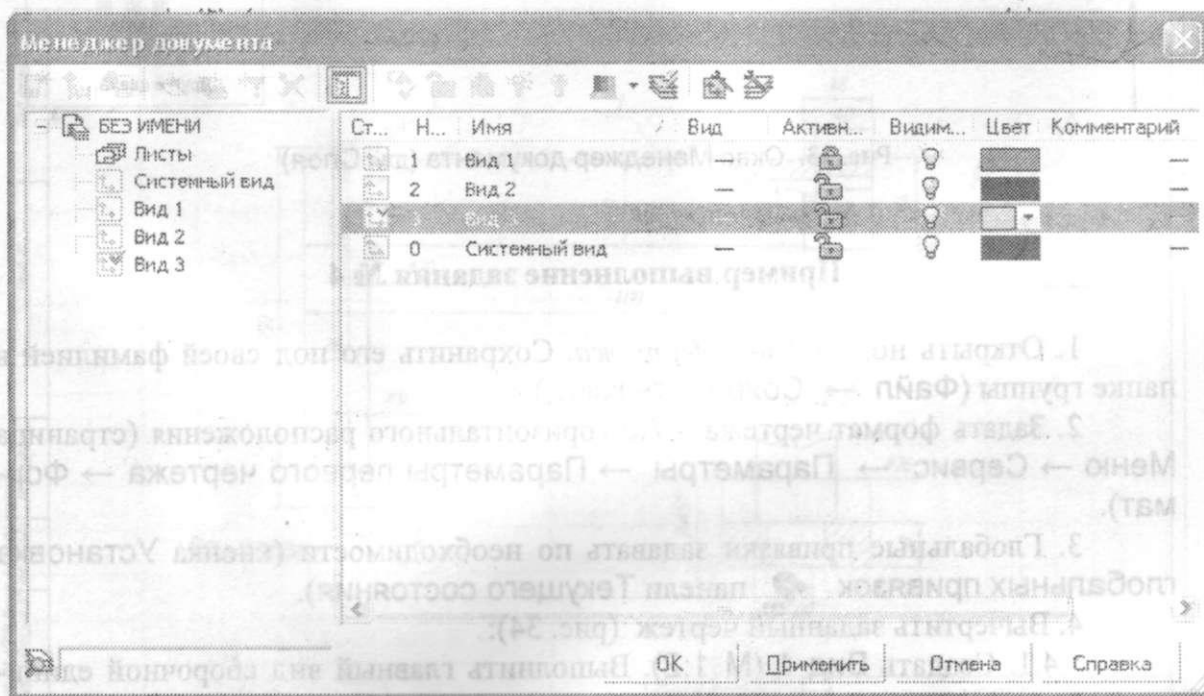





Рис. 32. Окно Менеджер документа (для Вида)

В случае выполнения очень плотных, насыщенных чертежей некоторые виды можно погасить. Если объявить вид *погашенным*, он станет невидимым на экране, но сохранится в файле чертежа.

Для размещения информации на разных логических и физических уровнях используют Слои. В каждом виде можно создать до 255 слоев. Точка привязки, угол поворота и масштаб соответствуют *виду*, в котором создается *слой*. Возможные состояния слоев подобны состояниям видов: *текущий*, *активный*, *фо-*

новый и погашенный, и работа с ними аналогична работе с видами. Чтобы создать новый слой обращаются к странице Меню → Вставка → Слой... (см. рис. 31). При этом открывается окно Менеджер документа (для слоев) (рис. 33). Кнопка Создать слой  этого окна позволяет задать параметры создаваемого слоя: номер, цвет, имя.

Состояние слоя изменяют в окне Менеджер документа, которое можно также вызвать щелчком мыши на кнопке Слой  на панели Текущего состояния. Состояние слоя изменяют, выделяя соответствующий слой в списке слоев. Любой слой из списка можно назначить Текущим, нажав кнопку .

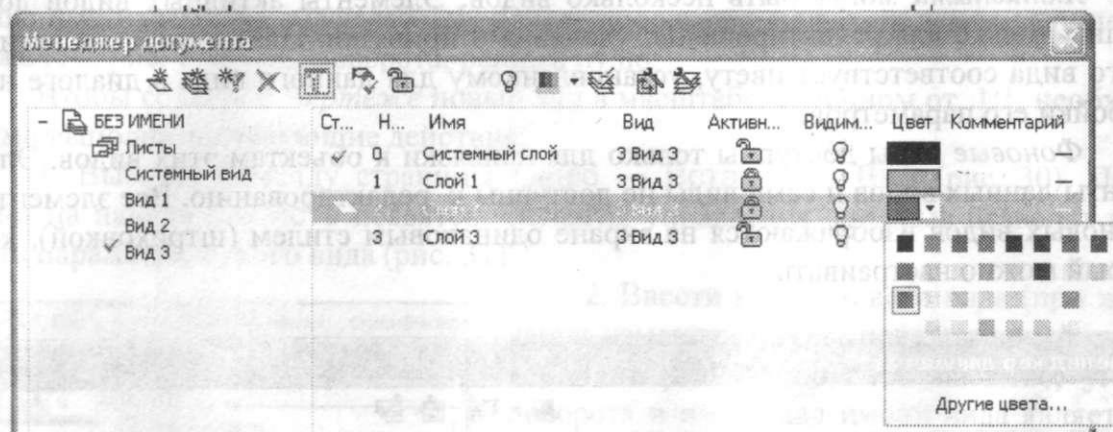



Рис. 33. Окно Менеджер документа (для Слоя)

#### Пример выполнение задания № 4

1. Открыть новый файл *Чертежа*. Сохранить его под своей фамилией в папке группы (Файл → Сохранить как...).
2. Задать формат чертежа – А3 горизонтального расположения (страница Меню → Сервис → Параметры → Параметры первого чертежа → Формат).
3. Глобальные привязки задавать по необходимости (кнопка Установка глобальных привязок  панели Текущего состояния).
4. Вычертить заданный чертеж (рис. 34):
  - 4.1. Создать Вид 1 (М 1:2). Выполнить главный вид сборочной единицы, располагая детали:
    - *Стержень* (позиция 1) в Слое 0, цвет – системный;
    - *Рукоятка* (поз. 2) в Слое 1, цвет – сиреневый;
    - *Кольца* (поз. 3) в Слое 2, цвет – зеленый.
  - 4.2. Создать Вид 2 (М 2:1). Выполнить выносной элемент:
    - *Рукоятка* в Слое 1, цвет – голубой;
    - *Кольцо* в Слое 2, цвет – оранжевый.
5. Проставить габаритные размеры, диаметры стержней и размеры под ключ.

6. Составить Спецификацию для сборочной единицы «Ключ торцовый» (рис. 35):

6.1. Открыть новый чертеж и назначить формат со стандартной формой спецификации (страница Меню → Сервис → Параметры → Параметры первого чертежа (вкладка Текущий чертёж) → Оформление → Спецификация (Первый лист ГОСТ 2.106-96 Ф1)).

6.2. В спецификации заполнить колонки:

– *Позиция:* 1,2,3;

– *Наименование:*

Документация, Сборочный чертёж, Детали: Стержень, Рукоятка, Кольцо;

– *Количество;*

– *Примечание:* Сталь.

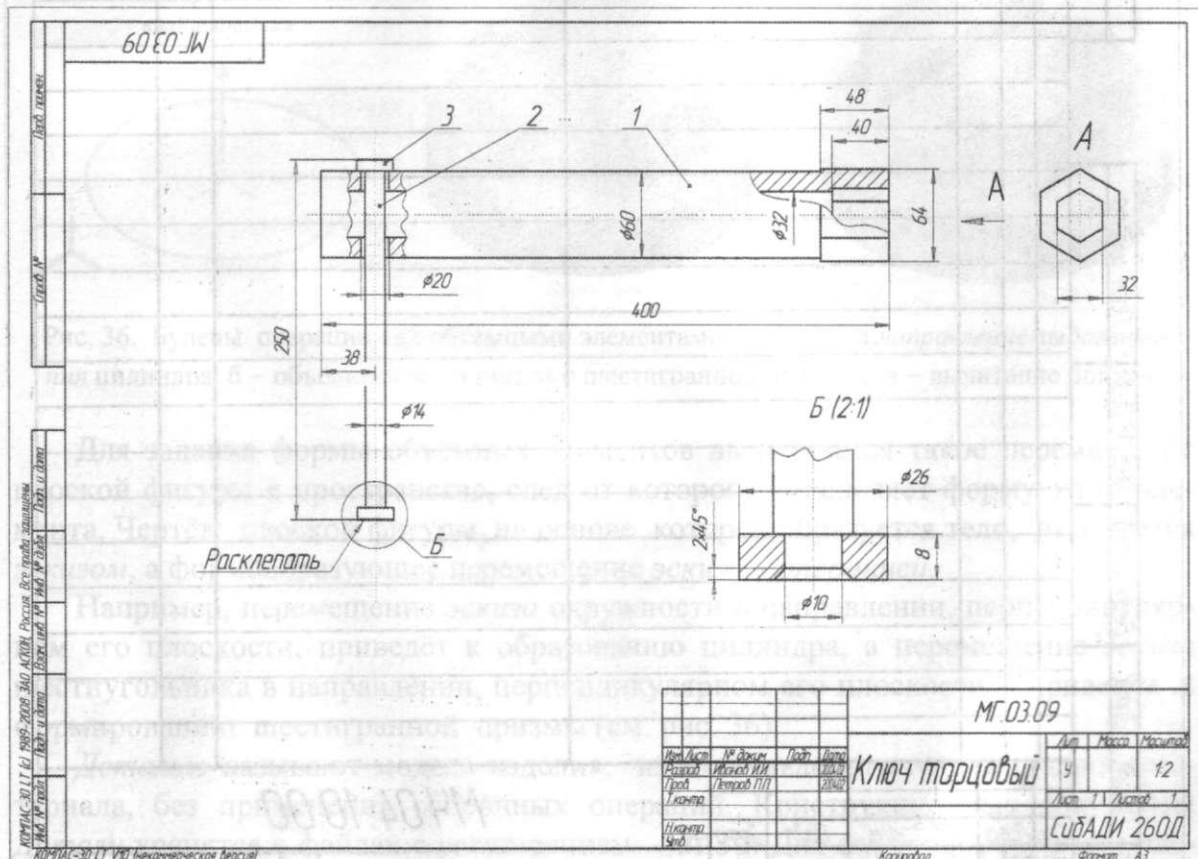


Рис. 34. Пример выполнения задания № 4



№ п/п	Формат	Дата	Паз	Обозначение	Наименование	кол	Примечание	Лист	Листов	Листов
<i>М4.04.10.00</i>										
<i>Ключ торцовый</i>										
<i>СИБАДИ 260Д</i>										
<i>Копирол</i> <span style="float: right;"><i>Формат 44</i></span>										

№ п/п	Имя Лист	№ докум	Подп	Дата	М4.04.10.01	М4.04.10.02	М4.04.10.03	М4.04.10.00 СБ	Сборочный чертёж	1	Сталь	Сборочный чертёж	1	Сталь	2	Сталь	Детали	Документация	
																			Разраб
1	Иванов И.И.	Иванов И.И.	Иванов И.И.	Иванов И.И.	Иванов И.И.	Иванов И.И.	Иванов И.И.	Иванов И.И.	Иванов И.И.	Иванов И.И.	Иванов И.И.	Иванов И.И.	Иванов И.И.	Иванов И.И.	Иванов И.И.	Иванов И.И.	Иванов И.И.	Иванов И.И.	Иванов И.И.
2	Петров П.П.	Петров П.П.	Петров П.П.	Петров П.П.	Петров П.П.	Петров П.П.	Петров П.П.	Петров П.П.	Петров П.П.	Петров П.П.	Петров П.П.	Петров П.П.	Петров П.П.	Петров П.П.	Петров П.П.	Петров П.П.	Петров П.П.	Петров П.П.	Петров П.П.

Рис. 35. Спецификация сборочного чертежа «Ключ торцовый»

#### 4. ТВЕРДОТЕЛЬНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В СИСТЕМЕ КОМПАС-3D V9

КОМПАС-3D V9 является системой твердотельного параметрического проектирования. То есть создание трехмерных чертежей различных деталей и конструкций означает выполнение в КОМПАС твердого тела моделей с параметрическими связями. Твердым телом модели является часть трехмерного пространства, ограниченного замкнутой поверхностью.

##### 4.1. Общие принципы твердотельного моделирования

В КОМПАС-3D общепринятым порядком моделирования твердого тела является последовательное выполнение булевых операций (объединение, вычитание и пересечение) над объемными элементами (сферы, призмы, цилиндры, конуса, пирамиды и т.д.) (рис. 36).

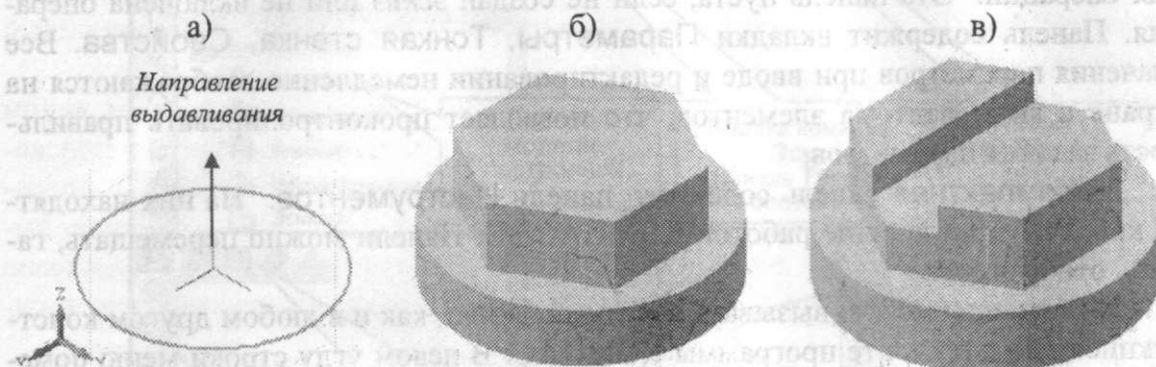


Рис. 36. Булевы операции над объемными элементами: а – эскиз и направление выдавливания цилиндра; б – объединение цилиндра с шестигранной призмой; в – вычитание призмы.

Для задания формы объёмных элементов выполняется такое перемещение плоской фигуры в пространстве, след от которого определяет форму этого элемента. Чертёж плоской фигуры, на основе которой образуется тело, называется эскизом, а формообразующее перемещение эскиза – операцией.

Например, перемещение эскиза окружности в направлении, перпендикулярном его плоскости, приведёт к образованию цилиндра, а перемещение эскиза шестиугольника в направлении, перпендикулярном его плоскости, приведёт к формированию шестигранной призмы (см. рис. 36).

Деталью называют модель изделия, изготавливаемого из однородного материала, без применения сборочных операций. Конструкционные документы Детали хранятся в файлах с расширением \*.m3d. Для создания объёмного элемента открывают конструкционный документ Деталь (см. рис. 1).

При моделировании сложных трехмерных элементов применяют операции:

- Выдавливание;
- Вращения;
- Кинематическая;
- По сечениям;

- Вырезать → Вырезать выдавливанием ( Вырезать вращением, Вырезать кинематически, Вырезать по сечениям);
- Присоединить (Выдавливанием, Вращением, Кинематически, По сечениям).


Твердотельное моделирование объекта сопровождается «деревом» построений (Дерево модели), отражающим этапы построения трехмерного чертежа детали.

#### 4.2. Интерфейс программы КОМПАС-3D документа *Деталь*

Интерфейс программы КОМПАС-3D для построения наглядного изображения детали при выборе файла *Деталь* (рис. 37) отличается от интерфейса при выборе файла *Чертеж*. Интерфейс *Детали* содержит некоторые панели, отличные по содержанию, или области, которых нет на интерфейсе *Чертежа*.

1. Панель **Свойств** включается в нижней части экрана в момент выполнения операции. Эта панель пуста, если не создан *эскиз* или не включена операция. Панель содержит вкладки **Параметры**, **Тонкая стенка**, **Свойства**. Все значения параметров при вводе и редактировании немедленно отображаются на экране в виде фантома элементов, что позволяет проконтролировать правильность задания параметров.

2. Компактная панель содержит панели **Инструментов**. На них находятся кнопки, управляющие работой КОМПАС-3D. Панели можно перемещать, гасить, отображать.

3. Команды можно вызывать из строки **Меню**, как и в любом другом конструктивном документе программы КОМПАС. В левом углу строки меню помещен значок *Деталь*:  .

4. **Строка сообщений** появляется в нижней части экрана в момент выполнения *эскиза* или операций. В ней указывается, что необходимо выполнить в данный момент.

5. **Дерево модели (Дерево построений)** характерно для выполнения трехмерных построений. В каждой модели существует система координат и определяемые данной системой проекционные плоскости. Чтобы увидеть изображение проекционных плоскостей, нужно выделить их в **Дереве модели**. Также в **Дереве модели** отражается алгоритм формирования тела детали.

6. В начальный момент **Дерево модели** содержит элементы, присутствующие в модели всегда: начало координат и три координатные плоскости *XU*, *ZX*, *ZU*. Каждая плоскость проекций имеет свой цвет. В процессе построения детали в **Дереве модели** отображаются все создаваемые объекты и выполняемые операции. При необходимости можно корректировать те или иные операции, удалять или добавлять новые, менять операции местами и т.д.

7. Панель **Управления построениями** в 3D виде содержит кроме уже известных в двумерных построениях кнопок пиктограммы, позволяющие выполнять команды, свойственные только 3D-построениям (например, выбор **Текущей ориентации** или **Типа отображения модели**).

8. Панель Текущего состояния содержит кнопку команды Эскиз, которую нажимают для выполнения чертежа эскиза элемента детали.

9. В Рабочем поле экрана отображаются плоскости проекций, выполняемый или выполненный эскиз элемента детали, направление выдавливания и т.д.

