

УДК 744.4:004  
И74

Рецензент  
канд. техн. наук, доц. *В.Б. Шишко* (каф. МАМП)

**Информатика.** Применение системы трехмерного геометрического моделирования КОМПАС-3D для решения задач по начертательной геометрии: Учеб.-метод. пособие / В.Б. Головкина, О.Н. Чиченева, В.В. Свирин, И.В. Дохновская; Под ред. Л.О. Мокрецовой. – М.: Изд. Дом МИСиС, 2008. – 91 с.

Изложена методика и последовательность построения трехмерных изображений тел, состоящих из различных поверхностей, и сечение их плоскостями частного положения с использованием средств программного пакета КОМПАС-3D V8 Pro (LT). Приведены технология получения двумерного чертежа построенной модели, теоретический и графический материал по 3D-моделированию, а также варианты заданий и примеры выполнения различных этапов построения и оформления заданий.

Предназначено для студентов всех специальностей, изучающих курс «Информатика», раздел «Программное обеспечение инженерной графики», дневной, вечерней и заочной форм обучения.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение .....	4
1. Общие сведения о КОМПАС-3D V8 Plus.....	6
1.1. Назначение КОМПАС-3D V8 Plus.....	6
1.2. Основные элементы интерфейса КОМПАС-3D V8 Plus .....	11
1.3. Работа с текстовыми файлами.....	17
1.4. Работа в режиме 2D-проектирования .....	18
1.5. Пример создания чертежа детали .....	19
2. Трехмерное (3D) моделирование .....	35
2.1. Основные принципы работы в режиме «Деталь».....	35
2.2. Построение 3D-моделей простых тел.....	40
2.3. Сечение тела плоскостью частного положения.....	48
2.4. Пересечение поверхностей .....	57
3. Проекционное черчение.....	62
4. Варианты заданий для практических занятий .....	73
Практическое занятие 1. Выполнение чертежа детали в трех проекциях .....	73
Практическое занятие 2. Сечение тела плоскостью .....	74
Практическое занятие 3. Пересечение двух поверхностей.....	80
Практическое занятие 4. Проекционное черчение, виды, разрезы, сечения .....	84
Библиографический список.....	90

## Введение

В настоящее время в связи с развитием новых компьютерных технологий все шире используются методы трехмерного (3D) моделирования. Преимущества такого моделирования по сравнению с двумерным (2D) становятся все более очевидными, так как 3D-моделирование позволяет создавать трехмерные модели не только отдельных деталей, но и различных узлов, механизмов и агрегатов.

Причинами замедления процесса выпуска новых изделий являются сложность построения 2D-чертежей, большая трудоемкость построения аксонометрических проекций деталей сложной формы, необходимость внесения изменений во все изображения в случае внесения изменений в конструкцию детали, сложность чтения сборочных чертежей, часто невозможность передачи данных в системы инженерного анализа при проектировании. В то же время при 3D-моделировании используются наглядные методы создания поверхностей деталей, применяется терминология, принятая в машиностроительном черчении, имеется возможность автоматизированного внесения изменений одновременно в твердотельную модель и ее 2D-чертеж, что позволяет сократить время проектирования изделия.

Умение создавать 2D-чертежи и 3D-модели является необходимым условием для осуществления любого процесса проектирования. Для этого имеются эффективные средства графического редактора **КОМПАС-3D V8 Plus** (в дальнейшем **КОМПАС**), которые позволяют достаточно легко создавать сложные трехмерные модели. В процессе проектирования конструктор имеет возможность выполнять разрезы и сечения непосредственно на 3D-модели, добавлять или убирать отдельные конструктивные элементы. Особенно удобна возможность временно отключать отображение различных элементов при создании трехмерных моделей сборочных узлов.

После создания трехмерной модели у конструктора имеется возможность получения ее плоского чертежа средствами 2D-проектирования, что дает возможность сократить время проектирования и избежать излишней трудоемкости выполнения чертежа. При этом требуется внести необходимое число изображений модели (детали) в память компьютера, запомнить сечение в его действительную (натуральную) величину, применить необходимые разрезы. Плоский чертеж создается автоматически при указании выбранных изображе-

ний. Для доработки полученного чертежа применяются встроенные в систему **КОМПАС** средства 2D-черчения, такие как простановка размеров, обозначение разрезов, сечений, номеров позиций на сборочном чертеже, заполнение граф спецификации и основной надписи.

Ассоциативная связь трехмерных и плоских чертежей **КОМПАС** позволяет абсолютно точно отразить любое изменение трехмерной модели на всех видах плоского чертежа. Это позволяет вносить изменения в проект и создавать инварианты деталей и всего изделия в целом. **КОМПАС** имеет возможность определения физических характеристик моделей, а именно: объем, площадь поверхности, массу при задании материала изделий и т.д. Встроенные модули системы **КОМПАС** позволяют создавать литейные формы, работать с деталями из листового металла, проектировать трубопроводы и многое другое.

# 1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О КОМПАС-3D V8 PLUS

## 1.1. Назначение КОМПАС-3D V8 Plus

**КОМПАС-3D V8 Plus** предназначен для автоматизации проектно-конструкторских работ в различных отраслях деятельности и создания трехмерных параметрических моделей деталей, узлов, механизмов с возможностью полуавтоматической разработки их рабочих чертежей. Такие чертежи содержат необходимое количество изображений, представленные выбранными видами, разрезами или сечениями. Созданный прототип трехмерной модели служит основанием для получения типовых деталей.

### **Отличительные особенности версии КОМПАС V8 Plus и V8 Plus LT**

Профессиональная версия системы **КОМПАС-3D** обладает существенно более широкими (по сравнению с **КОМПАС-3D LT**) средствами автоматизированного проектирования.

Главное отличие **КОМПАС-3D LT** от профессиональной версии системы **КОМПАС** – невозможность моделирования трехмерных сборок (тип файла \*.a3d). В связи с этим отсутствует возможность создания и редактирования деталей в контексте сборки: вычитание одних деталей из других и объединение нескольких деталей в одну.

Ниже перечислены дополнительные (по сравнению с **КОМПАС-3D LT**) возможности профессиональной версии системы **КОМПАС-3D**.

#### ***Общие характеристики системы:***

– экспорт документов в форматы DXF, DWG, IGES, KSF, ParaSolid, STL, ACIS, STEP, VRML;

– экспорт документов в формат **КОМПАС 5.11R03** и **КОМПАС-3D V8**;

– экспорт документов в растровые форматы BMP, TIFF, GIF, JPEG, PNG, TGA;

– экспорт документов в формат eDrawing;

– импорт документов из форматов IGES, KSF, Vector, ParaSolid, STEP, ACIS, TXT, RTF;

– импорт документов, созданных в системе **КОМПАС** версии 4x;

– работа с несколькими документами одновременно.

#### ***Поддерживаемые типы документов:***

– текстово-графические документы (тип файла \*.kdw);

– спецификации (тип файла \*.spw).

### ***Текстовый редактор:***

- формирование, заполнение и редактирование таблиц любой конфигурации, возможность создания таблицы по ее графическому представлению (преобразование фрагмента в таблицу);
- сохранение часто применяемых фраз, выражений, обозначений и т.д. в файле текстовых шаблонов; вставка текстовых шаблонов в любой текстовый объект или объект, содержащий текстовую часть;
- пользовательские меню, вызываемые двойным щелчком левой кнопки мыши при заполнении основной надписи и вводе надписей, входящих в состав объектов оформления;
- проверка правописания.

### ***Настройки:***

- настройка фильтров вывода на печать;
- настройка разбиения листа на зоны;
- настройка отрисовки стрелок и засечек;
- настройка отрисовки осевых линий.

### ***Сервисные возможности:***

- создание пользовательских стилей линий (в том числе линий, содержащих не только штрихи, но и «картинки»), штриховок и текстов;
- создание пользовательских основных надписей, пользовательских оформлений и стилей спецификаций;
- создание исходной и зеркальной копий при резервном копировании;
- возможность присвоения графическим объектам и документам атрибутов неграфической информации, представляющей собой число, строку или таблицу;
- выбор единиц измерения длины в документе (миллиметры, сантиметры или метры);
- быстрое переключение на слой указанного объекта;
- отрисовка фоновых заливок цветом и зачерненных стрелок;
- управление порядком отрисовки графических объектов;
- прерывание штриховок и линий при пересечении их с размерными стрелками, размерными надписями и обозначениями;
- использование Менеджера библиотек – системы для управления библиотеками;
- возможность создания, редактирования и подключения библиотек фрагментов (\*.lfr) и моделей (\*.l3d);
- подключение прикладных библиотек, разработанных для использования в профессиональной версии системы **КОМПАС-3D**;

– работа с кодами и наименованиями документов (выбор кода и наименования при заполнении основной надписи, автоматическая передача обозначения и наименования изделия – без передачи кода и наименования документа – между связанными документами и др.);

– визуализация ограничений, наложенных на графические объекты, и имеющихся у них степеней свободы.

***Дополнительные возможности, предоставляемые профессиональной версией системы КОМПАС-3D при работе с чертежами:***

– создание нескольких листов чертежа в одном файле;

– формирование таблицы изменений чертежа;

– формирование видов с разрывом;

– создание следующих ассоциативных видов: произвольный вид; проекционный вид; вид по стрелке; местный вид; выносной элемент; местный разрез;

– автоматическое присвоение чертежу атрибутов с информацией о массе и материале модели, изображенной в ассоциативном виде этого чертежа;

– синхронизация данных, содержащихся в файлах моделей, изображенных в ассоциативных видах чертежа, с основной надписью этого чертежа; синхронизируются масса, обозначение, наименование и материал (для деталей);

– создание ссылок между текстовыми объектами;

– возможность автоматического упорядочения букв в обозначениях объектов оформления.