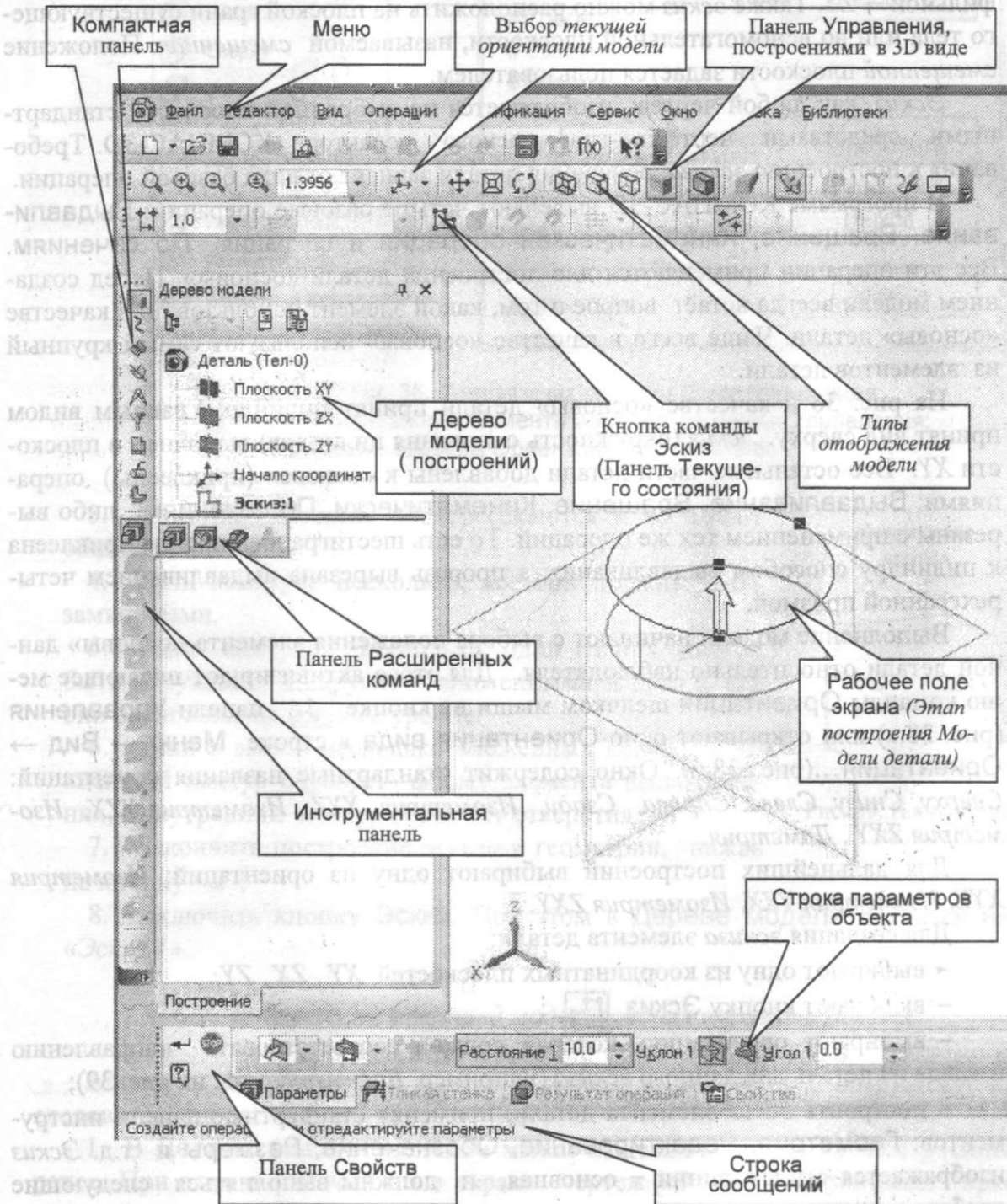


Рис. 37. Интерфейс конструкционного документа *Деталь*

### 4.3. Алгоритм построений 3D-модели


#### 4.3.1. Создание эскиза

Эскиз, чертёж в виде контура, располагают в одной из плоскостей проекций, заданных осями  $X, Y$  и  $Z$ : горизонтальной —  $XY$ , фронтальной —  $ZX$  или профильной —  $ZY$ . Также эскиз можно расположить на плоской грани существующего тела или во вспомогательной плоскости, называемой *смещенная*. Положение *смещенной* плоскости задается пользователем.

Эскиз, как любой чертёж, изображается на выбранной плоскости стандартными средствами чертёжно-графического редактора КОМПАС-3D. Требования к построению эскиза основания детали зависят от вида базовой операции.


В программе КОМПАС-3D выделяют четыре базовые операции: Выдавливание, Вращение, Кинематическая операция и операция По сечениям. Все эти операции применяются для построения детали-«основы». Перед созданием модели всегда встаёт вопрос о том, какой элемент использовать в качестве «основы» детали. Чаще всего в качестве «основы» используют самый крупный из элементов детали.

На рис. 36 в качестве «основы» детали принят цилиндр. Главным видом принят вид сверху. Эскиз (окружность основания цилиндра) выполнен в плоскости  $XY$ . Все остальные части детали добавлены к «основе» (приклеены) операциями: Выдавливание, Вращение, Кинематически, По сечениям, либо вырезаны с применением тех же операций. То есть шестигранная призма приклеена к цилиндру способом выдавливания, а прорезь вырезана выдавливанием четырехгранной призмой.

Выполнение модели начинают с выбора положения элемента-«основы» данной детали относительно наблюдателя. Для этого активизируют падающее меню команды Ориентация щелчком мыши на кнопке  панели Управления (рис. 38,а) или открывают окно Ориентация вида в строке Меню → Вид → Ориентация... (рис. 38,б). Окно содержит стандартные названия ориентаций: Сверху, Снизу, Слева, Справа, Сзади, Изометрия  $XYZ$ , Изометрия  $YZX$ , Изометрия  $ZXY$ , Диметрия.

Для дальнейших построений выбирают одну из ориентаций: Изометрия  $XYZ$ , Изометрия  $YZX$ , Изометрия  $ZXY$ .

Для создания эскиза элемента детали:

- выбирают одну из координатных плоскостей  $XY, ZX, ZY$ ;
- включают кнопку Эскиз  ;
- выбирают ориентацию, которая должна соответствовать направлению взгляда на деталь для данного эскиза (например, Вид сверху, как на рис. 39);
- построить эскиз элемента детали, применяя стандартные панели инструментов: Геометрия, Редактирование, Обозначение, Размеры и т.д. Эскиз изображается стилем линии – основная, и должны выполняться следующие требования:

1. В эскизе может быть один или несколько контуров.
2. Если контур один, то он может быть разомкнутым или замкнутым.

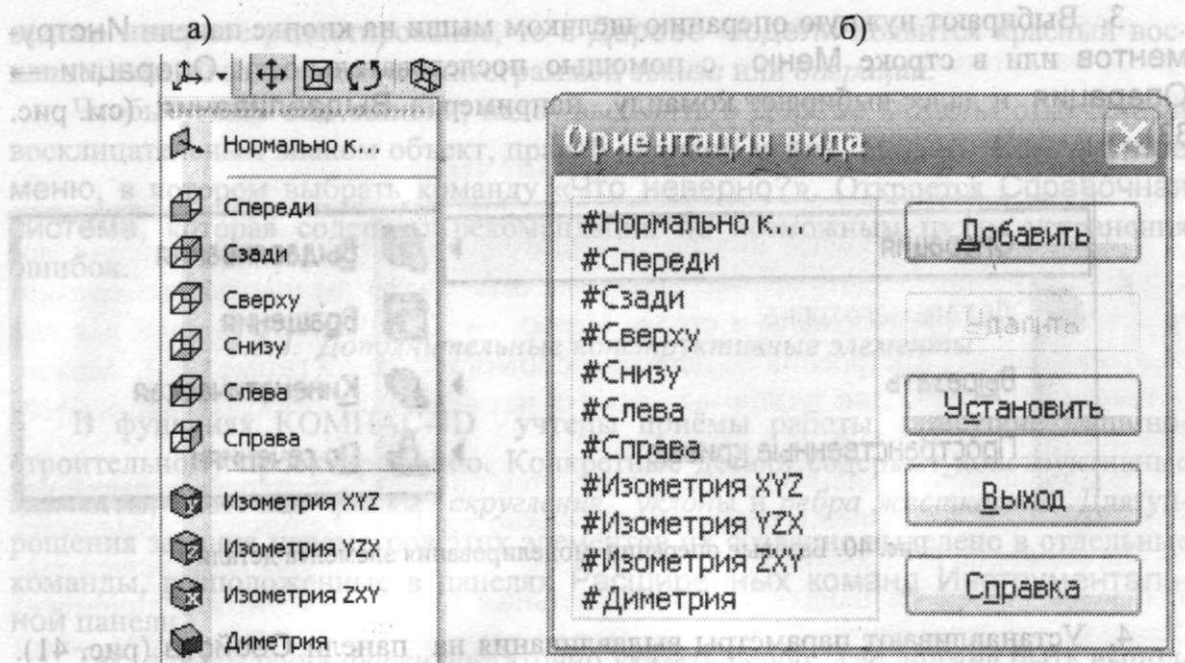


Рис. 38. Активизация команды Ориентация вида:

а – с помощью кнопки Ориентация вида на панели Управления;

б – с помощью команды Ориентация строки Меню

3. Контуры в эскизе не пересекаются и не имеют общих точек.

4. Если контуров несколько, все они должны быть замкнутыми.

5. Если контуров несколько, один из них должен быть наружным, а другие – вложенными в него и все они расположены в одном уровне.

6. Если в эскизе несколько вложенных контуров, то внешний контур образует форму элемента выдавливания, а внутренний контур образуют отверстия.

7. Закончить построение эскиза в геометрии, нажав на кнопку ↵ ;

8. Выключить кнопку Эскиз. При этом в Дереве модели появится имя «Эскиз 1».

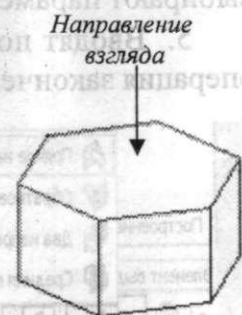


Рис. 39. Направление взгляда

#### 4.3.2. Выполнение операций моделирования элемента детали

Алгоритм моделирования элемента детали выполняется в следующей последовательности:

1. В Дереве модели щелчком мыши выделяют «Эскиз 1», построенный ранее. При этом в рабочем поле экрана чертеж «Эскиза 1» принимает ярко-зелёный цвет.

2. Определяют способ построения объемного элемента, выбрав одну из операций: Выдавливания, Вращения, Кинематическая или По сечениям (рис. 40).

3. Выбирают нужную операцию щелчком мыши на кнопке панели Инструментов или в строке Меню с помощью последовательности Операция → Операция и далее выбирают команду, например, Выдавливания (см. рис. 33).

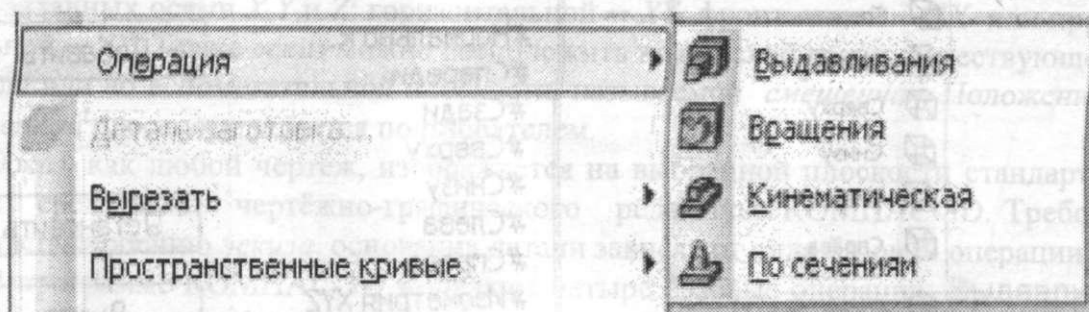


Рис. 40. Базовые операции моделирования элемента детали

4. Устанавливают параметры выдавливания на панели Свойств (рис. 41). Для этого:

- выбирают направление выдавливания,
- указывают расстояние выдавливания,
- во вкладке тонкая стенка: устанавливают параметры тонкой стенки или выбирают параметр Тонкая стенка – нет.

5. Вводят построенную операцию, нажав кнопку ↵ панели Свойств (т.е. операция закончена).

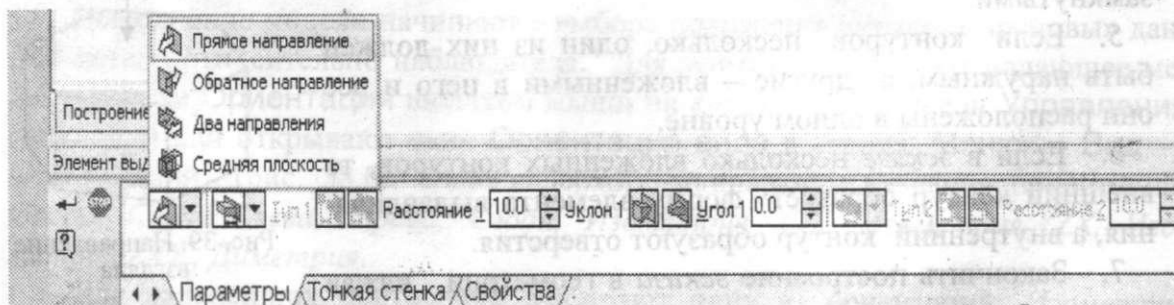


Рис. 41. Установка параметров выдавливания в панели Свойств

#### 4.3.3. Редактирование модели и параметров модели

Полученное изображение детали можно в любой момент редактировать, т.е. изменить параметры любого элемента: Эскиз, Операцию, Вспомогательные оси, Вспомогательные плоскости (Смещённые). После изменения параметров деталь перестраивается по новым размерам. При этом сохраняются существующие связи. Однако пользователь должен иметь в виду, что изменения, вносимые в модель, не должны приводить к нарушению целостности тела детали. Если произ-

ведено неверное редактирование, то в Дереве модели появится красный восклицательный знак рядом с пиктограммой эскиза или операции.

Чтобы узнать вид ошибки, надо выделить в Дереве модели отмеченный восклицательным знаком объект, правой кнопкой мыши вызвать Контекстное меню, в котором выбрать команду «Что неверно?». Откроется Справочная система, которая содержит рекомендации по возможным путям устранения ошибок.

#### 4.3.4. Дополнительные конструктивные элементы

В функциях КОМПАС-3D учтены приёмы работы, присущие машиностроительному проектированию. Конкретные детали содержат конструктивные элементы, такие как фаски, скругления, уклоны и ребра жесткости. Для упрощения задания параметров этих элементов их создание выделено в отдельные команды, расположенные в панелях Расширенных команд Инструментальной панели.

Так, для создания фаски достаточно указать ребро, где должна быть выполнена фаска и ввести её параметры: величину катетов или величину катета и угол. В выбранном способе построения указывают направление снятия фаски на соответствующих гранях модели (рис. 42).

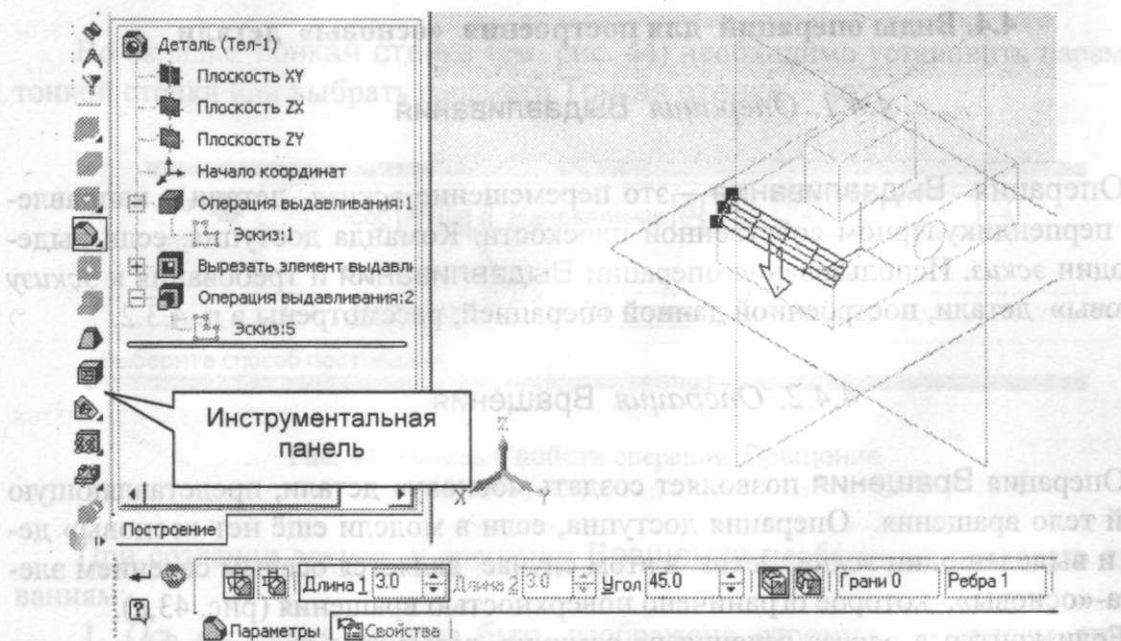


Рис. 42. Выполнение фаски

При выполнении операции **Скругление** на панели **Свойств** вводят радиус и указывают на модели скругляемые рёбра.

При построении отверстия достаточно выбрать тип отверстия (например, отверстие глухое с зенковкой и цековкой) и ввести параметры.



Чтобы создать круглое отверстие со сложным профилем, надо выделить грань, на которой оно должно расположиться, затем вызвать команду **Отверстие** (эта операция будет рассмотрена в пункте 4.4.5).

#### 4.3.5. Вспомогательные элементы

Если в существующей модели недостаточно рёбер для выполнения построений, можно создать *вспомогательные оси*. Команды построения *вспомогательных осей* расположены в строке Меню → **Операции**, а кнопки для выполнения данных построений на панели **Вспомогательная геометрия**. Можно провести ось **Через две вершины**, ось **На пересечении плоскостей**, ось **Через ребро** и ось **Конической поверхности**.

Если существующих в модели плоскостей проекций и плоских граней недостаточно для выполнения построений, можно создать *вспомогательные плоскости*. Команды построения *вспомогательных конструктивных плоскостей* расположены также на панели **Вспомогательная геометрия**. Можно провести: **Смещенную плоскость**; **Плоскость через три вершины**; **Плоскость под углом к другой плоскости**; **Плоскость через ребро и вершину**; **Плоскость через вершину перпендикулярно ребру**; **Нормальную плоскость**; **Касательную плоскость** и т.д.

### 4.4. Виды операций для построения «основы» детали

#### 4.4.1. Операция Выдавливания

Операция **Выдавливания** – это перемещение *эскиза* детали в направлении, перпендикулярном собственной плоскости. Команда доступна, если выделен один *эскиз*. Использование операции **Выдавливания** и требования к *эскизу* «основы» детали, построенной данной операцией, рассмотрены в п. 4.3.2.

#### 4.4.2. Операция Вращения

Операция **Вращения** позволяет создать «основу» детали, представляющую собой тело вращения. Операция доступна, если в модели ещё нет «основы» детали и выделен один *эскиз*. *Эскиз* в этом случае является осевым сечением элемента-«основы», которое ограничено поверхностью вращения (рис. 43,а).