При работе с чертежами и фрагментами профессиональная версия системы **КОМПАС-3D** предоставляет следующие дополнительные возможности.

***Построение графических объектов:***

– команда Все точки пересечения кривой;

– команда Точка на кривой на заданном от другой точки расстоянии;

– команда Окружность с центром на кривой;

– команда Дуга, касательная к кривой;

– команда Дуга по двум точкам;

– команда Дуга по двум точкам и углу раствора;

– команда Эллипс по центру и углу описанного прямоугольника;

– команда Эллипс по центру, середине стороны и углу описанного параллелограмма;

- команда **Эллипс** по центру и трем углам описанного параллелограмма;
- команда **Эллипс** по центру и трем точкам;
- команда **Эллипс**, касательный к двум кривым;
- команда **Собрать контур**;
- построение касательной дуги с помощью команды **Непрерывный ввод**;
- команда **Осевая линия** по двум точкам;
- команда **Автоосевая**;
- команда **Линия**.

***Простановка размеров:***

- команда **Размер дуги окружности**;
- команда **Авторазмер**, предназначенная для быстрого создания обозначений размеров различных типов; при этом тип размера определяется системой автоматически в зависимости от того, какие объекты указаны.

***Редактирование:***

- команда **Преобразовать кривую в NURBS**;
- команда **Объединение объектов в именованные группы**;
- возможность вставки существующих фрагментов в другой документ; поддерживается три способа вставки: «россыпью», «телом» или ссылкой на файл-источник;
- возможность вставки растровых объектов, OLE-объектов и объектов из буфера обмена Windows;
- указание и выделение одного из близко расположенных (в том числе наложенных) объектов.

***Параметризация:***

- ввод ассоциативных (связанных с базовыми объектами) размеров, штриховок, обозначений центра, обозначений шероховатости, баз, допусков и т.д.; при редактировании базовых объектов автоматически перестраиваются и ассоциированные с ними объекты оформления (в том числе изменяются значения размеров);
- команды, предназначенные для наложения на графические объекты связей и ограничений (параллельность, перпендикулярность, симметрия, касание, выравнивание по вертикали и горизонтали, равенство длин или радиусов и т.д.); при редактировании параметризованного объекта другие объекты перестраиваются автоматически в соответствии с заданной связью;



– возможность включения параметрического режима, в котором связи и ограничения накладываются на объекты автоматически в процессе их построения и редактирования;

– возможность присвоения размеру имени переменной и задания аналитических зависимостей (уравнений и неравенств) между переменными; при редактировании отдельных объектов изображение автоматически перестраивается в соответствии с заданными зависимостями;

– вставка в графический документ параметрического фрагмента и изменение параметров объектов в этом фрагменте путем задания значений управляющих переменных.

#### ***Задание параметров при выполнении команд:***

– активизация параметров, необходимых для выполнения команды, позволяющая указывать их в произвольном (отличном от заданного по умолчанию) порядке, благодаря чему увеличивается число способов построения одного и того же объекта;

– задание угла поворота и масштаба объектов при выполнении команд копирования и вставки из буфера.

#### ***Измерения:***

– расчеты массо-центровочных (массо-инерционных) характеристик фигур, тел вращения и тел выдавливания (в том числе фигур и тел с отверстиями); к этим характеристикам относятся: объем; координаты центра тяжести; осевые моменты инерции в заданной системе координат; центробежные моменты инерции в заданной системе координат; осевые моменты инерции в центральной системе координат; центробежные моменты инерции в центральной системе координат; плоскостные моменты инерции.

#### ***Дополнительные возможности, предоставляемые профессиональной версией системы КОМПАС при работе с деталями:***

– моделирование деталей, получаемых из листового материала с помощью операции гибки;

– импорт поверхностей из файлов формата IGES с помощью команды **Импортированная поверхность**;

– создание поверхностей выдавливанием, вращением, по сечениям, кинематически; поверхности-заплатки;

– операции над поверхностями: «Сшивки» и «Удаление граней»;

– создание условного изображения резьбы;

– ввод выражений, связывающих:

– переменные, принадлежащие различным эскизам, между собой;


- параметры операций между собой и с переменными, принадлежащими эскизам;
- создание скруглений с переменным радиусом;
- объединение различных объектов детали (эскизов, формообразующих, конструктивных и вспомогательных элементов) в макроэлементы.

## 1.2. Основные элементы интерфейса КОМПАС-3D V8 Plus


**КОМПАС-3D V8 Plus** – это сложная, разветвленная по своей структуре система, предназначенная для разработки двухмерных плоских чертежей и для моделирования сложных пространственных конструкций в самых различных областях науки и техники.


Запуск системы КОМПАС осуществляется следующим образом: Пуск >> Программы >> АСКОН >> КОМПАС-3D V8 Plus.


Сохранение файла в **КОМПАС-3D V8 Plus**:


- нажмите кнопку **Сохранить документ** () на Панели управления;
- в диалоговом окне **Укажите имя файла для записи**;
- в поле **Имя файла** наберите наименование файла;
- кнопкой [**Сохранить**] запишите присвоенное имя на жесткий диск;
- заполните информационную карточку на чертеж;
- сохраните файл на дискете.


В системе **КОМПАС-3D** возможно создание следующих документов.


**Чертеж** () – основной тип графического документа, который содержит графическое изображение изделия, основную надпись, рамку. Файл чертежа имеет расширение *cdw*.

**Фрагмент** () – вспомогательный тип графического документа в **КОМПАС-3D**. Фрагмент отличается от чертежа отсутствием рамки, основной надписи и других объектов оформления конструкторского документа. Файл фрагмента имеет расширение *frw*.

**Спецификация** () – документ, содержащий информацию о составе сборки, представленную в виде таблицы. Файл спецификации имеет расширение *spw*.

**Текстовый документ** (  ) – текстовый документ, оформленный рамкой и основной надписью. Файл текстового документа имеет расширение kdw.

**Деталь** (  ) – модель изделия без применения сборочных операций. Файл детали имеет расширение m3d.

**Сборка** (  ) – модель изделия, состоящего из нескольких деталей с заданным взаимным положением. Файл сборки имеет расширение a3d.

## Настройка интерфейса системы

Структура экранной формы интерфейса КОМПАС-3D представлена на рис. 1.

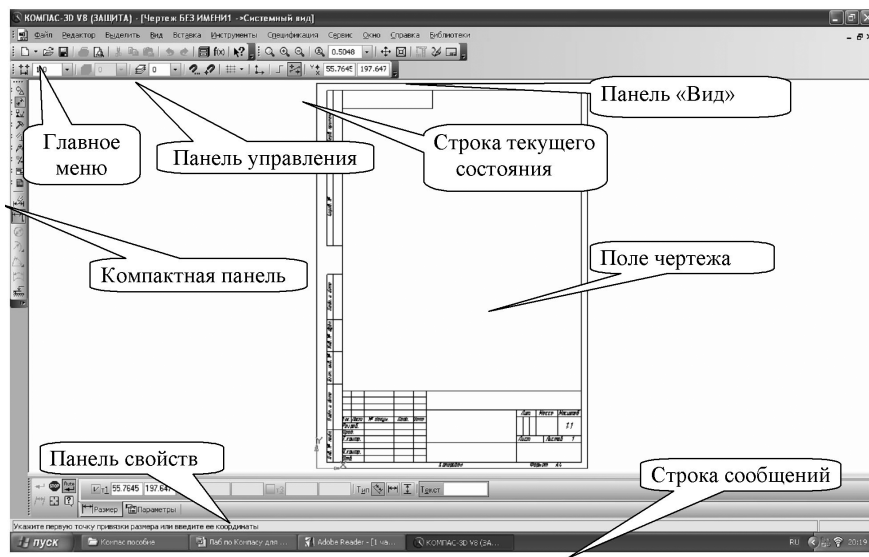


Рис.1. Экранная форма интерфейса системы КОМПАС

Инструментальные панели: **Выделить**, **Вид**, **Вставка**, **Инструменты**, **Сервис**, **Окно** и **Справка**. Каждая группа – это совокупность команд, выполняющих функционально близкие действия. Две нижние строки интерфейса занимают **Панель свойств** и **Строка сообщений**.

Состав панели свойств зависит от режима работы и настройки системы. Большинство команд в этой панели продублированы в **Главном меню**. Это сделано в целях сокращения времени выполнения команд. Ниже Главного меню находится блок **Инструментальных панелей**. Эти панели содержат кнопки вызова нужных команд. Инструментальные панели могут быть объединены в компактные панели, составом которых и размещением на экране пользователь может управлять, а также создавать собственные инструментальные панели.

В левой вертикальной части экранной формы интерфейса находится **Компактная панель**, которая служит для создания чертежно-конструкторской документации. Она состоит из восьми отдельных блоков, каждый из которых содержит в себе комплект команд, необходимых для геометрических построений чертежа, простановки размеров и обозначений, редактирования, параметризации, измерения, выделения, и ассоциативные виды.

**Панель свойств** служит для управления процессом выполнения команды, с ее помощью задаются все геометрические параметры. Панель свойств может находиться в «плавающем» или «закрепленном» состоянии. «Закрепление» панели возможно только к правой, левой или нижней границе окна создаваемого документа. Чтобы «закрепить» панель, «перетащите» ее за заголовок к нужной границе окна. Для возврата в «плавающее» состояние выполните обратное действие. Панель свойств содержит одну или несколько вкладок. Эти вкладки содержат элементы управления различного вида: поля ввода, раскрывающиеся списки, счетчики, опции и группы переключателей. Оформление Панели свойств при необходимости можно настроить.

Последнюю строчку окна интерфейса занимает **Строка сообщений**. В ней может отражаться следующая информация: запрос системы о вводимых данных в текущий момент, информация об участке экрана, к которому подведен курсор, информация о текущем действии системы. Строка сообщений позволяет адекватно реагировать на запросы и сообщения системы и избегать ошибок. Окно документа представляет собой рабочее поле чертежа.

В системе **КОМПАС** используется метрическая система мер. По умолчанию единица измерения длины – миллиметр. Однако при работе с графическими документами можно выбрать другую единицу измерения – сантиметр, дециметр или метр. Но в любом случае пользователь имеет дело только с реальными размерами геометрических объектов в масштабе 1 : 1, а их размещение на чертеже нужного формата выполняется путем выбора подходящего масштаба вида. При

работе в системе **КОМПАС** используется декартова система координат. Также применяется трехмерная система координат, которая отображается на экране в виде трех ортогональных стрелок. Плоскости изображаются на экране условно в виде прямоугольников, лежащих в этих плоскостях.

На каждом графическом документе система координат отображается в виде двух ортогональных стрелок, расположенных в левой нижней точке габаритной рамки чертежа. При использовании фрагмента (чертеж без рамок) система координат расположена в центре экрана.

**Главное меню**, которое по умолчанию располагается в верхней части окна, служит для вызова команд. При выборе закладки меню раскрывается перечень команд, содержащихся в этой закладке. Некоторые команды имеют собственные подменю. Главное меню содержит 9 закладок: **Файл, Редактор, Выделить, Вид, Вставка, Инструменты, Сервис, Окно, Справка**.

### Настройка параметров чертежа, 3D-модели и сборки

По умолчанию настройки системы выполнены в соответствии с действующими нормами ЕСКД. Рекомендуется устанавливать только параметры формата чертежа и поля 3D-моделей. Чтобы восстановить настройки по умолчанию (рис. 2) войдите в меню **Сервис >> Профили >> Профиль по умолчанию (default)**, затем нажмите кнопку **[Применить]**.

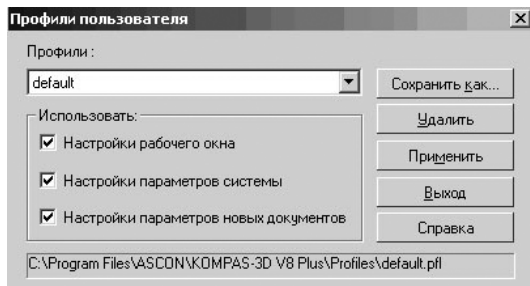


Рис. 2. Диалоговое окно настройки параметров по умолчанию

Прежде чем выбрать тип создаваемого документа (деталь, чертеж и т.д.) рекомендуется настроить интерфейс программы. Для этого выберите в меню **Сервис >> Параметры**. В появившемся окне (рис. 3) имеются закладки **Система** и **Новые документы**.

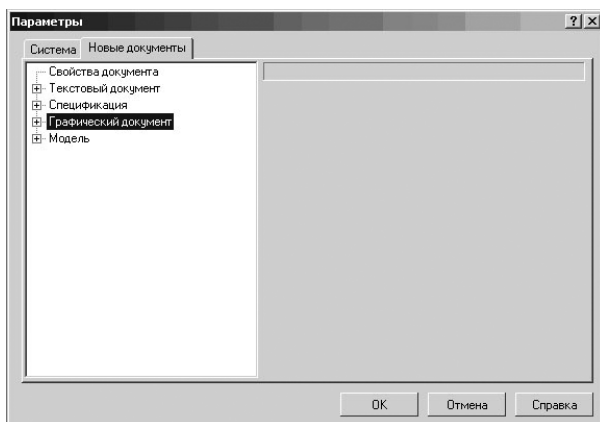


Рис. 3. Диалоговое окно настройки системы

В закладке **Новые документы** найдите **Графический документ** и раскройте его меню. С помощью появившегося меню можно настроить свойства отображаемых линий, размеров, текста на чертеже и т.д. В нижней части окна найдите **Параметры первого листа** >> **Формат** и установите горизонтальный формат А3 (рис. 4).

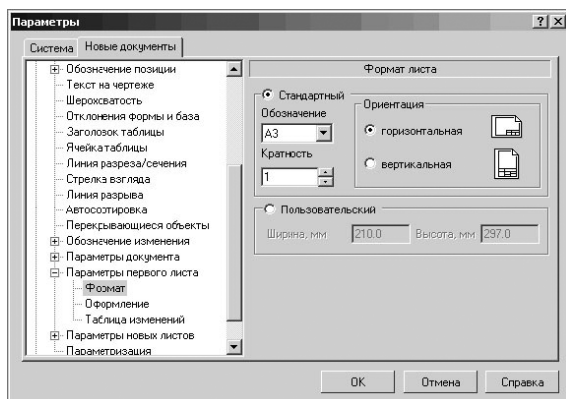


Рис. 4. Диалоговое окно настройки формата

### Предварительный просмотр и печать документа

В режиме предварительного просмотра документа невозможно его редактирование. После входа в режим предварительного просмотра для печати состав строки Главного меню изменится. На экране будет пред-

сталено условное поле вывода («листы бумаги»). На этом поле в реальном виде отображается та часть документа, которая была представлена в окне перед входом в режим предварительного просмотра (рис. 5).

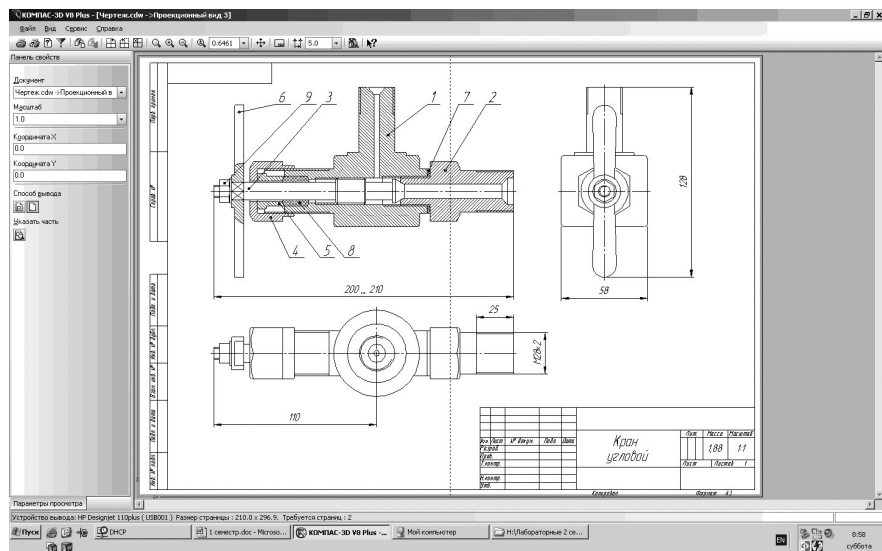


Рис. 5. Диалоговое окно предварительного просмотра

В левой части диалогового окна расположена **Панель свойств**. Панель свойств содержит элементы управления параметрами текущего документа. На этой панели отображается значение масштаба, с которым текущий документ будет выведен на печать. Имеется возможность изменить масштаб документа, набрав вручную нужное значение. Чтобы поле ввода стало доступным, подведите к нему курсор и щелкните левой кнопкой мыши (ЛКМ). Можно также выбрать значение шага из предлагаемого списка. Чтобы открыть список, щелкните ЛКМ по клавише со стрелкой рядом с полем ввода. С помощью полей Панели свойств можно изменять координаты положения документа. В этих полях отображаются значения координат X и Y базовой точки текущего документа (левой нижней точки его габаритной прямоугольной рамки). Здесь можно изменить значение координаты (переместить документ) набрав вручную нужное число.

Чтобы поле ввода стало доступным, подведите к нему курсор и щелкните ЛКМ. Переключатели группы **Способ вывода** позволяют выбрать режим печати документа. Чтобы вывести на печать доку-

мент целиком, активизируйте переключатель **Вывести текущий документ полностью**.

Чтобы вывести на печать область документа, ограниченную прямоугольной рамкой, активизируйте переключатель **Вывести часть текущего документа**. Переключатель **Указать часть** на Панели свойств позволяет указать, какую часть текущего документа требуется вывести. После активизации этого переключателя на экране появляется диалоговое окно, в котором можно задать размеры прямоугольной области документа (рамки), которая будет напечатана. Размер рамки настраивается вручную установкой величины отступа, указанной на полях левой части диалогового окна.

### **Используемые единицы измерения и системы координат**

В КОМПАС используется метрическая система мер.

При работе в КОМПАС используется декартова правая система координат.

Начало абсолютной системы координат всегда находится в левой нижней точке габаритной рамки формата и представлено специальным системным символом начала координат.

Расстояния между точками на плоскости в графических документах и между точками в пространстве вычисляются и отображаются в миллиметрах. При этом пользователь всегда работает с реальными размерами (в масштабе 1 : 1). При расчете массомоментных характеристик деталей пользователь может управлять представлением результатов, назначая нужные единицы измерений (килограммы или граммы – для массы; миллиметры, сантиметры, дециметры или метры – для длины).