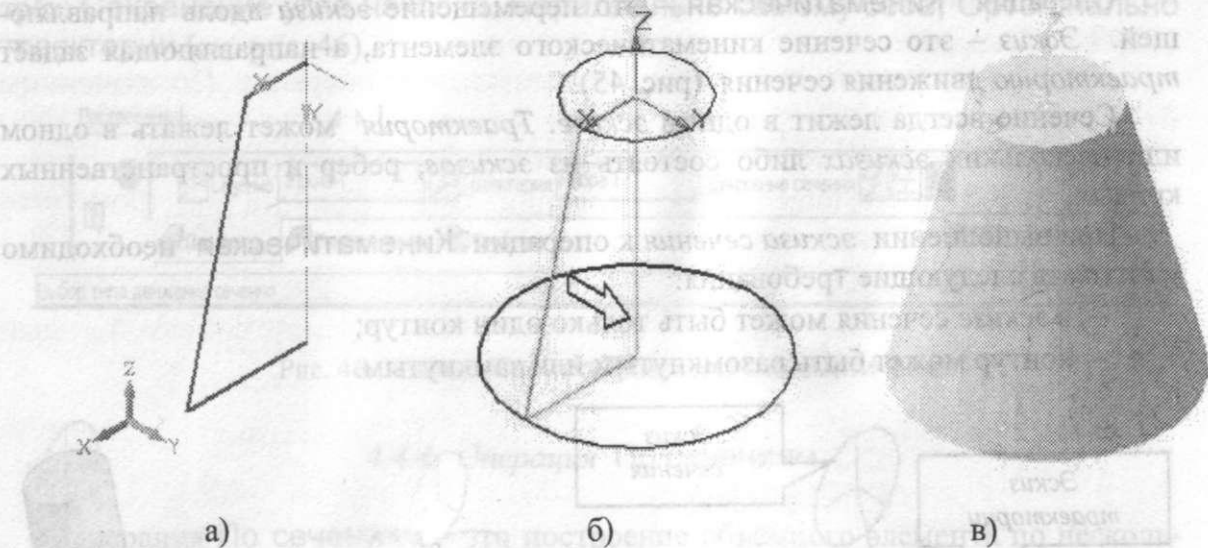
Если контур в *эскизе* сечения не замкнут, возможны два типа построения элемента вращения: **Тороид** и **Сфероид**.

Способ **Тороид** применим для тонкостенных оболочек. Способ **Сфероид** применим для получения сплошных (не пустотелых) элементов.

При включении операции **Вращение** на панели **Свойств** (рис. 44) необходимо выбрать:

- способ создания (**Тороид** или **Сфероид**);
- тип элемента вращения;
- направление вращения из списка возможных вариантов (**прямое**, **обратное**,

два направления, средняя плоскость). Прямое направление указано стрелкой (см. рис. 43,б).



а)

б)

в)

Рис. 43. Построение усечённого конуса вращения:

- а – эскиз операции Вращения (ось вращения – штрихпунктирная);
- б – фантом вращения; в – тело вращения

Во вкладке Тонкая стенка (см. рис. 44) необходимо установить параметры тонкой стенки или выбрать параметр Тонкая стенка – нет.



Рис. 44. Панель Свойств операции Вращение

При создании эскиза к операции Вращения необходимо следовать требованиям:

1. **Ось вращения** должна быть изображена отрезком со стилем линии – **осевая**.
2. **Ось вращения** должна быть одна.
3. Контуров может быть один или несколько, но все они должны лежать по одну сторону от **оси вращения** и не пересекать её.
4. Если контуров несколько, все они должны быть замкнуты.
5. Если в эскизе несколько контуров, то внешний контур образует форму элемента вращения, а внутренний контур образует отверстия.

#### 4.4.3. Операция Кинематическая

Операция Кинематическая – это перемещение эскиза вдоль направляющей. Эскиз – это сечение кинематического элемента, а направляющая задаёт траекторию движения сечения (рис. 45).

Сечение всегда лежит в одном эскизе. Траектория может лежать в одном или нескольких эскизах либо состоять из эскизов, ребер и пространственных кривых.

При выполнении эскиза сечения к операции Кинематическая необходимо учитывать следующие Требования:

- в эскизе сечения может быть только один контур;
- контур может быть разомкнутым или замкнутым.

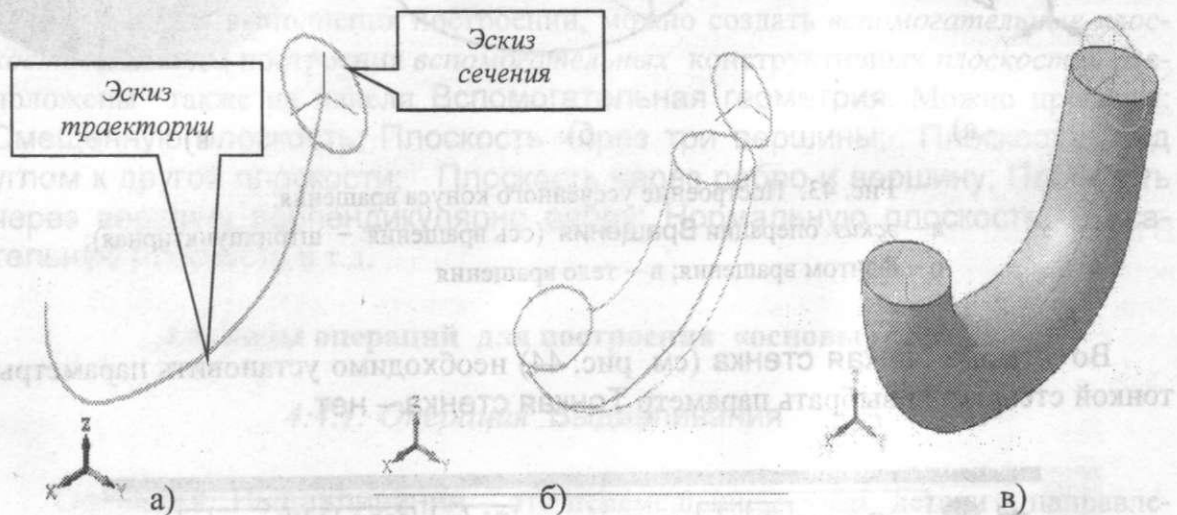


Рис. 45. Кинематический элемент:

- а – эскиз сечения (окружность) и эскиз траектории элемента; б – фантом перемещения; в – кинематическая поверхность (перемещение сечения ортогонально траектории)

Требованиями к эскизу траектории кинематического элемента являются следующие:

1. Если эскизом траектории является один контур, то он может быть разомкнутым или замкнутым.
2. Если контур разомкнутый, его начало должно лежать в плоскости эскиза сечения.
3. Если контур траектории замкнут, он должен пересекать плоскость эскиза сечения.
4. Эскиз траектории должен лежать в плоскости, не параллельной плоскости эскиза сечения и не совпадать с ней.

Последовательность действий при выполнении операции должна быть следующей:

- включают операцию Кинематическая на панели Инструментов.
- на панели Свойств, соответствующей данной операции (рис. 46):
  - в окне Сечение – указывают номер эскиза сечения;

– в окне **Траектория** – указывают номер *эскиза траектории*;  
 – в окне **Движение сечения** – указывают *способ*, выбирая один из трёх: **Сохранение угла наклона**, **Параллельно самому себе**, **Ортогонально траектории** (см. рис. 46).

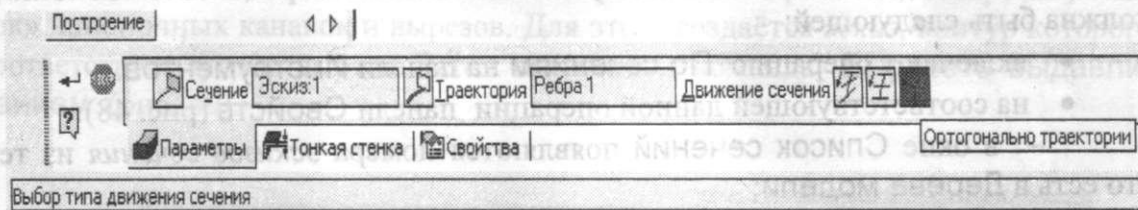


Рис. 46. Панель Свойств операции Кинематическая

#### 4.4.4. Операция По сечениям

Операция **По сечениям** – это построение объёмного элемента по нескольким *эскизам*, которые рассматриваются как сечение элемента в нескольких плоскостях. При необходимости можно указать направляющую – *контур*, который задаёт направление построение элемента по сечениям. Операция **По сечениям** становится доступна, если существуют, хотя бы два *эскиза* для создания детали (рис. 47).

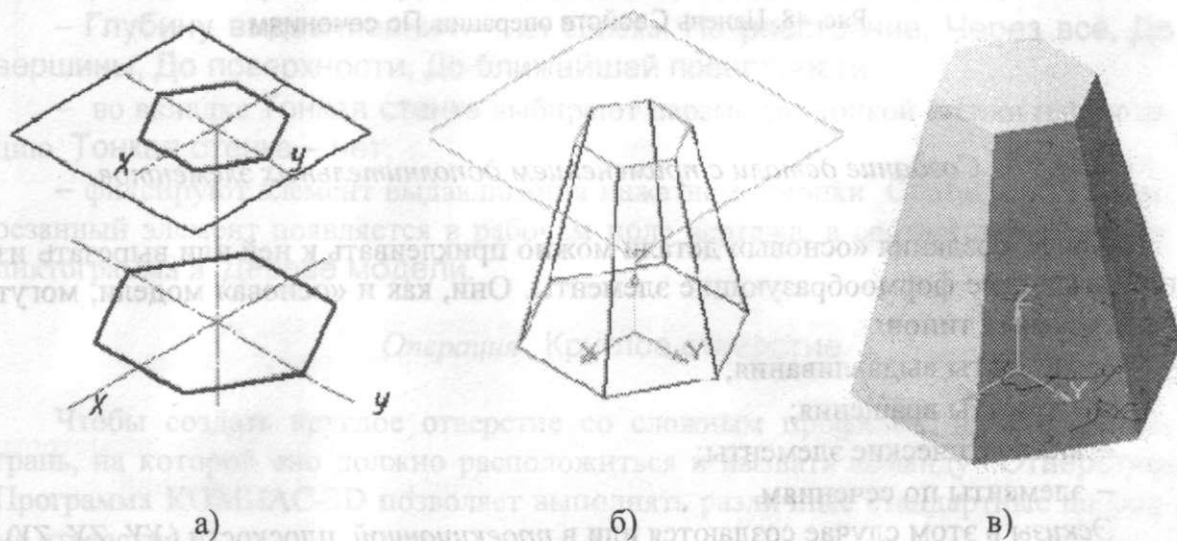


Рис. 47. Образование шестигранной усеченной пирамиды с помощью операции **По сечениям**: а – два сечения; б – фантом образования поверхности; в – поверхность – усеченная пирамида

При выполнении *эскиза* элемента к операции **По сечениям** необходимо учитывать следующие требования:

1. *Эскизов* должно быть не менее двух, расположенных в произвольно ориентированных плоскостях.

2. В каждом эскизе может быть только один контур.
3. Контуры в эскизах должны быть или все замкнуты, или все разомкнуты.
4. В крайних (первом и последнем) эскизах может быть вместо контура по одной точке.

Последовательность действий при выполнении операции По сечениям должна быть следующей:

- включают операцию По сечениям на панели Инструментов.
- на соответствующей данной операции панели Свойств (рис. 48):
  - в окне Список сечений появляются номера эскизов сечения из тех, что есть в Дереве модели;
  - во вкладке Тонкая стенка устанавливают параметры тонкой стенки или выбирают параметр Тонкая стенка – нет.

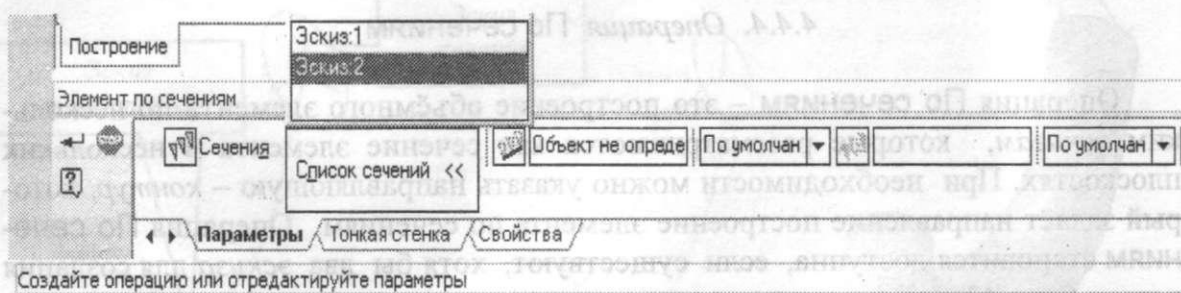


Рис. 48. Панель Свойств операции По сечениям

#### 4.4.5. Создание детали с применением дополнительных элементов

После создания «основы» детали можно приклеивать к ней или вырезать из неё различные формообразующие элементы. Они, как и «основа» модели, могут быть четырёх типов:

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

Эскизы в этом случае создаются или в проекционной плоскости ( $XY$ ,  $ZX$ ,  $ZY$ ), или во вспомогательной плоскости, или на плоской грани самой детали.

Для создания эскиза на плоской грани надо выделить эту грань и вызвать команду Эскиз.

Для задания вспомогательной плоскости, параллельной какой-либо другой плоскости и удалённой на определённое расстояние, необходимо выбрать последовательность в строке Меню → Операции → Плоскость – Смещенная. На появившейся панели Свойств указывают Расстояние и Направление.

## Операция Вырезать

Операция **Вырезать** имеет несколько опций: **Выдавливанием**, **Вращением**, **Кинематически** или **По сечениям**. Операция **Вырезать** выдавливанием применяется для выполнения в детали различных проточек, отверстий, «лысок», шпоночных канавок и вырезов. Для этого создается эскиз, контур которого соответствует форме выреза. Затем включается команда **Вырезать** выдавливанием (рис. 49).

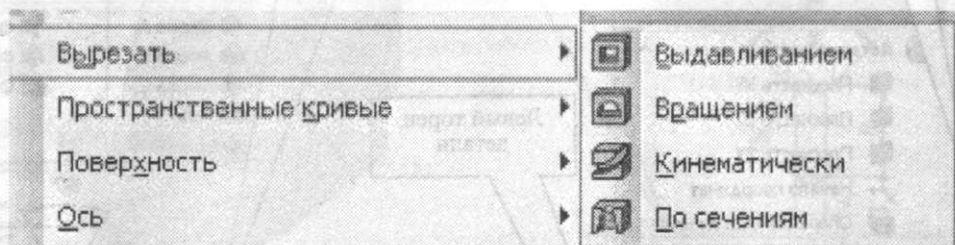



Рис. 49. Команда **Вырезать** выдавливанием

На панели **Свойств**, соответствующей данной команде, устанавливаются параметры:

- Направление выдавливания, которое выбирают из списка направлений: **Прямое**, **Обратное**, **Два направления**, **Средняя плоскость**;
- Глубину выдавливания – из списка: **На расстояние**, **Через всё**, **До вершины**, **До поверхности**, **До ближайшей поверхности**;
- во вкладке **Тонкая стенка** выбирают параметры тонкой стенки или позицию **Тонкая стенка – нет**;
- фиксируют элемент выдавливания нажатием кнопки **Создать** . Вырезанный элемент появляется в рабочем поле чертежа, а соответствующая ему пиктограмма в **Дереве модели**.

## Операция Круглое отверстие

Чтобы создать круглое отверстие со сложным профилем, надо выделить грань, на которой оно должно расположиться и вызвать команду **Отверстие**. Программа КОМПАС-3D позволяет выполнять различные стандартные по форме отверстия.

Например, чтобы построить на заданной детали центровое отверстие (рис. 50), необходимо выполнить следующую последовательность операций:

1. Выделить, как плоскость построения, левый торец детали.
2. Активизировать кнопку **Отверстие**, расположенную на **Инструментальной панели** (рис. 50). При этом открывается **Библиотека отверстий**.
3. Дважды щелкнуть на разделе **Центровые отверстия**. Выбрать **Форму А**.
4. Проставить числовые значения параметров отверстия (эти значения можно измерить предварительно на чертеже или проверить в **Менеджере библио-**

тек). Параметры устанавливаются после их активизации с помощью кнопки Изменить.

5. Нажать кнопку Создать объект. Результат выполненной операции представлен на рис. 52.

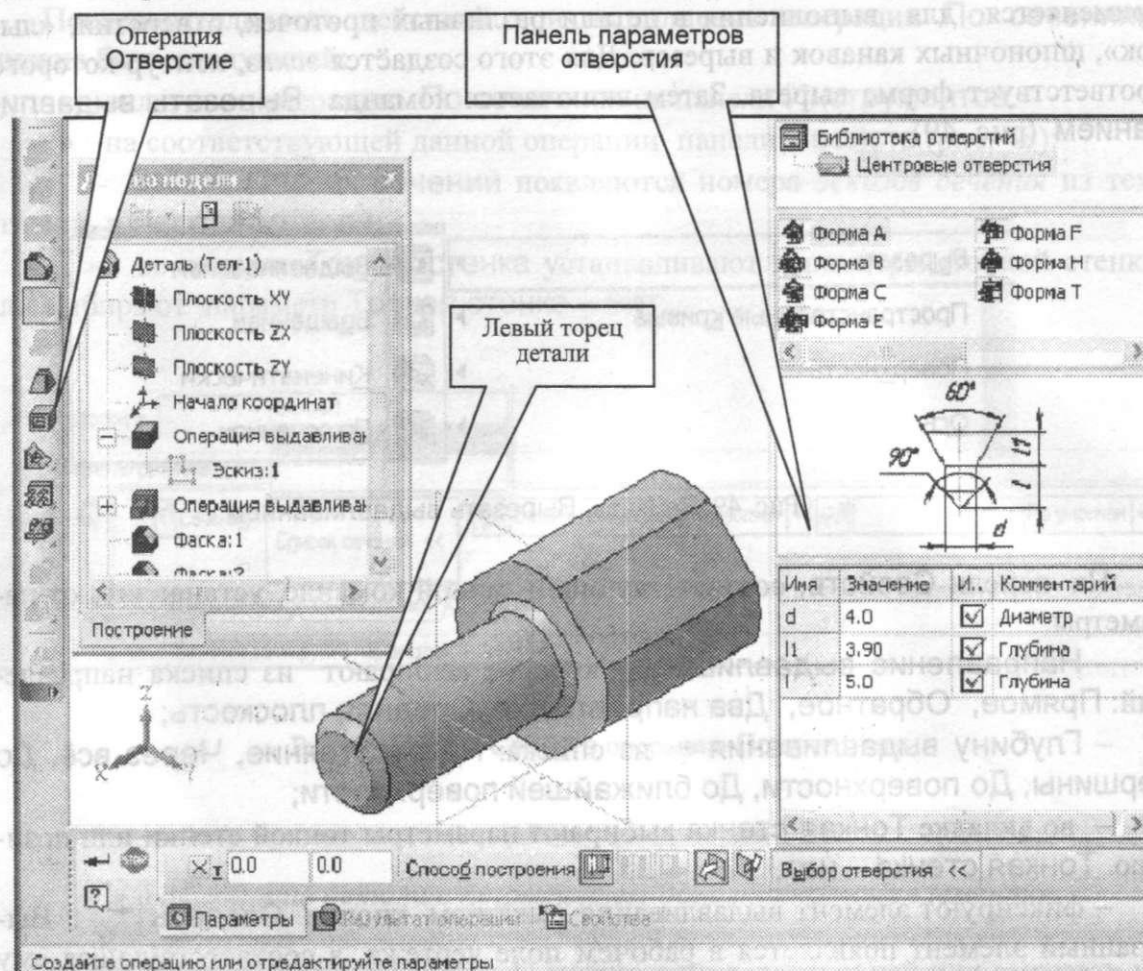


Рис. 50. Выполнение последовательности операций Отверстие → Центровое отверстие → Форма А → Окно параметров отверстия

Чтобы создать на правом торце детали (рис. 51) глухое отверстие диаметром 15 мм, необходимо выполнить следующую последовательность операций:

1. Сделать активным правый торец детали.
2. Нажать кнопку Отверстие.
3. Дважды щелкнуть на разделе Библиотека отверстий.
4. Выбрать из списка отверстий Отверстие 04.