Числовые параметры текстов (высота шрифта, шаг строк, значение табуляции и т.п.) задаются и отображаются в миллиметрах.

### **1.3. Работа с текстовыми файлами**

Создайте текстовый документ. Войдите в меню Сервис >> Параметры. В графе **Параметры листа** установите формат А3 горизонтальный. В графе **Оформление** выберите параметры рамки первого листа без основной надписи (рис. 6).

В Компактной панели можно выбирать возможные варианты вставки предварительного текста либо спецсимволов, в Панели свойств можно настроить высоту и тип шрифта. Образец титульного листа показан на рис. 7.



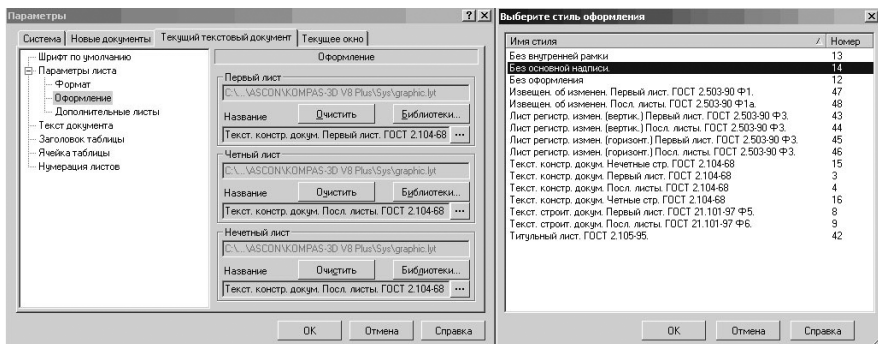


Рис. 6. Диалоговое окно настройки формата чертежа

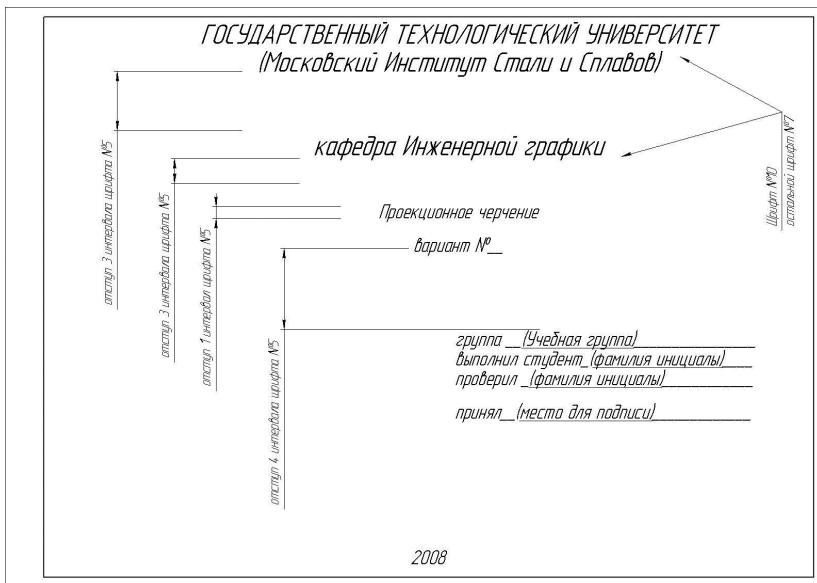


Рис. 7. Пример выполнения титульного листа

## 1.4. Работа в режиме 2D-проектирования

В Главном меню выберите Сервис >> Параметры >> Текущий чертеж. В появившемся окне можно настраивать текущий проект под требуемые условия. Для выбора необходимого формата откройте строку Параметры первого листа >> Формат. В окне справа можно установить формат от А0 до А5 и выбрать горизонтальное или вертикальное расположение листа (рис. 8).

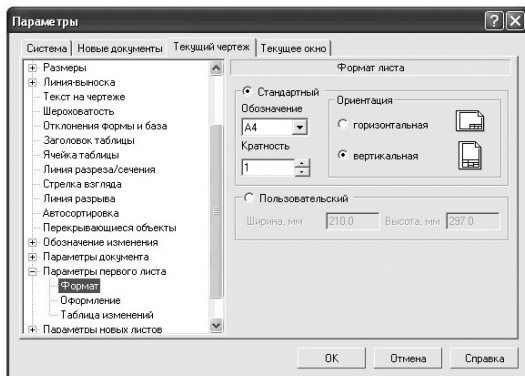


Рис. 8. Диалоговое окно выбора формата

В следующей строке **Оформление** можно задать тип листа и варианты основной надписи.

## 1.5. Пример создания чертежа детали


Рассмотрим пример создания чертежа детали, представленного на рис. 9.

Требуется создать поле для чертежа и выбрать формат А4. При этом надо учесть, что лист формата А4 по ГОСТ 2.301–68 можно размещать только вертикально.

### Вспомогательные построения

Начнем построение чертежа детали с задания локальной системы координат (ЛСК). В данном случае ЛСК удобно разместить в точке пересечения осей симметрии на виде сверху. Для этого необходимо обратиться к Главному меню: **Вставка >> Локальная СК** или пиктограмме



, расположенной в строке текущего состояния. Точку центра ЛСК выбираем таким образом, чтобы на чертеже оставалось место для последующего построения главного вида (вида спереди). ЛСК фиксируется на чертеже двумя нажатиями левой кнопки мыши. Первым нажатием «закрепляется» центр ЛСК, а вторым – направление осей в пространстве (их угол с осью  $X$  должен составлять ноль градусов). После построения необходимо прервать операцию одиноким нажатием левой кнопки мыши на кнопку  на Панели свойств.

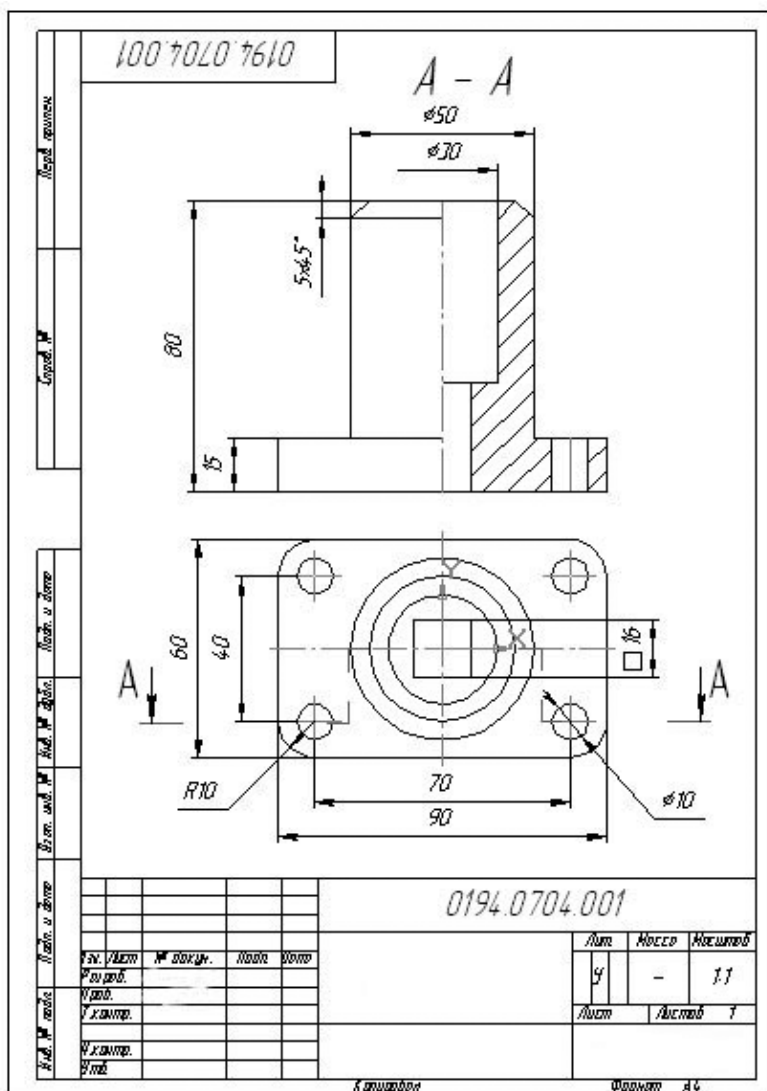


Рис. 9. Чертеж детали

В КОМПАС для облегчения построений существует команда Вспомогательная прямая. При помощи этой команды очень удобно создавать вспомогательную сетку, через узлы которой впоследствии строятся основные линии чертежа. Данные линии содержатся в

меню **Геометрия** Компактной панели, которая расположена в левой части диалогового окна (рис.10).

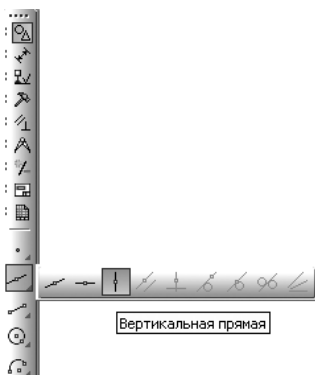


Рис. 10. Выбор вспомогательной «геометрии» на Компактной панели

Пиктограмма для построения вспомогательных линий содержит вложенное меню. Чтобы войти во вложенное меню, необходимо подвести курсор мыши к соответствующей пиктограмме, нажать ЛКМ и удерживать ее в нажатом состоянии, при этом на экране будет открыто вложенное меню, по которому можно перемещаться при помощи мыши. Последняя выбранная команда (вернее, ее пиктограмма) остается на Компактной панели, и к ней можно обращаться в дальнейшем без открывания вложенного меню.


Для того чтобы проводить только горизонтальные или вертикальные прямые, следует воспользоваться кнопкой **Ортогональное черчение** на Панели управления или клавишей **[F8]** на клавиатуре.

Построим следующие вспомогательные линии (рис. 11):

- вертикальную, проходящую через точку начала ЛСК;
- горизонтальную, проходящую через точку начала ЛСК;
- две линии, параллельные горизонтальной, на расстоянии 30 мм;
- две линии, параллельные вертикальной, на расстоянии 45 мм.

Для того чтобы построить только одну параллельную линию, необходимо или выбрать соответствующий режим




, или после выбора нужного способа построения линии нажать кнопку  на Панели свойств системы, или клавишу **[Esc]** на клавиатуре.



не «запоминает», какой именно это был вариант. Поэтому, когда потребуется выполнить к другой точке такую же привязку, ее придется вызвать снова. Это неудобно в том случае, если требуется выполнить несколько однотипных привязок подряд. Локальная привязка является более приоритетной, чем глобальная, то есть при вызове какой-либо команды локальной привязки она подавляет установленные глобальные на время своего действия (до ввода точки или отказа от ввода). Локальную привязку удобнее всего вызывать из контекстного меню.

### Построение видов детали

Основание детали представляет собой четырехугольную призму со скругленными ребрами (рис. 12). Для построения вида сверху основания детали будем использовать команду Прямоугольник (  ), которую можно вызвать из меню **Геометрия** Компактной панели или из Главного меню: **Инструменты >> Геометрия >> Прямоугольники**. В качестве точек построения используем точки пересечения вспомогательных прямых. Для привязки к данным точкам используется глобальная привязка-пересечение.

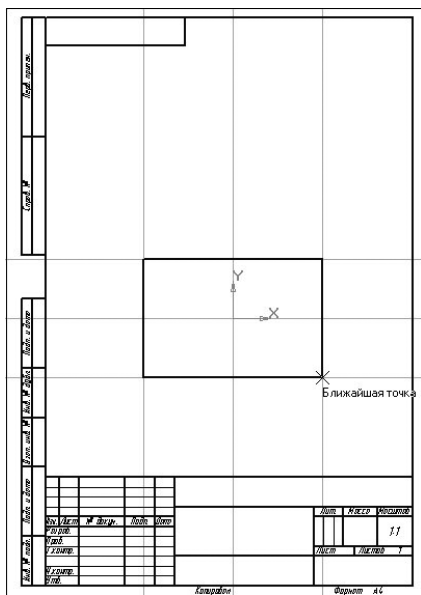



Рис. 12. Построение прямоугольника по вспомогательным линиям

Для скругления углов получившегося прямоугольника используем команду **Скругление** на углах объекта (  ), которую можно вызвать из меню **Геометрия** Компактной панели или из главного меню: **Инструменты >> Геометрия >> Скругления**. В Панели свойств системы задаем величину радиуса скругления, равную 10 мм, и режим исполнения «на всех углах контура» (рис. 13). После установки всех параметров выбираем в качестве объекта построенный прямоугольник.

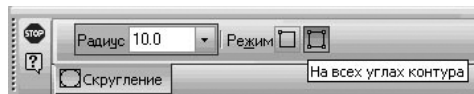


Рис. 13. Построение фаски на прямоугольнике

В центре на виде сверху расположены проекции цилиндра и выреза, состоящего из четырехугольной призмы (основание – квадрат) и цилиндра. Для построения окружностей (проекции оснований цилиндров) применяется команда **Окружность**, которую можно вызвать из меню **Геометрия** Компактной панели или из Главного меню: **Инструменты >> Геометрия >> Окружности**. При построении необходимо указать центр (точка начала ЛСК) и радиус, равный 15 мм для каждой из окружностей (изменение радиуса можно отслеживать в динамическом режиме на экране или задать в строке запроса команды в соответствующей графе).

Квадратное основание призмы (проекцию) построим с помощью команды **Многоугольник**, которую можно вызвать из меню **Геометрия** Компактной панели или из Главного меню: **Инструменты >> Геометрия >> Многоугольник**. В Панели свойств необходимо задать количество сторон (4), вариант построения (по вписанной окружности) и радиус вписанной окружности (размер стороны квадратного отверстия (см. рис. 9) делить на два, то есть радиус равен 8 мм (рис. 14)).

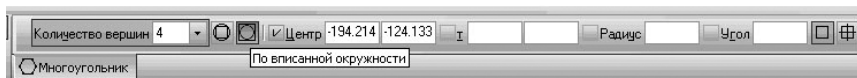


Рис. 14. Настройка параметров многоугольника

На виде сверху осталось построить проекции цилиндрических отверстий, выполненных в основании детали. Таких отверстий четыре

и они абсолютно одинаковые. Поэтому можно построить только одно отверстие, а остальные скопировать. Для того чтобы построить проекцию основания цилиндрического выреза (окружность), необходимо сначала найти точку центра этой окружности. Для этого построим две вспомогательные прямые: одну параллельно горизонтальной вспомогательной линии, проведенной через центр ЛСК на расстоянии 20 мм, и другую параллельно вертикальной вспомогательной линии, проведенной через центр ЛСК на расстоянии 35 мм. Построим окружность с центром в точке пересечения полученных прямых и радиусом, равным 5 мм.

Для создания копий полученных окружностей будем использовать команду Копия, которая содержится в Главном меню Редактор, вариант исполнения команды По сетке (рис. 15). Но сначала построим осевые линии окружности.

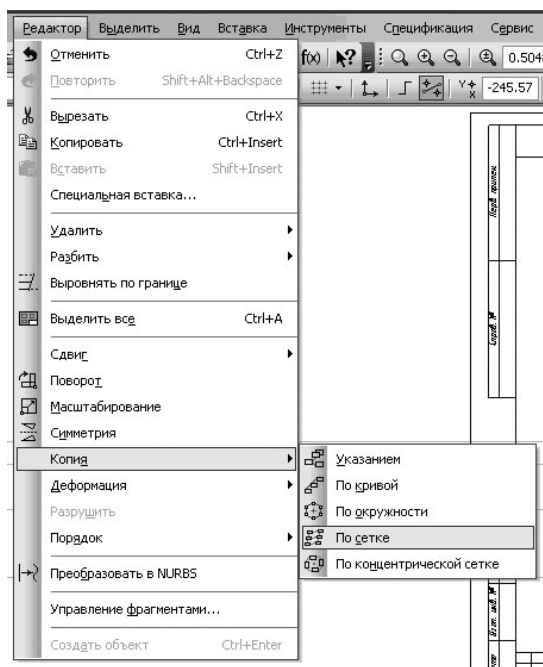



Рис. 15. Копирование геометрических элементов

Это можно было сделать во время выполнения команды построения окружности. Для этого надо было в строке запроса команды выбрать вариант построения «с осями». Можно это сделать и после по-



строения окружности. В этом случае надо выбрать окружность с помощью курсора мыши, затем нажать правую кнопку мыши (ПКМ) для вызова контекстного меню, в котором выбрать пункт **Редактировать**. Результатом обращения к этому пункту меню станет появление в нижней части экрана строки запроса команды **Окружность**, в которую необходимо внести соответствующие изменения и затем

нажать на кнопку **Создать объект** (  ). Теперь есть изображение окружности с осями. Чтобы создать копии этой окружности, необходимо выбрать с помощью курсора мыши окружность и оси. Для этого удобно использовать диалоговое окно: курсор мыши следует поместить на пустое место чертежа (курсор не должен попасть ни на один из нарисованных объектов), с помощью ЛКМ «растянуть» окно так, чтобы в него попали целиком окружность и оси, зафиксировать ЛКМ второй угол окна (рис. 16).

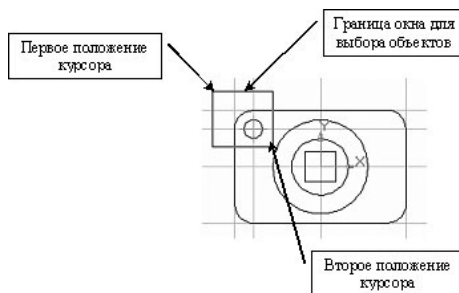


Рис 16. Построение скруглений

После выбора объектов обращаемся к команде **Копия по сетке**. Строка запроса данной команды состоит из нескольких закладок. Каждая закладка имеет свой заголовок. Для создания копий в рассматриваемом примере необходимо установить следующие параметры:


- закладка **Копия**: установить режим «*Оставлять исходные объекты*» (  );
- закладка **Параметры**: задать «*Шаг 1*» = 70 мм, «*Угол раствора*» = -90 (или 270), «*Шаг 2*» = 40 мм (рис. 17).



Рис. 17. Настройка параметров копирования

После установки необходимых параметров указываем на рабочем поле чертежа базовую точку (любая точка на чертеже), после этого на экране появляется динамическое изображение копий, с помощью мыши их необходимо разместить в нужное положение (совместить верхнюю левую окружность с уже построенной), зафиксировать его с помощью ЛКМ и затем нажать на кнопку **Создать объект** на Панели свойств. После этого нужно прервать операцию с помощью кнопки **Прервать команду** или клавиши **[Esc]** на клавиатуре.