5. Проставить числовые параметры отверстия – значения диаметров и глубины:  $D=18,2$  мм,  $H=20$  мм,  $d=15$  мм. Для установки нужного размера активируют соответствующую строку, вводят нужное число, заканчивают выбор параметров кнопкой  $\downarrow$  Enter.

6. Выполнение отверстия в детали заканчивают кнопкой Создать объект. Деталь с отверстиями дана на рис. 52.

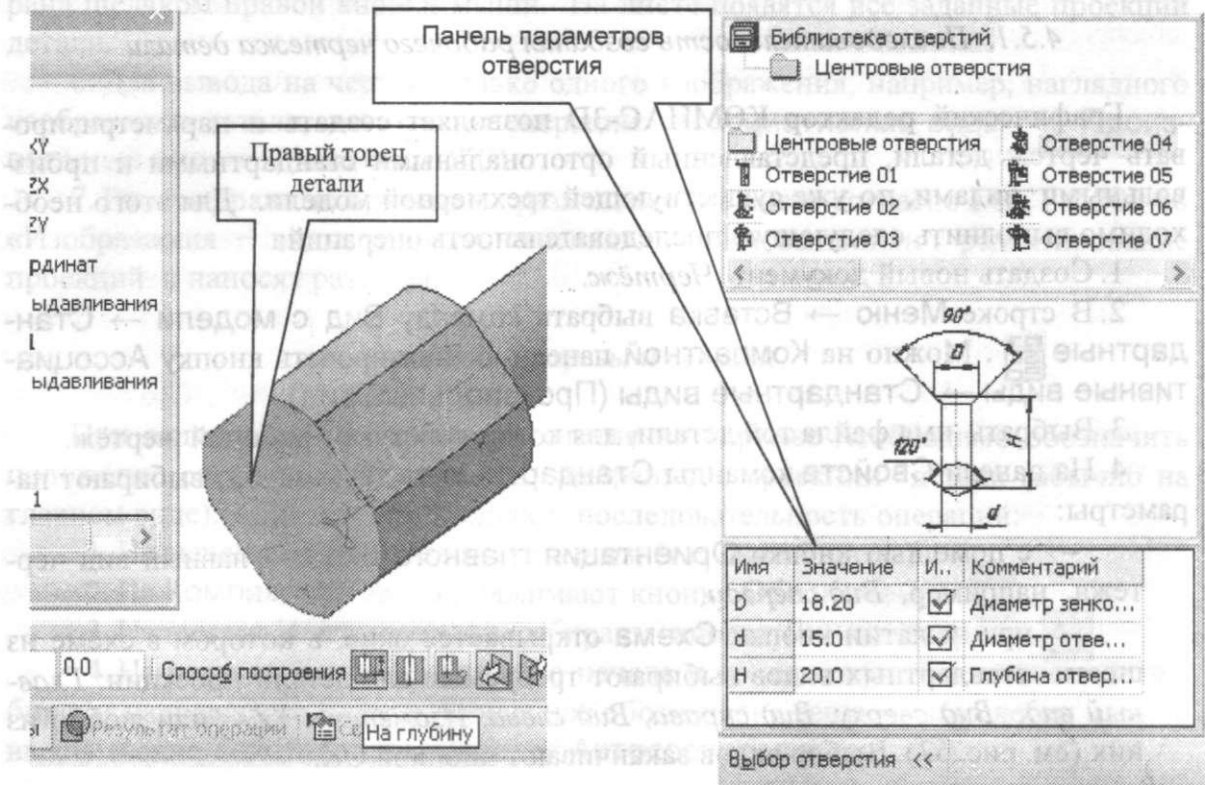


Рис. 51. Выполнение операции **Отверстие** → *Форма 04*

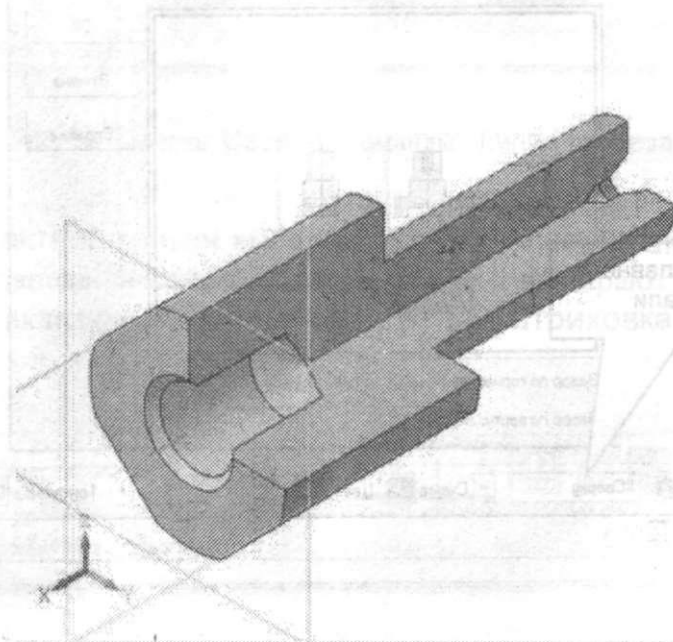



Рис. 52. Деталь с отверстиями по торцам



## 4.5. Создание рабочих чертежей на основе 3D-моделей

### 4.5.1. Последовательность создания рабочего чертежа детали

Графический редактор КОМПАС-3D позволяет создать и параметризовать чертеж детали, представленный ортогональными стандартными и произвольными видами, по уже существующей трехмерной модели. Для этого необходимо выполнить следующую последовательность операций:

1. Создать новый документ *Чертёж*.
2. В строке Меню → Вставка выбрать команду Вид с модели → Стандартные . Можно на Компактной панели активизировать кнопку Ассоциативные виды → Стандартные виды (Произвольный вид).
3. Выбрать имя файла той детали, для которой создают рабочий чертёж.
4. На панели Свойств команды Стандартные виды (рис. 53) выбирают параметры:

- с помощью кнопки Ориентация главного вида – главный вид чертежа, например, *Вид спереди*;
- при нажатии кнопки Схема открывается окно, в котором в схеме из шести стандартных видов выбирают требуемые для детали проекции: *Главный вид*, *Вид сверху*, *Вид справа*, *Вид слева*, *Изометрия YZX* или любой из них (см. рис. 53). Выбор видов заканчивают кнопкой ОК.

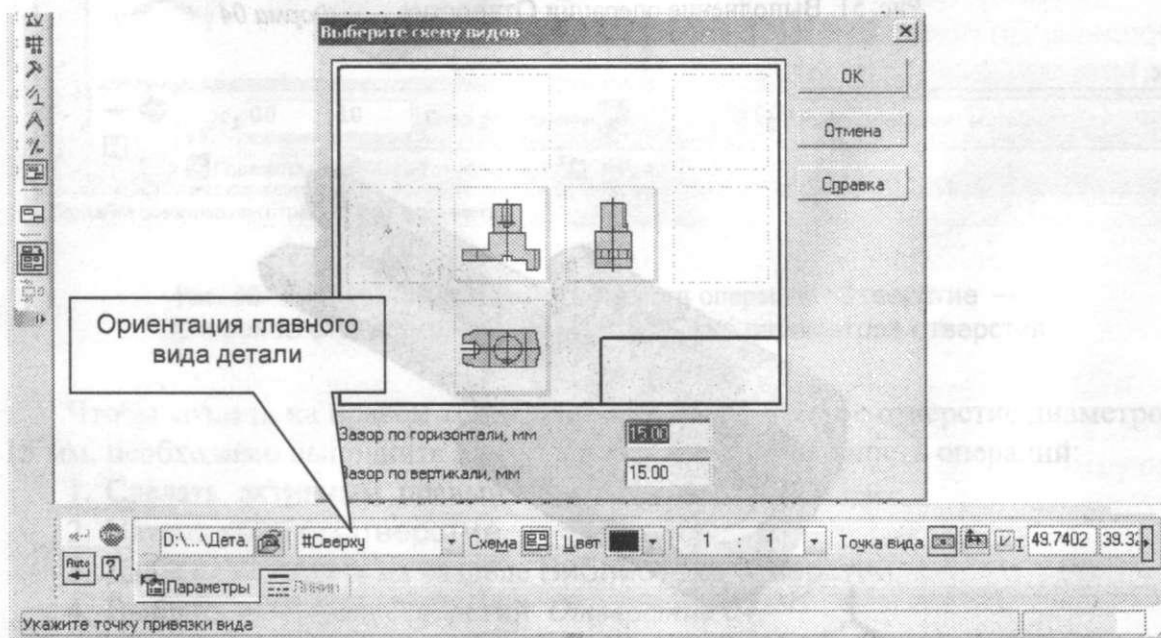


Рис. 53. Панель Свойств команды Ассоциативные виды: выбор схемы размещения ассоциативных видов детали



5. Место расположения выбранных видов закрепляется на рабочем поле экрана щелчком правой кнопки мыши. На листе появятся все заданные проекции детали.

6. Для вывода на чертеж только одного изображения, например, наглядного изображения детали, выполняют операции: Ассоциативные виды → Произвольный вид → Изометрия YZX.

7. Все выбранные проекции размещают на листе согласно ГОСТ 2.305-68 «Изображения – виды, разрезы, сечения». Затем выполняют редактирование проекций и наносят размеры.

#### 4.5.2. Разрезы и сечения

При выполнении разреза или сечения на чертеже необходимо обозначить положение секущей плоскости на выбранной проекции детали (обычно на главном виде). Для этого выполняют последовательность операций:

1. Назначают один из видов *активным* (т.е. синего цвета).
2. На Компактной панели нажимают кнопку Обозначение .
3. На панели Инструментов выбирают кнопку Линия разреза .
4. На чертеже определяют место начала и конца секущей плоскости и выбирают направление взгляда. Буквенное обозначение секущей плоскости можно ввести в окне Текст при отключенной Автосортировке (рис. 54).

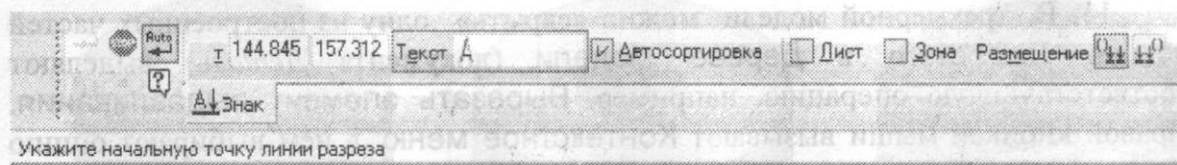


Рис. 54. Панель Свойств команды Линия разреза

5. На Компактной панели выбирают кнопку Ассоциативные виды. При этом появляется панель Инструментов, на которой выбирают кнопку Разрез / Сечение с тремя вкладками: Параметры, Линии, Штриховка (рис. 55).

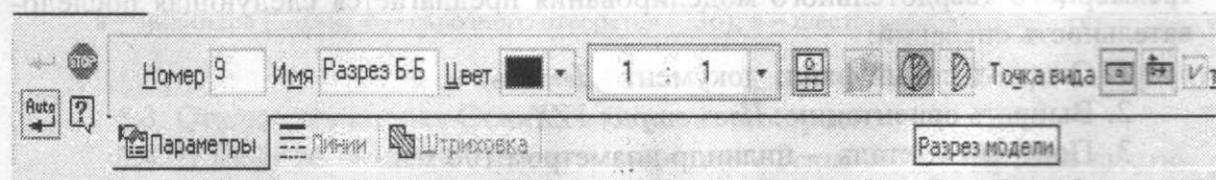


Рис. 55. Панель Свойств команды Разрез / Сечение

6. Далее выбирают уже заданную на чертеже секущую плоскость. Если проекция принадлежит *активному* виду, линия разреза на экране высветится

красным цветом. Появится фантом разреза, который перемещают и щёлчком левой кнопки мыши фиксируют на свободном месте чертежа. На экране появится разрез, а в Дереве построения проекций детали появится пункт «Разрез А-А». (Дерево построения можно вызвать на экран щелчком правой кнопки мыши).

7. Выбранные проекции необходимо «разрушить», чтобы они не были связаны с трехмерной моделью данной детали. Для этого щёлчком левой кнопки мыши выделяют штриховой контур выбранной проекции. При этом чертёж выделяется сплошной зелёной рамкой. Щелчком правой кнопки мыши внутри зеленого контура открывают Контекстное меню, в котором выбирают операцию Разрушить вид.

8. С помощью страницы Меню → Редактор (Сдвиг, Симметрия, Поворот) устанавливают проекционную связь между видами, разрезами и сечениями детали.

9. Наносят размеры. При этом вид, на котором проставляется размер, в этот момент должен быть активным. Выбор вида производят с помощью операций Меню → Сервис → Состояние видов или в Дереве построения проекций детали. Дерево построения выбирают из Контекстного меню, вызываемого щелчком правой кнопки мыши.

10. Для быстрой связи трехмерной модели с построенными проекциями можно открыть файлы Детали и Чертежа. Для активизации нужного файла используют операции Меню → Окно.

11. В трехмерной модели можно «скрыть» одну из построенных частей детали. Для этого в Дереве модели (документа Деталь) выделяют соответствующую операцию, например, Вырезать элемент выдавливания. Правой кнопкой мыши вызывают Контекстное меню, в нём выбирают опцию Исключить из расчёта. Далее перезапускают данный чертёж с помощью операций Меню → Файл → Чертеж этой же детали и на появившийся запрос: «Перестроить чертёж или нет?» отвечают – «Да». «Скрытый» элемент можно вернуть, для этого в Контекстном меню выбирают опцию Включить в расчет.


### Пример выполнения задания № 5

Для выполнения графической работы, приведенной на рис. 60, с помощью трехмерного твердотельного моделирования предлагается следующая последовательность операций:

1. Открыть новый файл: документ Деталь.

2. Выбрать ориентацию: Изометрия YZX.


3. Построить деталь – цилиндр диаметром 100 мм.

3.1. В Дереве модели указать горизонтальную плоскость XY. На панели Текущее состояние нажать кнопку Эскиз .

3.2. С помощью Инструментальных панелей Геометрия и Редактирование выполнить построение эскиза: Окружность диаметром 100 мм с центром в точке  $X=0; Y=0$ . После построения эскиза – отключить кнопку Эскиз. В Дереве модели появится позиция «Эскиз 1».

3.3. В Дереве модели выделить пункт «Эскиз 1» (на чертеже окружность диаметром 100 мм высветится зеленым цветом).

3.4. Включить кнопку **Операции выдавливания** на панели **Инструментов** или в **Меню**. На панели **Свойств** выбрать направление выдавливания **Прямое**. В прямом направлении выбрать параметр **На расстояние** и указать высоту цилиндра, равную 65 мм.

3.5. Нажать на кнопку **Создать объект** . Результатом построения будет цилиндр (рис. 56,а).

4. Выполнить вертикальное сквозное отверстие диаметром 36 мм (рис. 56,б).

4.1. Указать верхнее основание цилиндра как *плоскость* для построения эскиза.

4.2. Включить кнопку **Эскиз**. Построить окружность диаметром 36 мм с центром в точке  $X=0; Y=0$ , используя алгоритм операций п.3.2. В Дереве модели появится пункт «Эскиз 2».

4.3. В Дереве модели выделить позицию «Эскиз 2». Включить операцию **Вырезать элемент выдавливания**. На панели **Свойств** выбрать направление выдавливания **Прямое – Через всё**.

5. Выполнить шестигранное отверстие глубиной 45 мм (рис. 56,в).

5.1. Указать *плоскость* верхнего основания цилиндра.

5.2. Включить кнопку **Эскиз** и построить шестиугольник, вписанный в окружность диаметром 80 мм с координатами центра  $X=0; Y=0$ , угол  $=90^\circ$ .



Рис. 56. Этапы построения элементов детали:

а – цилиндра ( $\square 100$ ); б – сквозного отверстия ( $\square 36$ ); в – шестигранного отверстия

5.3. Отключить кнопку **Эскиз** – «Эскиз 3» построен.

5.4. В Дереве модели выделить позицию «Эскиз 3»: на чертеже шестиугольник выделится зеленым цветом. Включить операцию **Вырезать элемент выдавливания**. На панели **Свойств** выбрать направление выдавливания – **Прямое**. В прямом направлении выбрать параметр **На расстояние**. Указать расстояние, равное 45 мм (см. рис. 56, в).

6. Построить призматический паз шириной 30 мм и глубиной 15 мм (рис. 58).

6.1. Выделить верхнее основание цилиндра как *плоскость* для построения эскиза (рис. 57). Включить кнопку Эскиз и построить Прямоугольник, используя опцию По центру и точке с размерами 110 x 30 мм (Параллельно оси  $u$  задать размер равным 110 мм). Точка центра прямоугольника:  $X=0$ ;  $Y=0$ .

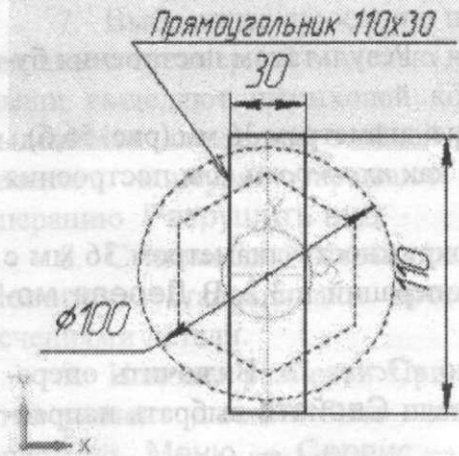


Рис. 57. Параметры к выполнению «Эскиза 4»

6.2. В Дереве модели выделить пункт «Эскиз 4». Включить операцию Вырезать элемент выдавливания. На панели Свойств выбрать направление выдавливания Прямое. В прямом направлении выбрать параметр На расстояние и указать расстояние, равное 15 мм (см. рис. 58,а). Призматический вырез будет построен.

6.3. Деталь может быть представлена с помощью различных способов отображения: на рис. 58,б деталь дана каркасом, на рис. 58,в – в полутоне с каркасом.

7. Построить вырез четверти части детали (рис. 59):

7.1. Выделить верхнее основание цилиндра как *плоскость* для создания эскиза. Включить кнопку Эскиз. Построить Прямоугольник по двум точкам: первая точка – в начале координат  $X=0$ ,  $Y=0$ , вторая – с координатами  $X=50$ ,  $Y=50$ . «Эскиз 5» будет построен.