Для завершения построения горизонтальной проекции (вида сверху) детали необходимо провести оси симметрии. Это можно сделать точно так же, как было сделано для маленькой окружности (отверстия), только в качестве объекта для редактирования выбирается прямоугольник.

Результат построения вида сверху выглядит так, как представлено на рис. 18. Вспомогательные прямые будут удалены только после создания главного вида (фронтальной проекции), потому что они еще будут использоваться в ходе построений.

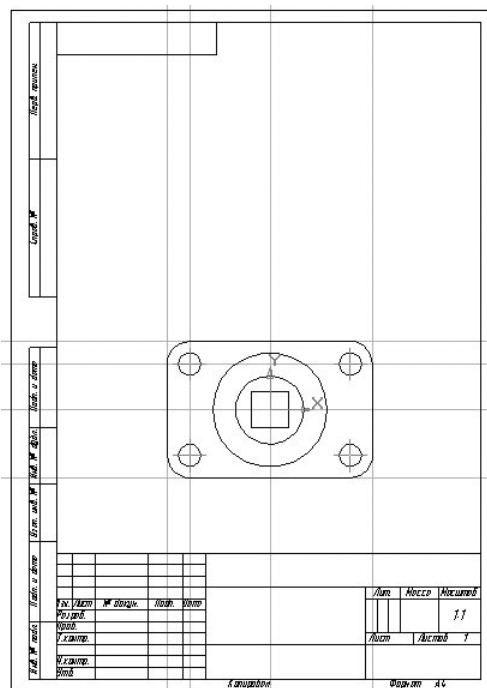


Рис. 18. Результат построения вида сверху

Главный вид детали должен располагаться в проекционной связи с уже построенным видом сверху. Чтобы соблюсти проекционную связь, необходимо провести линии связи. В программе КОМПАС линии связи проводятся с помощью вспомогательных прямых. В рассматриваемом примере главный вид детали (внешний контур) симметричен относительно вертикальной оси симметрии, поэтому для облегчения работы построим только половину внешнего контура главного вида, а потом построим зеркальное изображение полученного вида. В связи с этим необходимо провести линии связи только для левой (или правой) части изображения. Проводим вспомогательные линии через все опорные точки чертежа (рис. 19). Так же проводим горизонтальные вспомогательные линии, которые ограничивают деталь и ее элементы (высоту основания, глубину отверстия) по высоте.

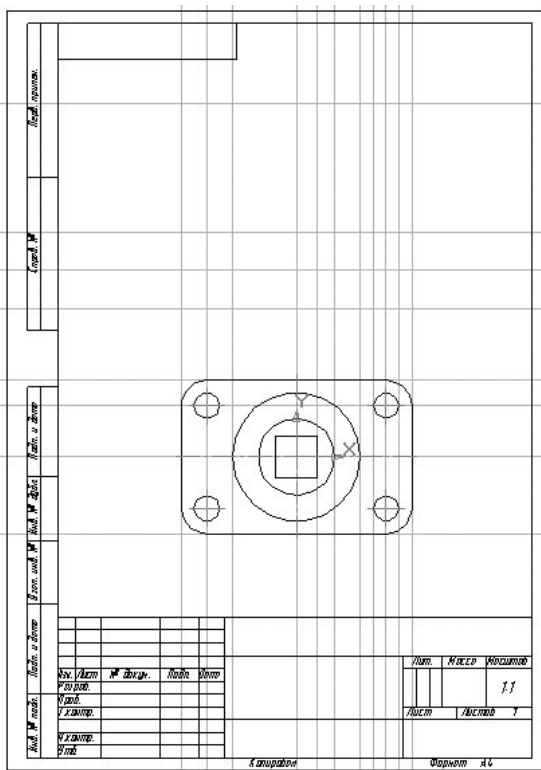


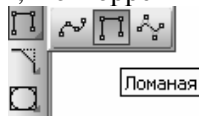
Рис. 19. Вспомогательные построения для главного вида

Следующим этапом построения главного вида является проведение осевой линии – оси симметрии. Данная линия строится с помощью команды **Отрезок**, которую можно вызвать из меню **Геометрия** Компактной панели или из Главного меню: **Инструменты >> Геометрия >> Отрезки**. Перед тем как указать точки начала и конца отрезка, в Панели свойств необходимо установить стиль линии «*Осевая*» (рис. 20).




Рис. 20. Выбор стиля линий

Теперь можно построить половину изображения внешнего контура главного вида. Предварительно следует изменить стиль линии на «*Основная*». Внешний контур главного вида состоит из отрезков, соединенных между собой конечными точками. Можно, конечно же, построить контур при помощи отдельных отрезков, но корректнее



будет использовать для этого команду **Ломаная**, которую можно вызвать из меню **Геометрия** Компактной панели или из Главного меню: **Инструменты >> Геометрия >> Ломаная**. После задания точек, через которые проходит ломаная, необходимо нажать на кнопку **Создать объект**. Результат представлен на рис. 21.

У большого цилиндра, стоящего на четырехугольном призматическом основании (см. рис. 9), снята фаска. Длина фаски составляет 5 мм, фаска снята под углом  $45^\circ$ . Для построения фаски будем использовать специальную команду **Фаска на углах объекта** (  ), кото-

рую можно вызвать из меню **Геометрия** Компактной панели или из Главного меню: **Инструменты >> Геометрия >> Фаски**. На Панели свойств необходимо установить следующие параметры: тип – «*Фаска по длине и углу*»; длина – 5 мм; угол – 45°; режим – «*На указанном угле*». После установки параметров необходимо выбрать на чертеже угол, на котором должна быть снята фаска (верхний левый угол, см. рис. 21).

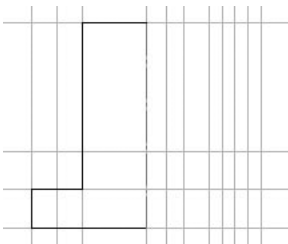


Рис. 21. Результат построения контура


Теперь можно создать зеркальную копию полученного контура. Для этого необходимо обратиться к команде **Симметрия**, которая содержится в Главном меню **Редактор**. Перед тем как обратиться к команде, необходимо выбрать объект (построенный контур). В рассматриваемом примере удобно выбирать объект, указав «прицелом» мыши на фаску. Если же в «прицел» попадает сразу несколько объектов, то с помощью клавиши **[Пробел]** на клавиатуре можно перебирать выделяемые объекты. После обращения к команде **Симметрия** необходимо задать ось симметрии, для этого указываем при помощи мыши точки, ограничивающие ось симметрии. После задания точек, через которые проходит ось симметрии, необходимо нажать на кнопку **Создать объект**.

Для завершения создания изображения главного вида детали необходимо построить оставшиеся линии на главном виде и проекцию фаски на виде сверху.


В завершение создания изображения двух видов детали необходимо удалить вспомогательные прямые. Для этого надо выбрать в Главном меню: **Редактор >> Удалить >> Вспомогательные кривые и точки >> В текущем виде**.

### Штриховка

Следующий этап оформления чертежа – нанесение штриховки. Штриховка различных деталей имеет разные параметры (угол накло-

на штрихов и/или расстояние между штрихами). Одна и та же деталь на разных видах должна иметь одинаковый внешний вид. Чтобы нанести штриховку, на Инструментальной панели выбираем Геометрия >> Штриховка () и указываем *Замкнутый контур*, который необходимо заштриховать. Выбор контура осуществляется указанием точки внутри контура. С помощью Панели свойств можно изменять тип и направление штриховки. Для рассматриваемого примера установим шаг – 5 мм и угол – 45°. После выбора контура необходимо нажать на кнопку **Создать объект**.

### Нанесение размеров

Размеры и осевые линии, так же как и контуры для разрезов, представляются на активном виде. Для простановки размеров выберем в меню **Размеры** () на Компактной панели:


















Инструментальная панель >> Размеры ().

Для включения отображения панели **Размеры** на экране служит команда Вид >> Панели инструментов >> Размеры либо кнопка **Размеры** на Компактной инструментальной панели.

Некоторые кнопки сгруппированы по типам команд, которые они вызывают, например группа кнопок для построения линейных размеров. На панели отображается только одна кнопка из группы. Чтобы увидеть остальные кнопки группы и выбрать одну из них, нужно нажать на видимую кнопку группы и не отпускать левую кнопку мыши. Через секунду рядом с курсором появится панель, содержащая остальные кнопки для вызова команд выбранного типа (расширенная панель команд). По-прежнему не отпуская левую кнопку мыши, переместим курсор на кнопку вызова нужной команды. Отпустим кнопку мыши. При этом выбранная кнопка появится на Инструментальной панели, а соответствующая ей команда будет активизирована. Кнопки, позволяющие вызвать расширенную панель команд, отмечены маленьким черным треугольником в правом нижнем углу.

**КОМПАС** предоставляет пользователю разнообразные возможности простановки размеров: несколько типов линейных, угловых, радиальных, а также диаметальный, размер высоты и размер дуги.

Кнопки вызова команд простановки размеров находятся на Инструментальной панели *Размеры*. В Панели свойств можно настраивать характеристики проставляемых размеров:


-  **Авторазамер**
-  **Линейный размер**
-  **Линейный размер от общей базы**
-  **Цепной линейный размер**
-  **Линейный размер с общей размерной линией**
-  **Линейный размер с обрывом**
-  **Линейный размер от отрезка до точки**
-  **Диаметральный размер**
-  **Радиальный размер**
-  **Радиальный размер с изломом**
-  **Угловой размер**
-  **Угловой размер от общей базы**
-  **Цепной угловой размер**
-  **Угловой размер с общей размерной линией**
-  **Угловой размер с обрывом**
-  **Размер дуги окружности**
-  **Размер высоты**

Проставим размеры в соответствии с заданием (см. рис. 9).