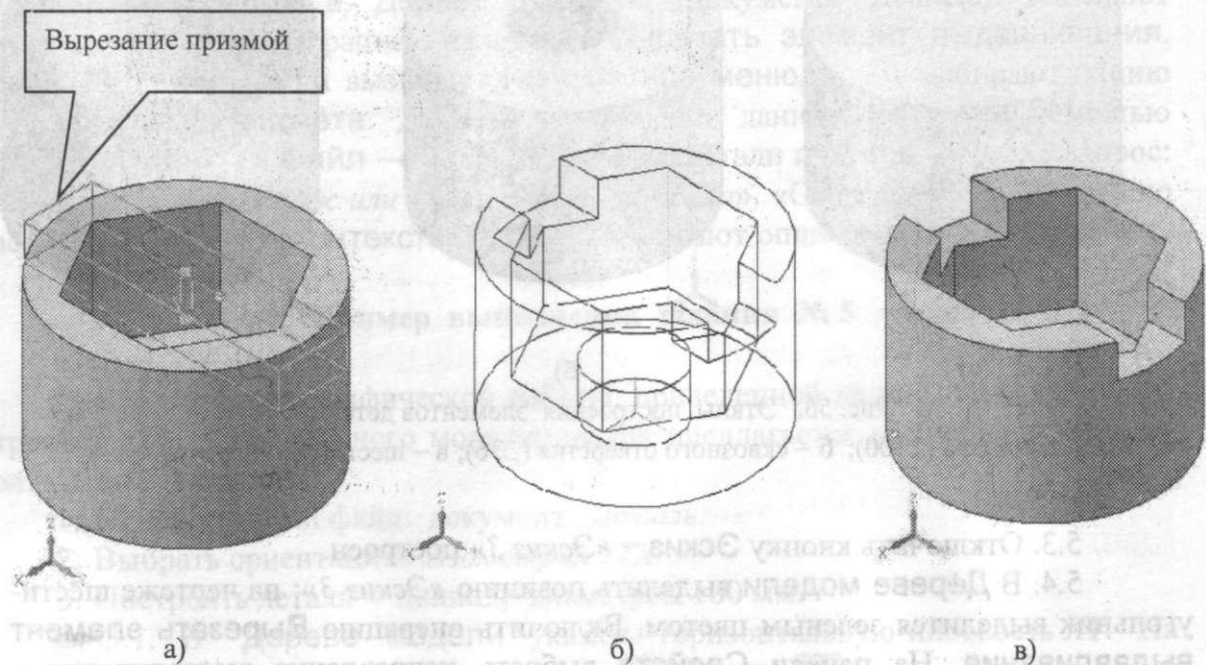




Рис. 58. Построение призматического отверстия и виды отображения детали

7.2. В Дереве модели выделить «Эскиз 5». Включить операцию Вырезать элемент выдавливания. На панели Свойств выбрать направление выдавливания Вниз → Через всё. Деталь с вырезом будет построена.

8. Для сохранения чертежа в строке Меню выбрать Файл → Сохранить как..., создать папку с именем «№ группы», в этой папке создать папку с фамилией студента, в ней сохранить созданный чертеж детали с именем «Деталь-Цилиндр».

9. Создать рабочий чертеж детали «Цилиндр» (рис. 60).

9.1. Создать новый файл Чертеж, выполнив последовательность Файл → Создать → Новый документ → Чертеж.

9.2. Для создания ортогонального чертежа детали с определенным количеством видов можно выбрать команду в строке Меню → Вставка → Вид с модели → Стандартные или на Компактной панели включить команду Ассоциативные виды . В наборе подкоманд: Новый вид, Стандартные, Произвольный – выбрать команду Стандартные .

9.3. В появившемся списке файлов найти файл «Деталь-Цилиндр» и открыть его. Появится строка параметров (см. рис. 53). В окне Ориентация главного вида выбрать ориентацию «Снизу». Во вкладке Схема выбрать необходимые проекции (указать курсором) – «Вид сзади», «Вид сверху», «Вид справа» (или «Вид слева»).

9.4. На экране указать место базовой точки выбранных проекций. В Дереве построения видов каждый вид имеет свой номер. Чтобы добавить к ортогональным проекциям изометрию детали, нужно выполнить следующую последовательность операций:

- включить команду Ассоциативные виды → Произвольный вид;
- в открывшемся списке выбрать файл «Деталь – Цилиндр»;
- на панели Свойств, в строке Параметры, выбрать Ориентацию главного вида «Изометрия YZX», а во вкладке Схема выбрать проекцию, на которой изображена «Изометрия YZX». Выбрать щелчком левой кнопки мыши место для наглядного изображения детали на чертеже.

9.5. Для дальнейшего редактирования чертежа необходимо в Дереве построения видов активизировать каждый вид по очереди и выполнить редактирование проекций, используя команды Инструментальных панелей Геометрия, Редактирование и т.д. Нанести размеры в соответствии с образцом чертежа (рис. 60).

9.6. Сохранить чертеж с помощью команды Меню → Файл → Сохранить как... Создать папку с именем «№ группы», в этой папке создать папку с фамилией студента, в ней сохранить созданный чертеж детали с именем «Чертеж - Цилиндр».

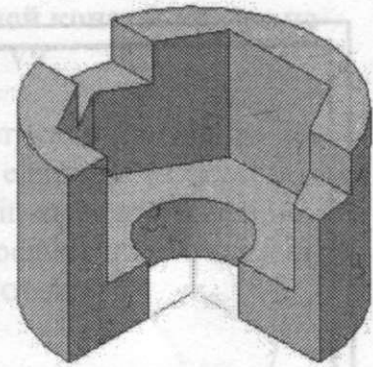


Рис. 59. Деталь с вырезанной четвертью

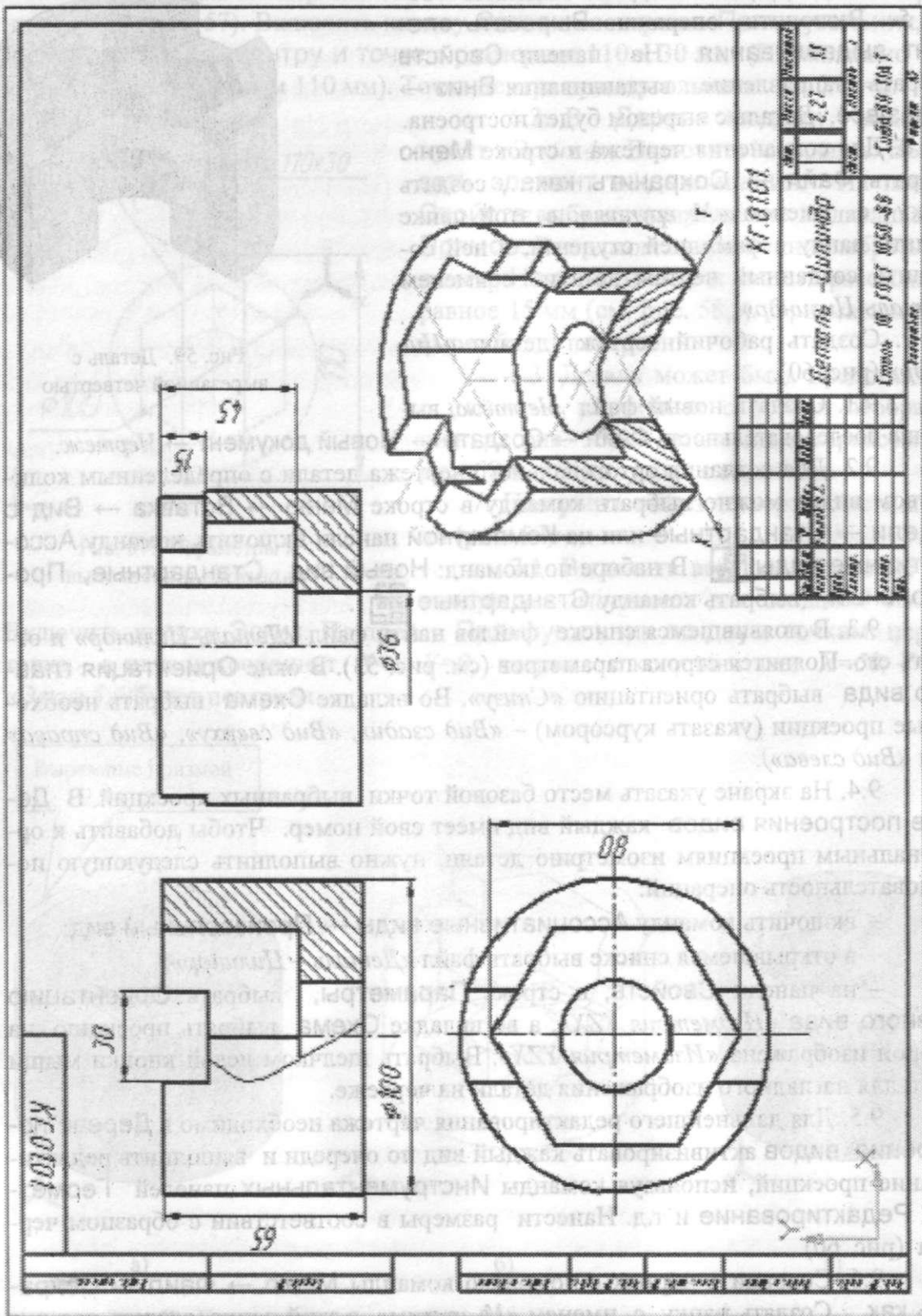


Рис. 60. Пример выполнения задания № 5

#### 4.6. Моделирование сборки узла машиностроительной конструкции с помощью программы КОМПАС-3D V9

Выполнение сборки узла машиностроительной конструкции в данном пособии рассматривается на примере создания сборочной единицы «Опора вала» (рис. 61). Элементами сборочной единицы служат детали, выполненные с помощью трехмерного твердотельного моделирования и соединенные с помощью стандартных изделий, выбранных из Менеджера библиотек.

Целью данного задания является:

– построение сборочного чертежа, состоящего из трех деталей (фланец, крышка, подшипник) с применением соединений болтами и винтами;

– изучение метода создания 3D-модели, сборки созданных в 3D-модели деталей, принципов добавления компонентов в сборку, добавления стандартных изделий из Менеджера библиотек (Библиотека крепежа для Компас-3D).

Исходный сборочный чертеж и размеры даны на рис. 62. Перечень деталей, входящих в изделие «Опора вала»:

1. Фланец.
2. Крышка.
3. Подшипник.
4. Болт М20х55 ГОСТ7798-70 (4 шт.).
5. Винт М10х35 ГОСТ 17473-80 (2шт.).
6. Гайка М20 ГОСТ 5915-70 (4шт.).
7. Шайба 20 ГОСТ 11371-78 (4 шт.).

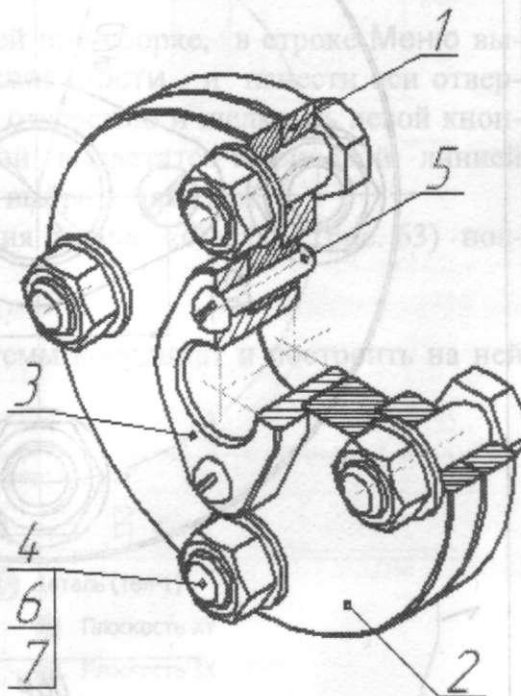


Рис. 61. Наглядное изображение опоры вала

#### Пример выполнения задания № 6

При выполнении задания «Сборка» можно придерживаться следующей последовательности операций.

1. Создать детали: «Фланец», «Крышка», «Подшипник». Для этого:
  - 1.1. Создать новый файл – Деталь.
  - 1.2. Создать с помощью твердотельного моделирования наглядные изображения деталей: «Фланец», «Крышка», «Подшипник». Для построения деталей и выполнения сборки выбрать вид «Изометрия YZX». Исходные данные для создания деталей даны на рис. 62.
    - 1.3. Для построения детали «Фланец»:
      - 1.3.1. Выбрать плоскость ZY системы координат и построить на ней эскиз: окружность диаметром 195 мм.
      - 1.3.2. Выбрать операцию Выдавить на толщину 16 мм.



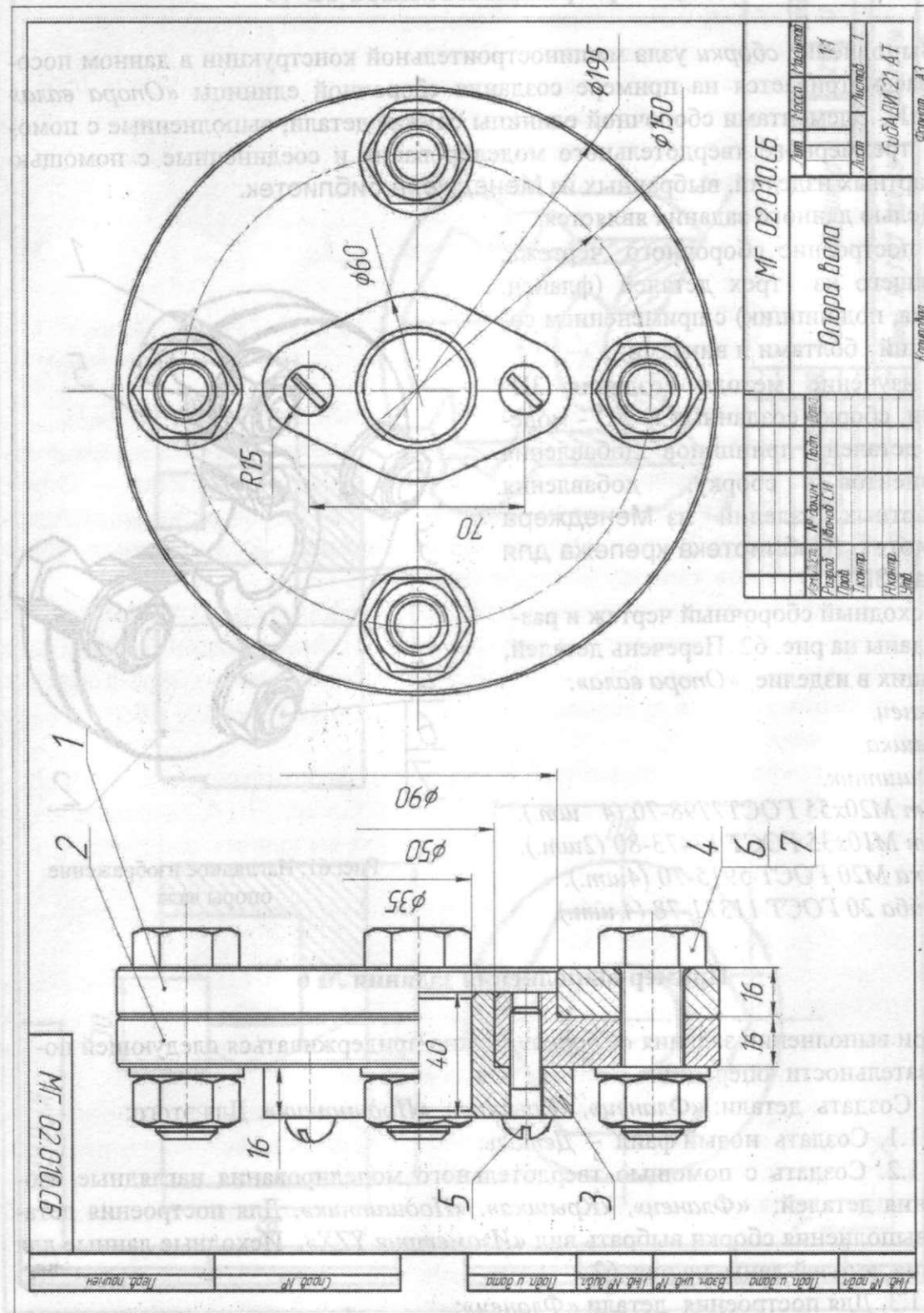


Рис. 62. Сборочный чертёж «Опора вала» — исходные данные для выполнения сборки узла машиностроительной конструкции

1.3.3. Выбрать переднюю плоскость построенного диска и построить эскиз – в виде окружности диаметром 90 мм для выполнения отверстия по центру детали и четырех отверстий диаметром 22 мм на осевой окружности (диаметром 150 мм), предназначенные для установки болтов.

1.3.4. Отверстия вырезать выдавливанием.

1.3.5. Кромки срезать, сделав наружные фаски (1x45°) на окружностях диаметром 195 мм и внутренние фаски (2x45°) на окружности диаметром 90 мм. Выполнить фаски (2x45°) на четырех отверстиях диаметром 22 мм с той стороны, где будут вставляться болты.

1.3.6. Для лучшей центровки деталей при сборке, в строке Меню выбрать **Операции** → **Ось** → **Конической поверхности** и нанести оси отверстий. Для нанесения осей подвести курсор к отверстию и щелкнуть левой кнопкой мыши, как только окружности оснований высветятся штриховой линией (красной или зеленой). На панели **Свойств** выбрать цвет оси.

1.3.7. Последовательность построения детали «Фланец» (рис. 63) появится в **Дереве модели** (рис. 64).

1.4. Для построения детали «Крышка»:

1.4.1. Выбрать плоскость **XZ** системы координат и построить на ней эскиз (рис. 65).

1.4.2. Построить крышку с применением операции **Вращения** (рис. 66).

1.4.3. Построить четыре отверстия диаметром 22 мм для установки болтов (Болт М20х55 ГОСТ 7798 -70) и два отверстия с резьбой для установки винтов (Винт М10х35 ГОСТ 17473-80) на передней грани крышки.

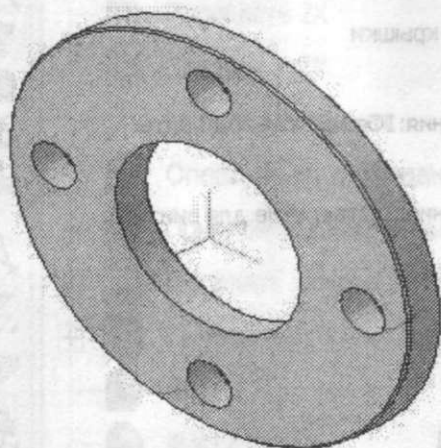


Рис. 63. Деталь «Фланец»

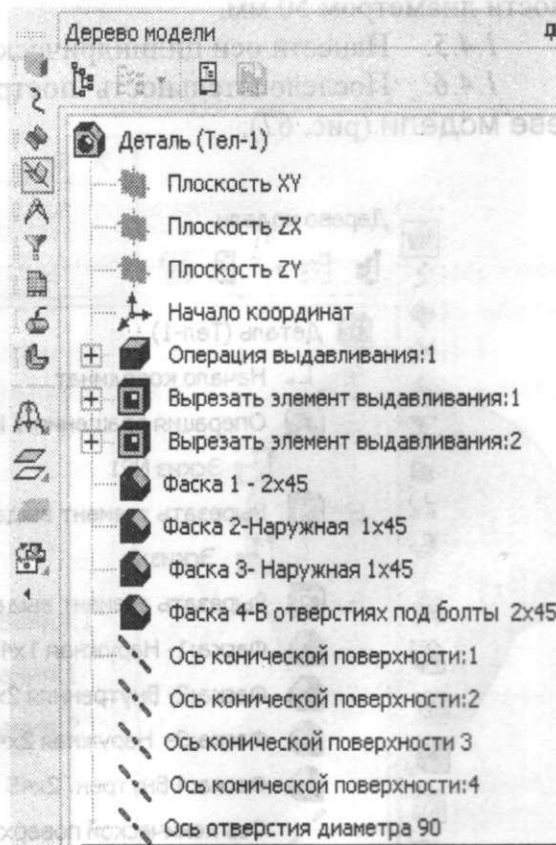


Рис. 64. Дерево модели детали «Фланец»

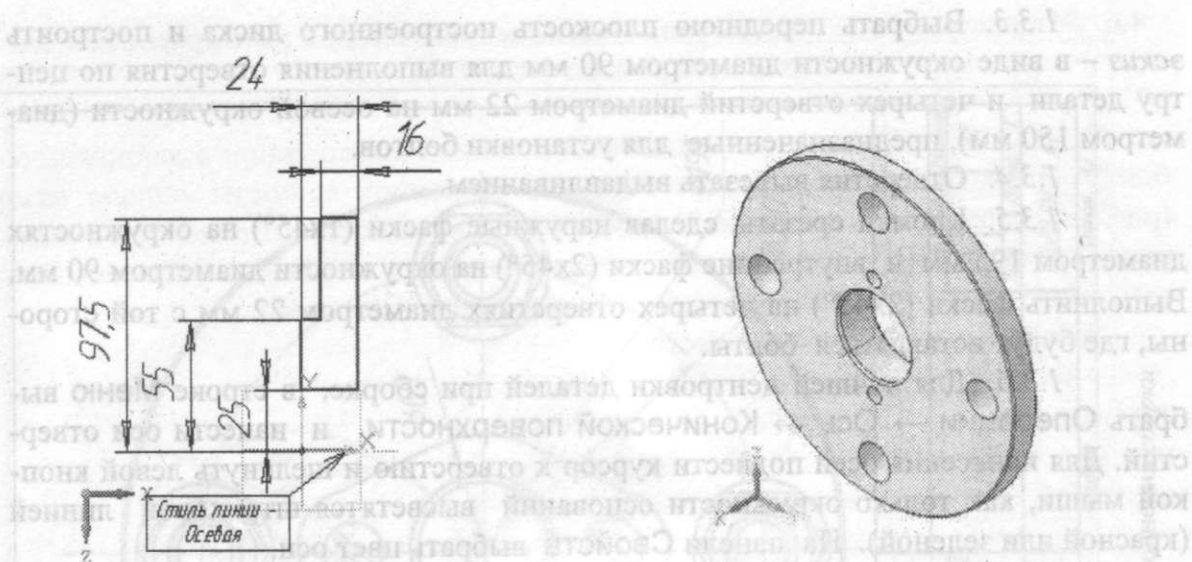


Рис. 65. Эскиз детали «Крышка»

Рис. 66. Деталь «Крышка»

1.4.4. Кромки срезать, сделав наружные фаски (1x45°) на окружностях диаметром 195 мм и диаметром 90 мм, а внутренние фаски (2x45°) на окружности диаметром 50 мм.

1.4.5. Нанести оси цилиндрических отверстий.

1.4.6. Последовательность построения детали «Крышка» появится в Дереве модели (рис. 67).

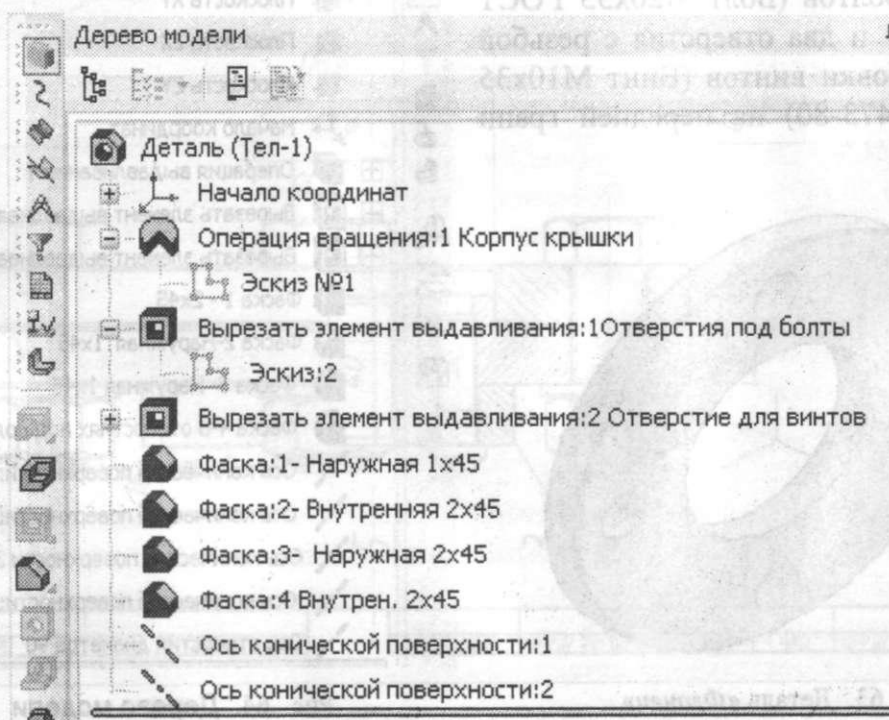


Рис. 67. Дерево модели детали «Крышка»

1.5. Для построения детали «Подшипник» (рис. 69):

1.5.1. Выбрать плоскость ZY и построить эскиз (рис. 68).

1.5.2. Выдавить построенный контур на 16 мм с помощью команд **Операция** → **Выдавливание**.

1.5.3. К задней грани построенной пластины добавить цилиндр диаметром 50 мм, длиной 8 мм с помощью **Операции** → **Выдавливание**.

1.5.4. Построить отверстие по центру детали диаметром 35 мм.

1.5.5. Построить два резьбовых отверстия для установки винтов.

1.5.6. Нанести оси цилиндрических отверстий для центрирования деталей при сборке.

1.5.7. Выполнить фаски: наружная фаска на окружности диаметром 50 мм размерами 1x45° и две внутренние фаски на окружностях диаметром 35 мм – 2x45° (см. рис. 69).

1.6. Сохранить детали в трех файлах с именем каждой из перечисленных деталей.

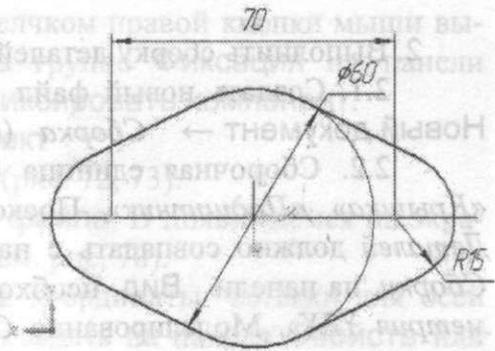


Рис. 68. Деталь «Подшипник»

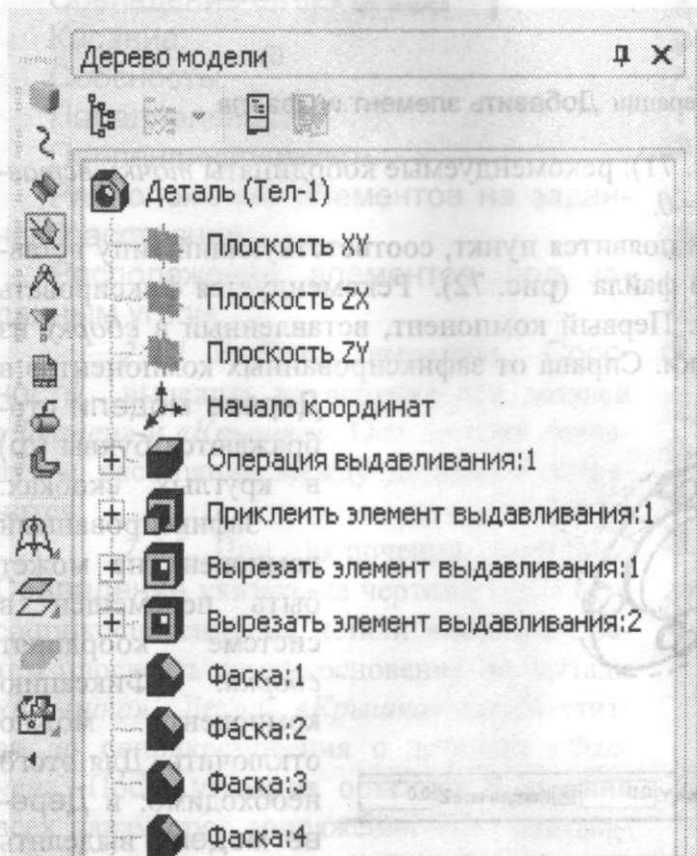


Рис. 69. Дерево модели и деталь «Подшипник»

2. Выполнить сборку деталей машиностроительного узла «Опора вала».

2.1. Создать новый файл последовательностью: **Файл** → **Создать** → **Новый документ** → **Сборка** (см. рис. 1).

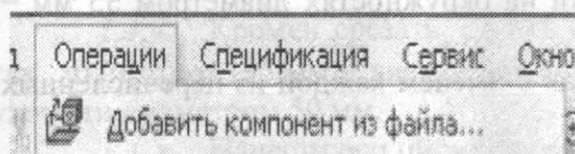
2.2. Сборочная единица будет состоять из трех деталей: «Фланец», «Крышка», «Подшипник». Поскольку направление осей системы координат Деталей должно совпадать с направлением осей системы координат текущей Сборки, на панели Вид необходимо выбрать Текущую ориентацию – «Изометрия YZX». Моделирование Сборки начинается с добавления компонентов: деталей и стандартных изделий.

2.3. Вставить в сборку деталь «Фланец».

2.3.1. Выбрать текущую ориентацию «Изометрия YZX».

2.3.2. Для добавления детали в сборку вызвать команду **Операции** → **Добавить компонент из файла** (рис. 70,а).

2.3.3. В появившемся на экране диалоговом окне выбрать файл «Фланец» (рис. 70,б). Задать точку вставки, которую можно указать в окне сборки произвольно, но лучше задать координаты точки вставки в группе полей Точка



а)



б)

Рис. 70. Выполнение операции **Добавить элемент из файла...**

вставки на панели Свойств (рис. 71): рекомендуемые координаты точки вставки детали «Фланец»:  $X=0, Y=0, Z=0$ .

2.3.4. В Дереве модели появится пункт, соответствующий типу вставленного в сборку компонента из файла (рис. 72). Рекомендуется фиксировать хотя бы один компонент сборки. Первый компонент, вставленный в сборку из файла, фиксируется автоматически. Справа от зафиксированных компонентов в

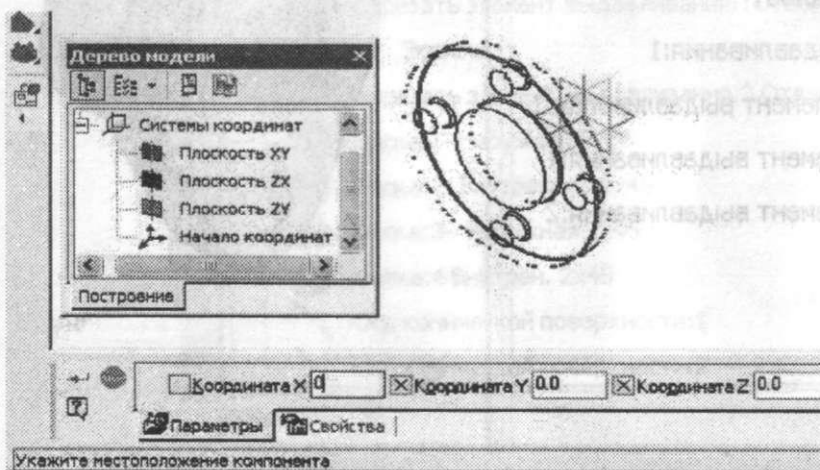



Рис. 71. Вставка в сборку детали «Фланец»

Дереве модели отображаются буквы (ф) в круглых скобках.

Зафиксированный компонент не может быть перемещен в системе координат сборки. Фиксацию компонента можно отключить. Для этого необходимо: в Дереве модели выделить редактируемый ком-

понтент, из Контекстного меню, вызванного щелчком правой кнопки мыши выбрать команду Свойства компонента и в группе Фиксация на панели Свойств активизировать переключатель Не фиксировать компонент.

2.3.5. Нажать на кнопку Создать объект .

2.4. Вставить в сборку деталь «Крышка» (рис. 72, 73).

2.4.1. Выбрать команду Добавить из файла. В появившемся на экране диалоговом окне выбрать файл «Крышка» (см. рис. 70).

2.4.2. Задать точку вставки. Принять координаты вставки для осей координат:  $Y=0$ ,  $Z=0$ . Координату  $X$  можно задать на панели Свойств или вставить деталь «Крышка» произвольно на экране, а затем переместить ее в нужное место (см. рис. 71). Команды Перемещения расположены в меню Сервис, а кнопки для их вызова на панели Редактирование сборки. Можно включить контроль соударения, когда возможность перемещения детали только до «соприкосновения» с другим компонентом будет контролироваться подсветкой граней при соударении или звуковым сигналом при столкновении.

2.4.3. После включения команды Редактирование сборки появляются кнопки команд Переместить компонент и Повернуть компонент. Выбрать команду Переместить компонент → Сопряжение. Сопряжение – это параметрическая связь между гранями, ребрами или вершинами разных компонентов сборки. Можно задать Сопряжение следующих типов:

Совпадение объектов;

Касание;

Соосность;

Параллельность;

Перпендикулярность;

Расположение элементов на заданном расстоянии;

Расположение элементов под заданным углом.

2.4.4. Выбрать операцию Соосность, выделить на чертеже оси деталей «Фланец» и «Крышка». Оси деталей совпадут и расстояние между деталями сохранится.


2.4.5. При включении операции Совпадение указать на чертеже плоскость соприкосновения на детали «Фланец», затем плоскость соприкосновения на детали «Крышка». Деталь «Крышка» переместится до соприкосновения с деталью «Фланец». После указания объектов и задания всех параметров сопряжения надо подтвердить его создание кнопкой . На листе



Рис. 72. Вставка в Сборку детали «Крышка» (Дерево модели)

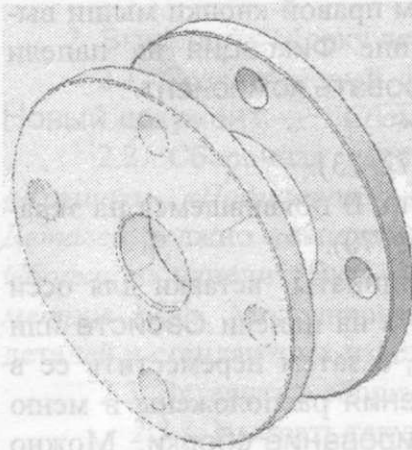


Рис. 73. Вставка в сборку детали «Крышка»

появятся две детали (см. рис. 73), а в Дереве модели – пункты, отражающие названия и последовательность построения каждой детали (см. рис. 72). Детали можно редактировать на месте (в процессе сборки) и в окне (в файле *Деталь*).

2.5. Вставить в сборку деталь «Подшипник».

2.5.1. Включить команду **Добавить из файла**. Открыть файл «Подшипник».

2.5.2. Задать *точку вставки*: координаты вставки для осей координат ( $Y=0$ ,  $Z=0$ ). Координату  $X$  можно не задавать, а вставить деталь «Подшипник» произвольно на экране, а затем переместить этот компонент так же, как и деталь «Крышка» (рис. 74).

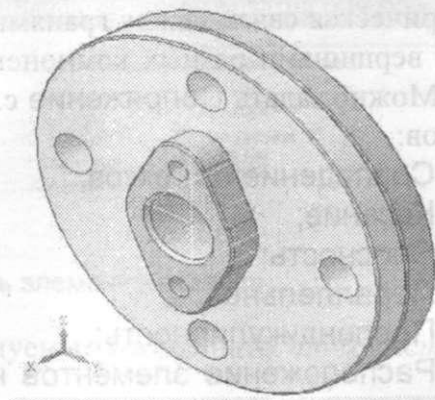
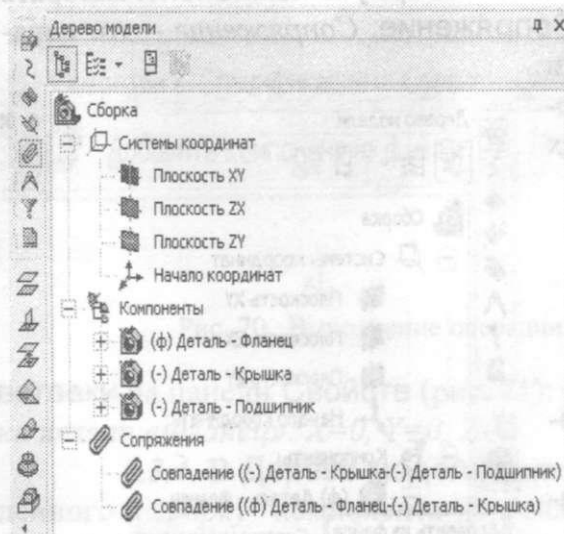


Рис. 74. Вставка в сборку детали «Подшипник»

2.6. Вставить в сборку стандартные изделия:

*Болт* М20х60 ГОСТ7798-70 (4 шт.),

*Шайба* 20 ГОСТ 11371-78 (4 шт.),

*Гайка* 2 М20 ГОСТ 5915-70(4 шт.),

*Винт* М10х35 ГОСТ 17473-80 (2 шт.):

2.6.1. Подключить Библиотеку крепежа. Для этого включить панель **Менеджер библиотек** и в списке библиотек КОМПАС найти Библиотеку крепежа.

2.6.2. В окне сборки указать *точку вставки* изделия. При вставке болта указать цилиндрическую часть отверстия, а затем плоскую грань, на которую должна опереться головка болта. При добавлении в сборку стандартного изделия в Дереве модели появится соответствующий ему пункт (рис. 75).

2.6.3. При выборе плоскости соприкосновения необходимо следить за тем, чтобы выбираемая плоскость светилась красной штриховой линией:

– при выборе болта красной штриховой линией светятся две окружности на цилиндрической части болта;

– при вставке шайбы необходимо указать болт, а затем плоскость той детали, на которую опирается шайба (крышка);

– при вставке гайки указать болт (или отверстие в шайбе под болт), а затем плоскость шайбы, на которую опирается гайка.

2.6.4. В Дереве модели появятся пункты всех установленных крепежных изделий и установленные между ними связи (см. рис. 75).