### **Настройка осевой линии**


Диалоговое окно настройки осевой линии появляется на экране после вызова команд настройки в графических документах, как новых, так и текущих. Например, Сервис >> Параметры >> Новые документы >> Графический документ >> Линии >> Осевая линия.

Это диалоговое окно позволяет настроить внешний вид осевых линий, создаваемых с помощью команд **Осевая линия по двум точкам**, **Автоосевая** и **Обозначение центра**.

**Осевая линия по двум точкам** (). Позволяет построить произвольно расположенную осевую линию, указав ее начальную и конечную точки. Для вызова этой команды нажмем кнопку **Осевая линия по двум точкам** на Инструментальной панели **Обозначения**.

Укажем первую и вторую точки осевой линии (например, точки ее пересечения с контуром детали). В документе будет создана осевая линия, выступающая за указанные точки.

**Автоосевая по двум точкам** (). Создать осевую линию возможно, указав курсором две произвольные точки на чертеже (в этом случае линия будет строиться таким же образом, как и при вызове команды **Осевая линия по двум точкам**). Для указания точек рекомендуется использовать привязки. При построении автоосевой по двум точкам состояние переключателей группы **Способ** не имеет значения.

**Автоосевая, обозначение центра** (). В качестве объекта для построения автоосевой можно выделить: окружность, эллипс, дугу окружности или эллипса. В этом случае будет автоматически создано обозначение центра для объекта, образованное двумя перпендикулярными осевыми линиями. При построении обозначения центра состояние переключателей группы **Способ** не имеет значения.

**Замечание 1.** В данном случае невозможно изменить тип обозначения, в отличие от использования команды **Обозначение центра**.

**Замечание 2.** Правильные многоугольники при построении автоосевой рассматриваются как совокупности отрезков. Поэтому многоугольник невозможно выбрать в качестве объекта для построения обозначения центра.

Для заполнения основной надписи вызовем команду **Вставка >> Основная надпись** или активируем заполнение основной надписи двойным щелчком ЛКМ.

**Замечание 3.** Редактирование некоторых ячеек (например, *Разработал*, *Проверил*, *Подпись*, *Дата* и др.) невозможно. Их содержимое задано при создании таблиц, входящих в состав оформления.

При заполнении основной надписи доступны все возможности текстового редактора **КОМПАС-3D**. В некоторых ячейках, например *Литера* или *Масштаб*, доступны также пользовательские меню. Имеется возможность автоматической вставки кода и наименования



из специального диалогового окна. Завершив заполнение таблицы основной надписи, вызовем из контекстного меню команду **Создать объект** или нажмем комбинацию клавиш [**Ctrl**] + [**Enter**].

### **Заполнение основной надписи**

Щелкнем в рамке основной надписи ЛКМ два раза. Подведем курсор к интересующей ячейке и в печатаем надпись. Размер шрифта выбираем не более № 7.

В панели ***Свойства*** можно редактировать надпись или вставлять символы.

Заполним идентификатор чертежа: **019** – индекс кафедры Инженерной графики МИСиС, **4** – код работы, **07** – год поступления в институт, **04** – номер работы, **001** – вариант работы.

Укажем название работы, ФИО разработчика и преподавателя группы. Нажмем в панели свойств **Создать объект**.

По умолчанию в графическом редакторе **КОМПАС-3D** используется чертежный шрифт согласно ГОСТ 2.304–81.

## 2. ТРЕХМЕРНОЕ (3D) МОДЕЛИРОВАНИЕ

Общепринятым порядком моделирования твердого тела является последовательное выполнение Булевых операций (объединения, вычитания и пересечения) над объемными элементами (сферами, призмами, цилиндрами, конусами, пирамидами и т.д.). Пример выполнения таких операций показан на рис. 22.

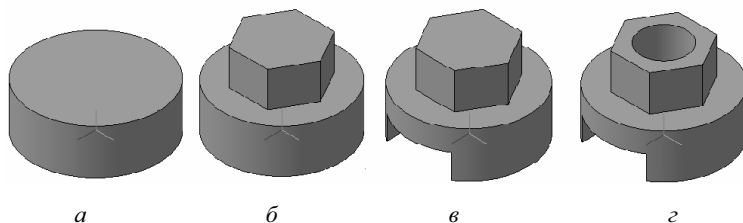


Рис. 22. Операции с 3D-моделями (Булевы операции над объемными элементами): *а* – цилиндр; *б* – объединение цилиндра и призмы; *в* – вычитание призмы; *z* – вычитание цилиндра

### 2.1. Основные принципы работы в режиме «Деталь»

Для построения 3D-моделей в КОМПАС используется тип документа **Деталь**. В каждом файле модели (в том числе в новом, только что созданном) существует система координат и определяемые ею проекционные плоскости. Название этих объектов отображается вверху Древа построения (рис. 23).

Изображение системы координат модели размещается посередине окна в виде трех ортогональных отрезков красного, синего и зеленого цветов. Общее начало отрезков – это начало координат модели, точка с координатами (0; 0; 0).

Чтобы увидеть изображение проекционных плоскостей, нужно выделить их в Древе построения (плоскость XY, плоскость ZX, плоскость ZY).

Плоскости показываются на экране условно – в виде прямоугольников, лежащих в этих плоскостях. По умолчанию прямоугольники расположены так, что их центры совмещены с началом координат – такое отображение позволяет пользователю увидеть размещение плоскостей в пространстве. Иногда для понимания расположения плоскости требуется, чтобы символизирующий ее прямоугольник был больше (меньше) или находился в другом месте плоскости. Можно изменить размер и положение этого прямоугольника перетаскивая мышью его характерные точки (они появляются, когда плоскость выделена).

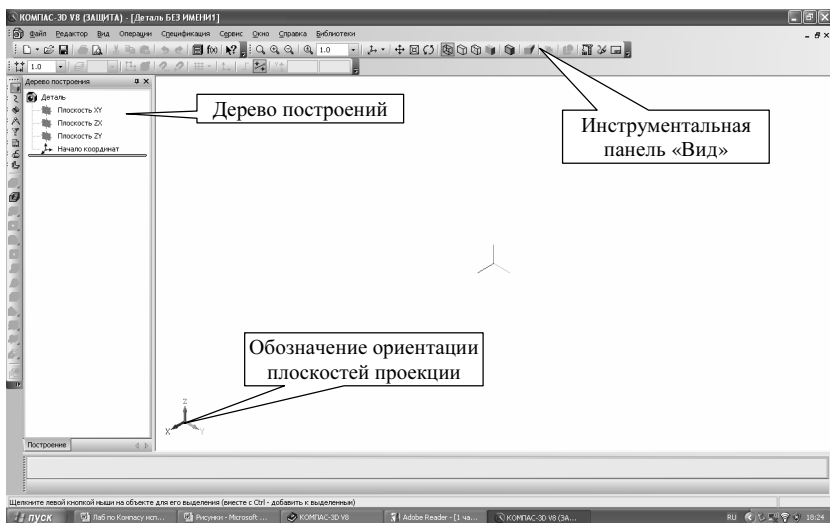


Рис. 23. Экранная форма интерфейса трехмерного моделирования

Плоскости проекций и систему координат невозможно удалить из файла модели. Их можно переименовать, а также отключить их показ в окне построения модели.


В левом нижнем углу окна построения модели отображается еще один символ системы координат. Он состоит из трех объемных стрелок красного, зеленого и синего цветов, показывающих положительные направления осей  $OX$ ;  $OY$ ;  $OZ$  соответственно. При повороте модели он поворачивается – так же как и значок, расположенный в начале координат, но, в отличие от последнего, не сдвигается при перемещении модели и не может быть отключен.

Любой объемный элемент в **КОМПАС** строится на основе *эскиза*. Эскиз может располагаться в одной из ортогональных плоскостей координат, на плоской грани существующего тела или во вспомогательной плоскости, положение которой задано пользователем.

Эскиз изображается на плоскости стандартными средствами чертежно-графического редактора **КОМПАС**. При этом доступны все команды построения и редактирования изображения, команды параметризации и сервисные возможности. Исключением является невозможность ввода некоторых технологических обозначений, объектов оформления и таблиц. Эскиз может содержать текст. По выходе из эскиза все тексты в нем преобразуются в один или несколько кон-

туров, состоящих из кривых NURBS. В эскиз можно перенести изображение из ранее подготовленного в КОМПАС чертежа или фрагмента. Это позволяет при создании трехмерной модели опираться на существующую чертежно-конструкторскую документацию.

Перед созданием эскиза выберите в Дереве построения детали плоскость, на которой он будет расположен. Для этого щелкните ЛКМ на ее названии. Пиктограмма плоскости в Дереве построения будет выделена зеленым цветом, а в окне построения детали будет подсвечено условное обозначение плоскости (квадрат с характерными точками).

Чтобы создать эскиз в выделенной плоскости, вызовите из Контекстного меню команду **Эскиз** или нажмите кнопку **Эскиз** () на Панели текущего состояния.

Кнопка **Эскиз** останется нажатой. Это свидетельствует о том, что система находится в режиме редактирования эскиза.

После перехода в режим редактирования эскиза изменяется набор кнопок Компактной панели и состав Главного меню.