2.6.5. Для выреза четвертой части трехмерной твердотельной модели сборки необходимо выполнить следующие операции:

– на передней грани любой детали построить эскиз в виде прямоугольника (использовать команду Прямоугольник). Выбрать способ По двум точкам: первая точка в начале координат; размеры прямоугольника 100x100 мм;

– выбрать в строке Меню → Операции → Вырезать;

– на Панели свойств установить параметры: Два направления → в каждом Через всё;

– для того, чтобы стандартные изделия не вырезались, выбрать ярлык Область применения → Вырезать все компоненты, кроме библиотечных (рис. 76).

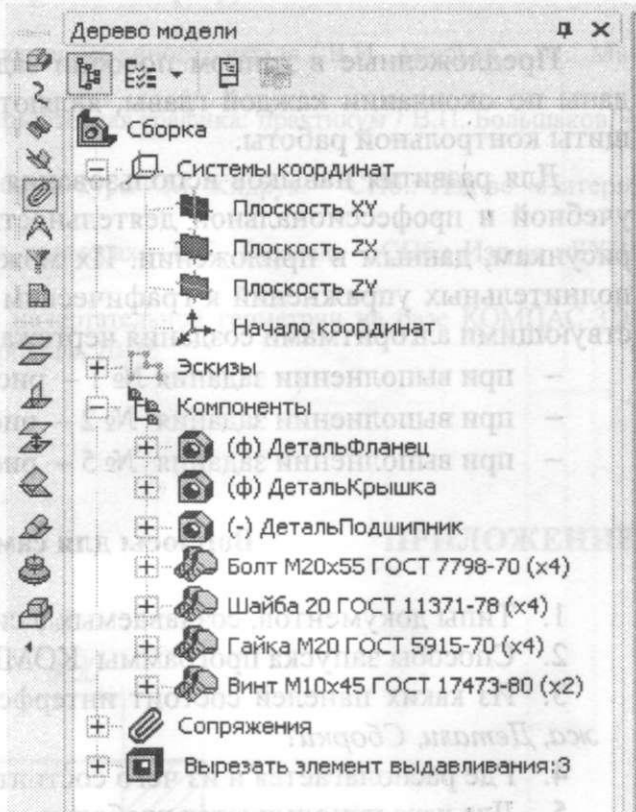


Рис. 75. Дерево модели: вставка в Сборку стандартных изделий

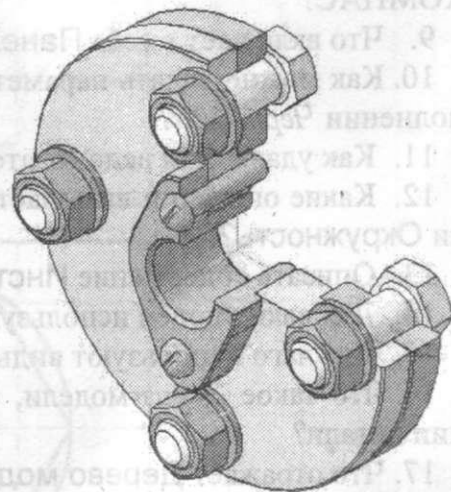


Рис. 76. Пример выполнения задания № 6



## Рекомендации к выполнению заданий

Предложенные в данном пособии задания, примеры выполнения которых даны по окончании каждой главы, являются обязательным минимумом для защиты контрольной работы.

Для развития навыков использования графического редактора КОМПАС в учебной и профессиональной деятельности авторы рекомендуют обратиться к рисункам, данным в приложении. Их можно использовать для выполнения дополнительных упражнений к графическим работам, воспользовавшись соответствующими алгоритмами создания чертежа, например:

- при выполнении задания № 1 – рис. П.1, рис. П.2, рис. П.3;
- при выполнении задания № 2 – рис. П.6, рис. П.7, рис. П.8;
- при выполнении задания № 5 – рис. П.4, рис. П.5.

### Вопросы для самопроверки

1. Типы документов, создаваемых в системе КОМПАС-3D V9.
2. Способы запуска программы КОМПАС-3D V9.
3. Из каких панелей состоит интерфейс системы при выполнении *Чертежа, Детали, Сборки*?
4. Где располагается и из чего состоит Компактная панель системы?
5. Для чего используются глобальные привязки?
6. Какие способы выделения объекта можно применить при выполнении и редактировании чертежа?
7. Из каких геометрических примитивов состоит Инструментальная панель «Геометрия»?
8. Какие стили линий используются при черчении с помощью программы КОМПАС?
9. Что включает в себя Панель расширенных команд?
10. Как можно задать параметры формата и тип основной надписи при выполнении *Чертежа*?
11. Как удаляются вспомогательные кривые и точки?
12. Какие операции включает в себя Панель расширенных команд кнопки *Окружность*?
13. Описать содержание Инструментальной панели «Редактирование».
14. Для каких целей используют Менеджер библиотек?
15. Для чего используют виды и слои при работе в КОМПАС?
16. Что такое *Эскиз* модели, создаваемый при твердотельном моделировании детали?
17. Что отражает *Дерево* модели?
18. Какие виды операции используют при построении «основы» детали?
19. Какая последовательность операции возможна при создании рабочего чертежа детали по ее трехмерной модели?
20. В чем заключается использование Менеджера библиотек при моделировании *Сборки*?

### Рекомендуемая литература

1. Анурьев В.И. Справочник конструктора-машиностроителя / В.И. Анурьев. – М.: Машиностроение, 2001.
2. Большаков В.П. Инженерная и компьютерная графика: практикум / В.П. Большаков. – СПб.: Изд-во «БХВ-Петербург», 2004.
3. Кидрук М. КОМПАС-3D V9. Учебный курс/ М. Кидрук. – СПб.: Изд-во «Питер», 2007.
4. Талалай П.Г. КОМПАС-3D V9. На примерах/ П.Г. Талалай. – СПб.: Изд-во «БХВ-Петербург», 2008.
5. Талалай П.Г. Компьютерный курс начертательной геометрии на базе КОМПАС-3D/ П.Г. Талалай. – СПб.: Изд-во «БХВ-Петербург», 2010.

### ПРИЛОЖЕНИЕ

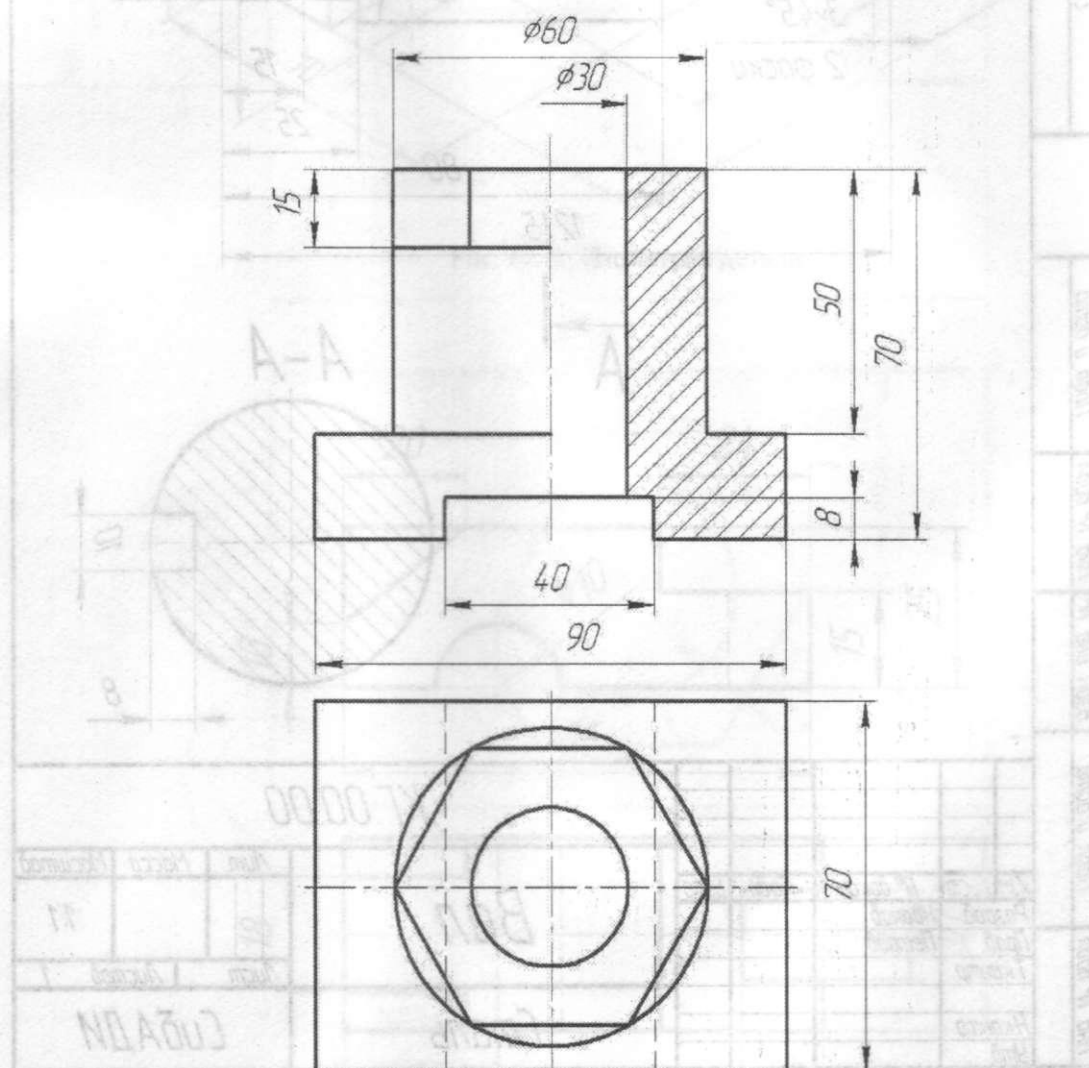


Рис. П.1. Опора

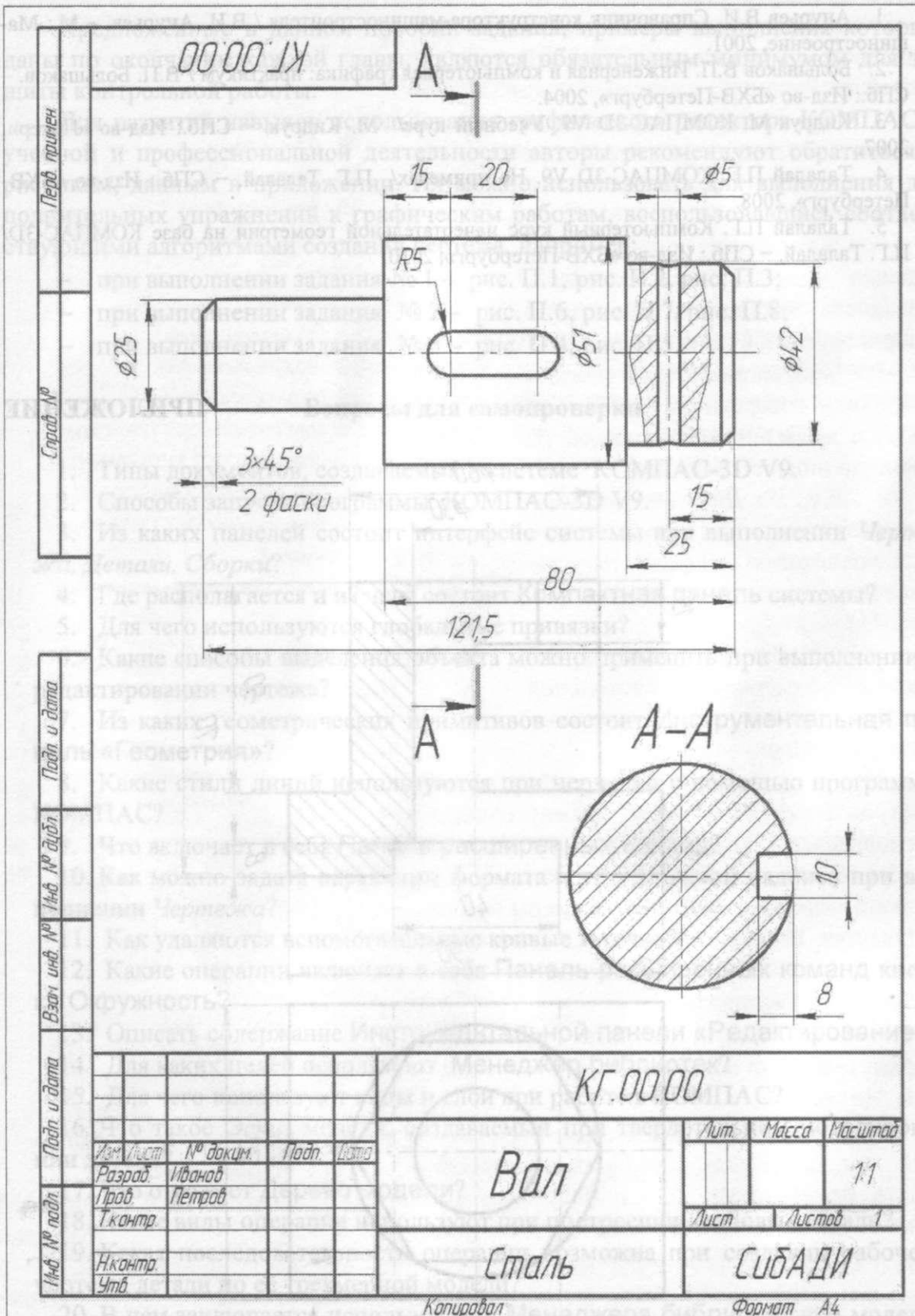


Рис. П.2. Чертеж вала

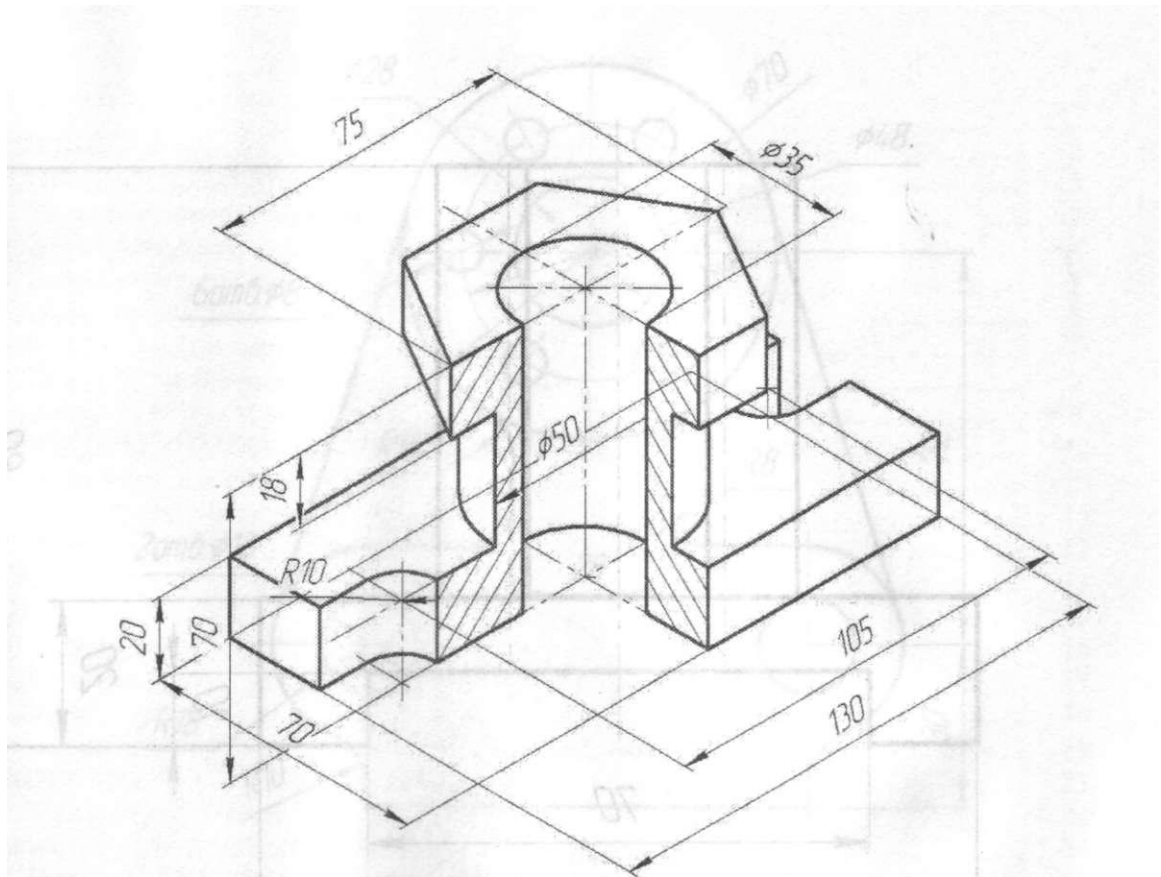


Рис. П. 3. Изометрия детали

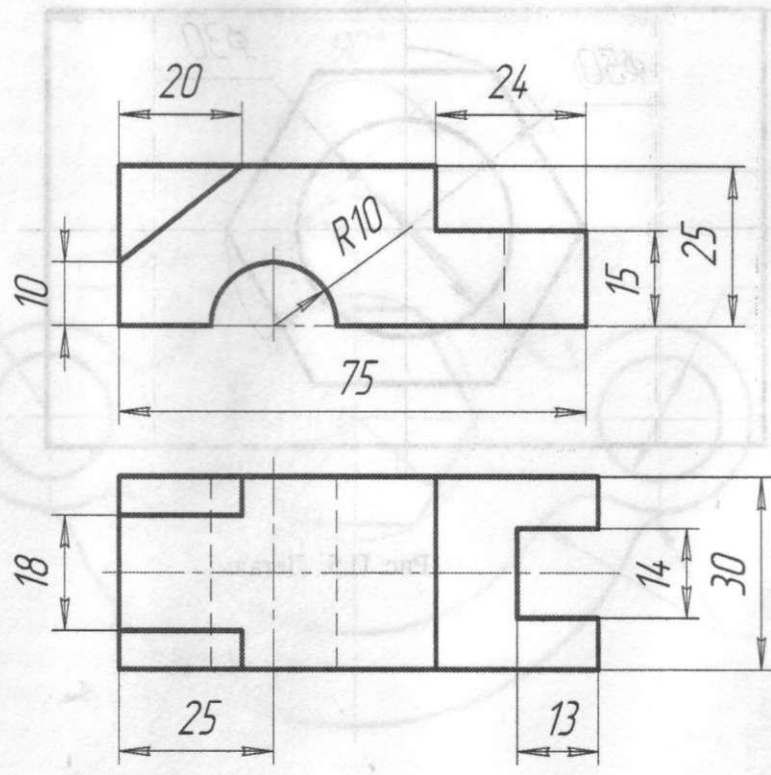


Рис. П.4. Крышка

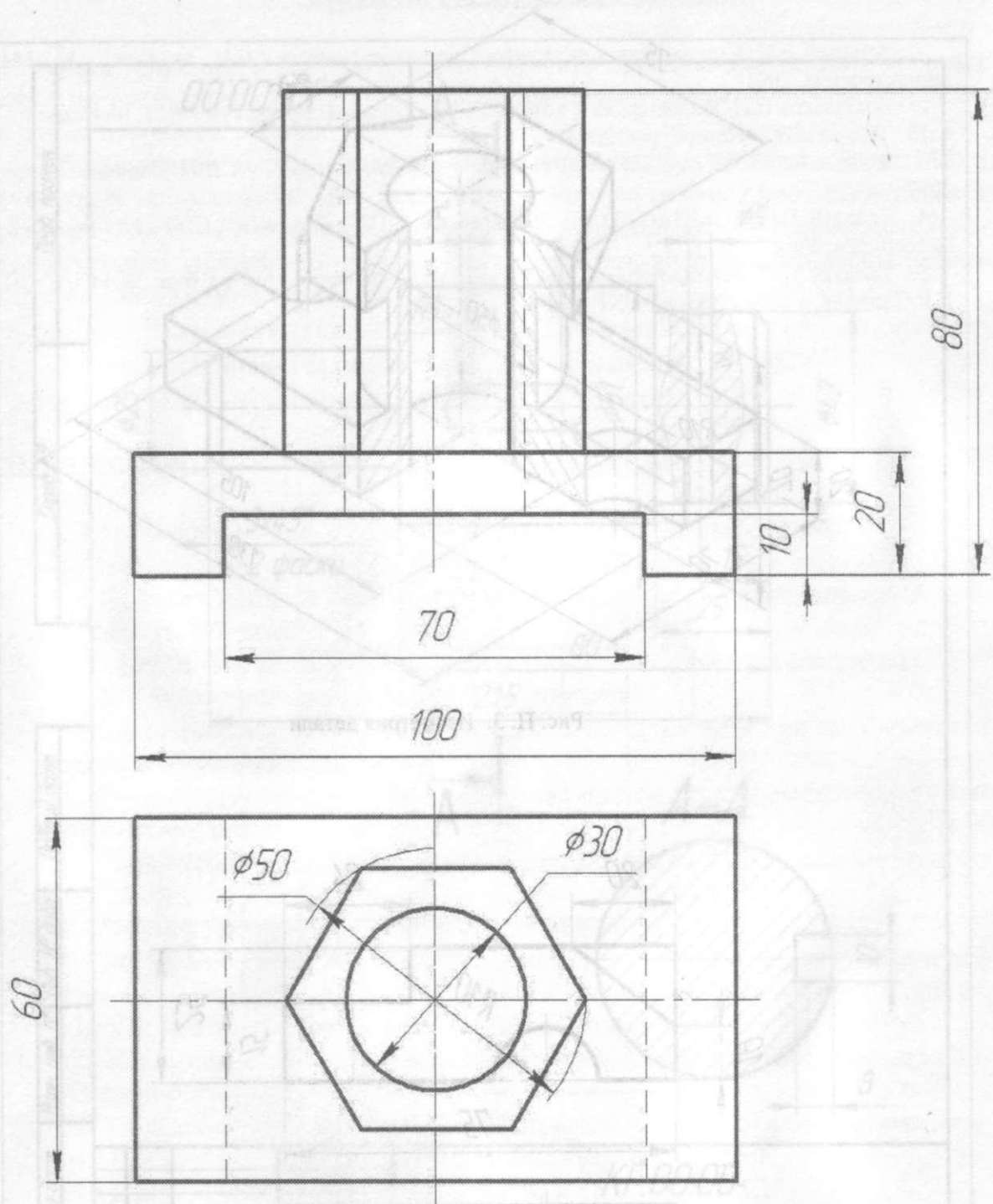


Рис. П.5. Деталь

Рис. П.2. Чопух вал

Рис. П.4. Крышка

ВВЕДЕНИЕ

1. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ РАБОТЫ

- 1.1. Типы документов
- 1.2. Эскизы
- 1.3. Глазное измерение
- 1.4. Интерфейс
- 1.5. Роль оператора
- 1.6. Базовые приемы

2. ТЕХНИЧЕСКОЕ ЧЕРТЕНИЕ

- 2.1. Формат и форматирование
- 2.2. Масштаб
- 2.3. 2. Ориентирование
- 2.4. Редактирование
- 2.5. Размеры
- 2.6. Текст

3. СБОРОЧНЫЙ ЧЕРТЕЖ

- 3.1. Модельер сборки
- 3.2. Испытательная модель

4. ТВЕРДОТЕЛЬНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В СИСТЕМЕ КОМПАС-3D

- 4.1. Общие принципы твердотельного моделирования
- 4.2. Интерфейс программы КОМПАС-3D
- 4.3. Алгоритмы построения
- 4.3.1. Создание объектов
- 4.3.2. Модификация объектов
- 4.3.3. Редактирование
- 4.3.4. Демонстрация
- 4.3.5. Вспомогательные функции

4.4. Выбор системы координат

- 4.4.1. Выбор системы координат
- 4.4.2. Создание объектов
- 4.4.3. Модификация объектов
- 4.4.4. Редактирование
- 4.4.5. Демонстрация

4.5. Создание сборки

- 4.5.1. Ввод объектов
- 4.5.2. Разрешения

4.6. Моделирование с помощью

Рекомендации к использованию

Вопросы для самопроверки

Литература

ПРИЛОЖЕНИЕ

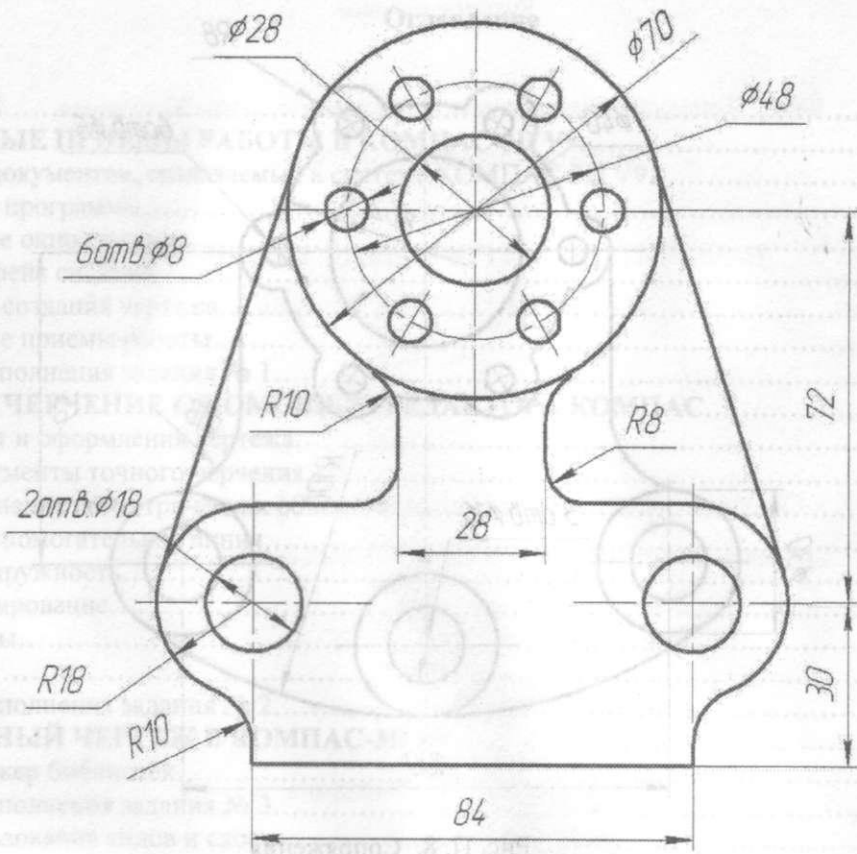


Рис. П. 6. Контур

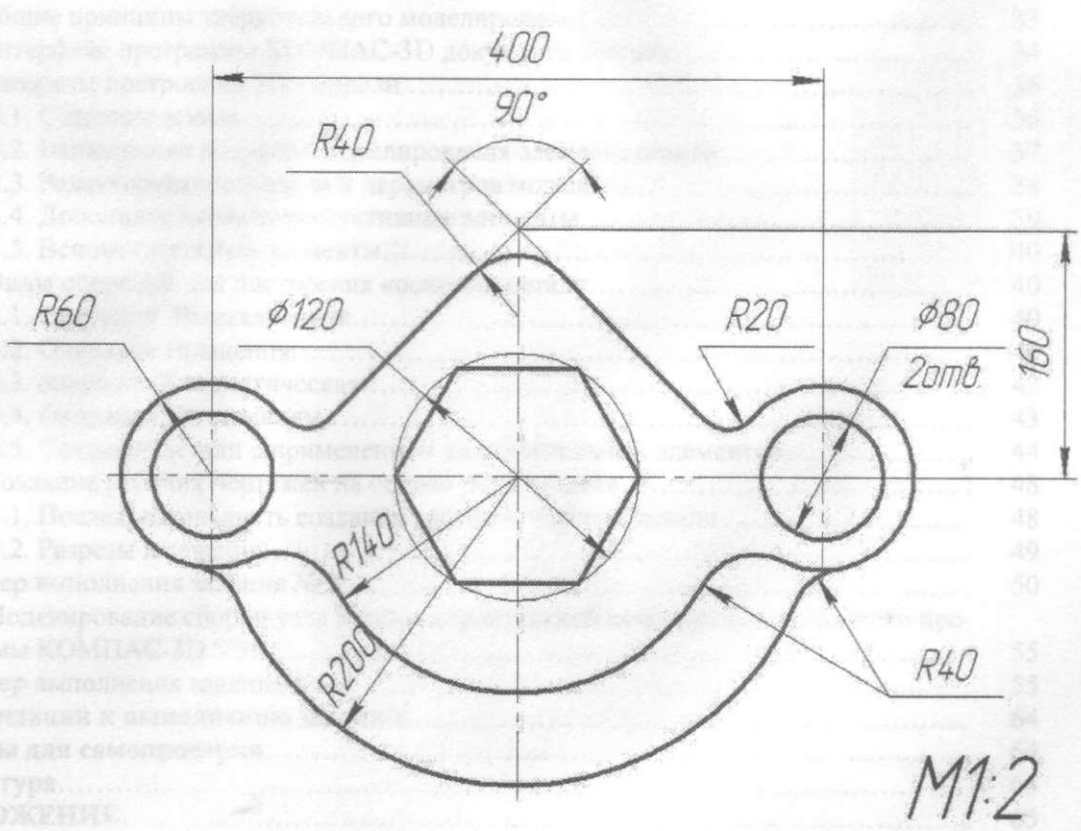


Рис. П. 7. Прокладка

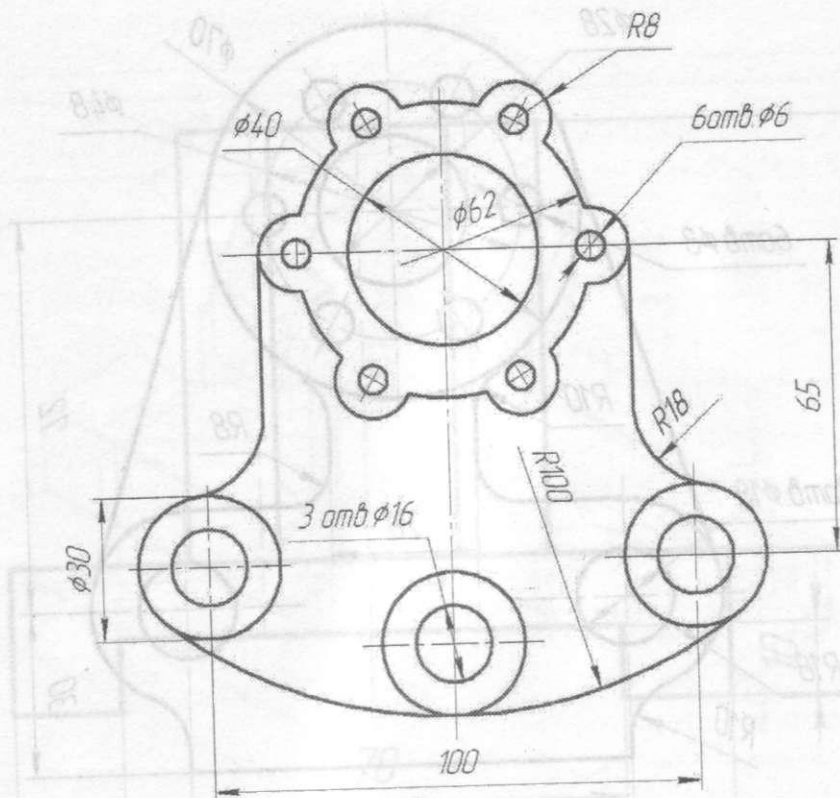
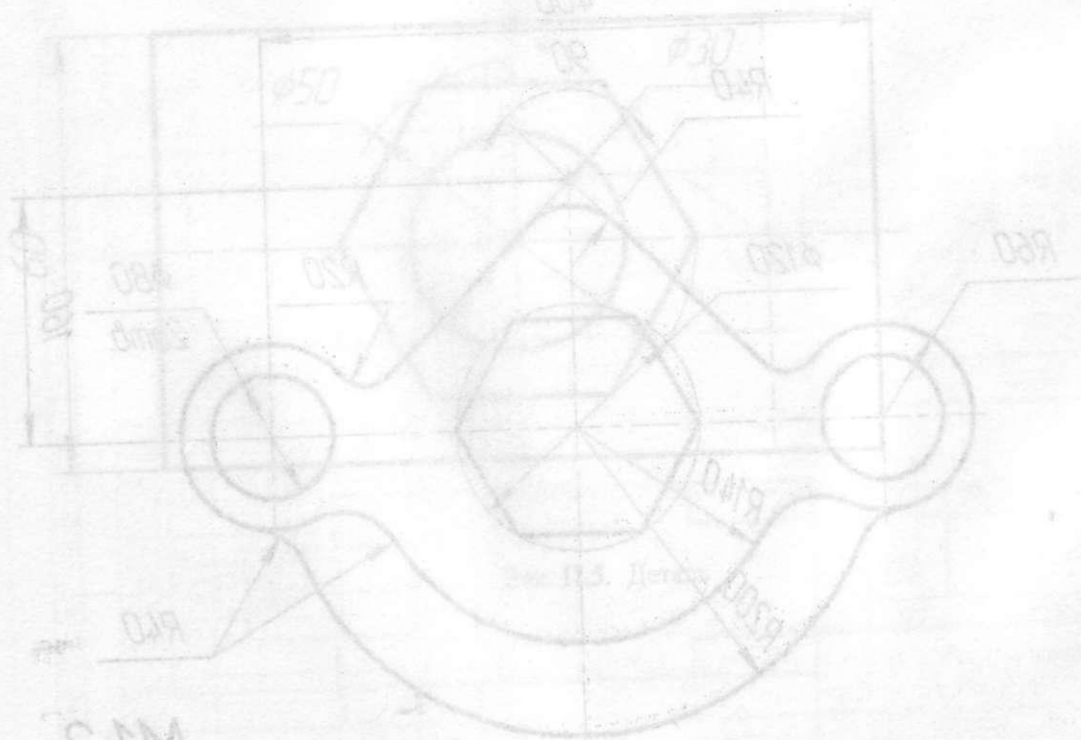


Рис. П. 8. Сопряжения



<b>ВВЕДЕНИЕ</b> .....	3
<b>1. ОСНОВНЫЕ ПРИЕМЫ РАБОТЫ В КОМПАС-3D V9</b> .....	3
1.1. Типы документов, создаваемых в системе КОМПАС-3D V9.....	3
1.2. Запуск программы.....	4
1.3. Главное окно системы.....	5
1.4. Интерфейс системы.....	5
1.5. Режим создания чертежа.....	7
1.6. Базовые приемы работы.....	7
Пример выполнения задания № 1.....	8
<b>2. ТОЧНОЕ ЧЕРЧЕНИЕ С ПОМОЩЬЮ РЕДАКТОРА КОМПАС</b> .....	12
2.1. Формат и оформления чертежа.....	12
2.2. Инструменты точного черчения.....	13
2.3. Выполнение геометрических объектов.....	13
2.3.1. Вспомогательная линия.....	13
2.3.2. Окружность.....	15
2.4. Редактирование.....	16
2.5. Размеры.....	17
2.6. Текст.....	18
Пример выполнения задания № 2.....	19
<b>3. СБОРОЧНЫЙ ЧЕРТЕЖ В КОМПАС-3D V9</b> .....	21
3.1. Менеджер библиотек.....	21
Пример выполнения задания № 3.....	24
3.2. Использование видов и слоев.....	28
Пример выполнения задания № 4.....	30
<b>4. ТВЕРДОТЕЛЬНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В СИСТЕМЕ КОМПАС-3D V9</b> .....	33
4.1. Общие принципы твердотельного моделирования.....	33
4.2. Интерфейс программы КОМПАС-3D документа Деталь.....	34
4.3. Алгоритм построения 3D - модели.....	36
4.3.1. Создание эскиза.....	36
4.3.2. Выполнение операций моделирования элемента детали.....	37
4.3.3. Редактирование модели и параметров модели.....	38
4.3.4. Дополнительные конструктивные элементы.....	39
4.3.5. Вспомогательные элементы.....	40
4.4. Виды операций для построения «основы» детали.....	40
4.4.1. Операция Выдавливания.....	40
4.4.2. Операция Вращения.....	40
4.4.3. операция Кинематическая.....	42
4.4.4. Операция По сечениям.....	43
4.4.5. Создание детали с применением дополнительных элементов.....	44
4.5. Создание рабочих чертежей на основе 3D – модели.....	48
4.5.1. Последовательность создания рабочего чертежа детали.....	48
4.5.2. Разрезы и сечения.....	49
Пример выполнения задания № 5.....	50
4.6. Моделирование сборки узла машиностроительной конструкции с помощью программы КОМПАС-3D V9.....	55
Пример выполнения задания № 6.....	55
<b>Рекомендации к выполнению заданий</b> .....	64
<b>Вопросы для самопроверки</b> .....	64
<b>Литература</b> .....	65
<b>ПРИЛОЖЕНИЕ</b> .....	65



Учебное издание

Фаиза Ханифовна Богоманова, Елена Анатольевна Курышева,  
Ольга Алексеевна Мусиенко

**НАЧЕРТАТЕЛЬНАЯ ГЕОМЕТРИЯ, ИНЖЕНЕРНАЯ  
И КОМПЬЮТЕРНАЯ ГРАФИКА**

ЧАСТЬ 4

**КОМПЬЮТЕРНАЯ ГРАФИКА**

Учебное пособие для студентов заочной формы обучения  
машиностроительных и строительных специальностей

\* \* \*

Редактор Т.И. Калинина

\* \* \*

ISBN 978-5-93204-472-8



9 785932 044728

Подписано к печати 06.05. 2010

Формат 60x90 1/8. Бумага писчая

Оперативный способ печати

Гарнитура Times New Roman

Усл. п.л. 9,0, уч.- изд. л. 6,54

Тираж 550 экз. Заказ № 149

Цена договорная

Издательство СибАДИ

644099, г. Омск, ул. П. Некрасова, 10

Отпечатано в полиграфическом отделе УМУ СибАДИ

644080, г. Омск, ул. Пр.Мира, 5