По умолчанию в создаваемом эскизе включен параметрический режим. Чтобы настроить параметрический режим в текущем эскизе, вызовите команду **Сервис >> Параметры... >> Текущий эскиз >> Параметризация**. В правой части появившегося диалогового окна произведите необходимые настройки.

Для настройки параметрического режима эскизов во всех вновь создаваемых деталях пользуйтесь командой **Сервис >> Параметры... >> Новые документы >> Модель >> Эскиз >> Параметризация**.

Как правило, эскиз представляет собой сечение объемного элемента. Реже эскиз является траекторией перемещения другого эскиза – сечения. Для создания объемного элемента подходит не любое изображение в эскизе, оно должно подчиняться некоторым правилам.

Общие требования к эскизам:

- контуры в эскизе не пересекаются и не имеют общих точек;
- контур в эскизе изображается стилем линии «Основная».

Когда создание эскиза закончено, необходимо перейти в режим трехмерных построений. Выйдите из последней использовавшейся в режиме эскиза команды. Для этого нажмите кнопку **Прервать команду** на Панели специального управления или клавишу [Esc]. Затем вызовите из контекстного меню команду **Эскиз** или «отожмите»

кнопку **Эскиз** на Панели текущего состояния. Система вернется в режим трехмерных построений.

Эскиз, построение которого только что закончено, будет подсвечен в окне построения детали и выделен в Дереве построения.

После этого необходимо указать, каким способом требуется перемещать эскиз в пространстве для получения основания нужного типа, т.е. выбрать вид формообразующей операции.

При построении 3D-модели необходимо уметь управлять «ориентацией» модели в пространстве. Для изменения ориентации модели в КОМПАС можно воспользоваться командой **Сервис >> Повернуть**.

Для быстрого перехода к вращению модели вокруг центра габаритного параллелепипеда (без вызова специальной команды) можно воспользоваться комбинациями клавиш **[Ctrl] + [Shift] + [стрелки]**.

При использовании комбинаций **[Ctrl] + [Shift] + [стрелка вверх]** и **[Ctrl] + [Shift] + [стрелка вниз]** модель вращается в вертикальной плоскости, перпендикулярной плоскости экрана.

При использовании комбинаций **[Ctrl] + [Shift] + [стрелка вправо]** и **[Ctrl] + [Shift] + [стрелка влево]** модель вращается в горизонтальной плоскости.

Если требуется вращать модель в плоскости экрана, используйте клавиатурные комбинации **[Alt] + [стрелка вправо]** и **[Alt] + [стрелка влево]**.

Угол поворота модели при однократном использовании указанной клавиатурной комбинации называется шагом угла поворота детали. Чтобы настроить его величину, вызовите команду **Сервис >> Параметры >> Система >> Редактор моделей >> Параметры управления изображением**. Введите в поле *«Шаг угла поворота детали»* нужное значение шага или выберите его из списка. Выйдите из диалогового окна нажав кнопку **[ОК]**. После этого поворот модели при помощи клавиатурных комбинаций будет производиться с указанным шагом.

Иногда требуется повернуть модель ровно на 90 градусов. Для выполнения такого поворота в вертикальной плоскости, перпендикулярной плоскости экрана, служат клавиатурные комбинации **[Пробел] + [стрелка вверх]** и **[Пробел] + [стрелка вниз]**, в горизонтальной плоскости – комбинации **[Пробел] + [стрелка вправо]** и **[Пробел] + [стрелка влево]**, а в плоскости экрана – комбинации **[Alt] + [стрелка вверх]** и **[Alt] + [стрелка вниз]**.

Также можно воспользоваться кнопкой **Ориентация**, которая расположена на панели **Вид** (рис. 24). Нажатием на стрелку рядом с

этой кнопкой вызывается меню с перечнем стандартных названий ориентаций: «Сверху», «Снизу», «Слева», «Справа», «Спереди», «Сзади», «Изометрия XYZ», «Изометрия YZX», «Изометрия ZXY», «Диметрия» (каждое из них соответствует направлению взгляда наблюдателя на модель). Выберите из этого меню команду, соответствующую нужной ориентации. Модель повернется так, чтобы направление взгляда соответствовало указанному.

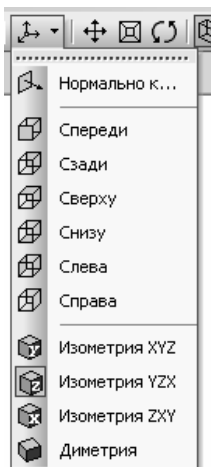


Рис. 24. Установка видов в модели

Иногда требуется, чтобы параллельной плоскости экрана оказалась не проекционная плоскость, а вспомогательная плоскость или плоская грань детали. Чтобы установить такую ориентацию, выделите нужный плоский объект и вызовите из контекстного меню **Ориентация** команду **Нормально к...** Модель повернется так, чтобы направление взгляда было перпендикулярно выбранному объекту.

Часто требуется такая ориентация, при которой одна из плоскостей проекций параллельна плоскости экрана (в этом случае изображение модели соответствует ее изображению на чертеже в стандартной проекции, например на виде сверху или слева). Такую ориентацию трудно получить, поворачивая модель с помощью мыши. В этом случае для изменения ориентации можно пользоваться предусмотренным системой КОМПАС списком названий ориентаций.

Можно не только использовать стандартные названия ориентаций, но и запоминать текущую ориентацию под каким-либо именем, а

затем возвращаться к ней в любой момент, выбрав это имя из списка. Впоследствии, когда ориентация модели изменится, можно выбрать созданную ориентацию из меню **Ориентация**, и модель повернется так, чтобы ее ориентация соответствовала указанному названию.

В диалоговом окне выбора ориентации, появляющемся на экране при нажатии на кнопку **Ориентация**, можно не только создать новую ориентацию, но и выбрать существующую, а также удалить из списка созданное пользователем название ориентации.

При работе в **КОМПАС** доступны следующие типы отображения модели:

- каркас;
- без невидимых линий;
- с тонкими невидимыми линиями;
- полутоновое;
- полутоновое с каркасом;
- перспектива.

Чтобы выбрать тип отображения, вызовите команду Вид >> Отображение и укажите нужный вариант. Можно также воспользоваться



кнопками на панели **Вид**:

Какой бы тип отображения не был выбран, он не оказывает влияния на свойства модели. Например, при выборе каркасного отображения модель остается сплошной и твердотельной (а не превращается в набор «проволочных» ребер), просто ее поверхность и материал не показываются на экране.

## 2.2. Построение 3D-моделей простых тел

В **КОМПАС-3D** для задания формы объемных элементов выполняется такое перемещение плоской фигуры в пространстве, след от которого определяет форму элемента (например, поворот дуги окружности вокруг оси образует сферу или тор, смещение многоугольника – призму и т.д.).

Плоская фигура, на основе которой образуется элемент, называется *эскизом*, а формообразующее перемещение эскиза – *операцией*.

Построение тела начинается с создания формообразующего элемента одного из следующих типов:

- элемент выдавливания;
- элемент вращения;
- кинематический элемент;
- элемент по сечениям.

В начале создания модели всегда встает вопрос о том, в каком порядке проводить построение и с какого элемента начинать. Для ответа на него нужно хотя бы приблизительно представлять конструкцию будущей детали. Для построения базовой поверхности используются следующие операции.

### Операция выдавливания


Построение *призмы, усеченной пирамиды, а также цилиндра* в КОМПАС осуществляется при помощи команды **Выдавливание** (рис. 25). Выдавливание эскиза осуществляется в направлении, перпендикулярном плоскости эскиза.

Требования к эскизу элемента выдавливания:


- в эскизе может быть один или несколько контуров;
- если контур один, то он может быть разомкнутым или замкнутым;
- если контуров несколько, все они должны быть замкнуты;
- если контуров несколько, один из них должен быть наружным, а другие – вложенными в него;
- допускается один уровень вложенности контуров.

Рассмотрим подробнее операцию выдавливания на примере призмы, пирамиды и цилиндра:

- запустите программу КОМПАС, в окне выбора типа создаваемого документа выберите **деталь**;
- в панели управления выберите *Ориентация >> Изометрия YXZ* – это наиболее привычное расположение осей в изометрии;
- в окне «Дерево построения» отображается ход выполнения всех операций, в нем также можно редактировать конкретный шаг операции;
- в «Дереве построения» выберите «Плоскость XY», а затем в

контекстном меню выберите **Эскиз** (

– на рабочем поле чертежа появится плоскость XY, в центре которой будет показана ориентация осей;

– от точки начала координат начертите необходимый многоугольник для создания призмы и усеченной пирамиды и окружность для создания цилиндра, используя панель **Геометрия** () на Компактной панели инструментов;

– нажмите ПКМ на пустом месте экрана и снова выберите **Эскиз**; Вы снова вернетесь к ориентации осей «Изометрия YXZ», выбранной ранее, но уже с начерченным эскизом в плоскости XY;

– в Дереве построения выберите **Эскиз**, затем в Главном меню выберите **Операции >> Операция >> Выдавливание** (



– в Панели свойств можно задать толщину стенки или ее отсутствие, направление выдавливания, сужение или расширение относительно центра фигуры и высоту (расстояние выдавливания) (см. рис. 25);

– в Панели свойств также можно изменять цвет детали или отдельных ее стенок, прозрачность, видимость линий.

Для того чтобы построить *усеченную пирамиду*, необходимо указать в Панели свойств сужение и задать угол сужения (не равный нулю).

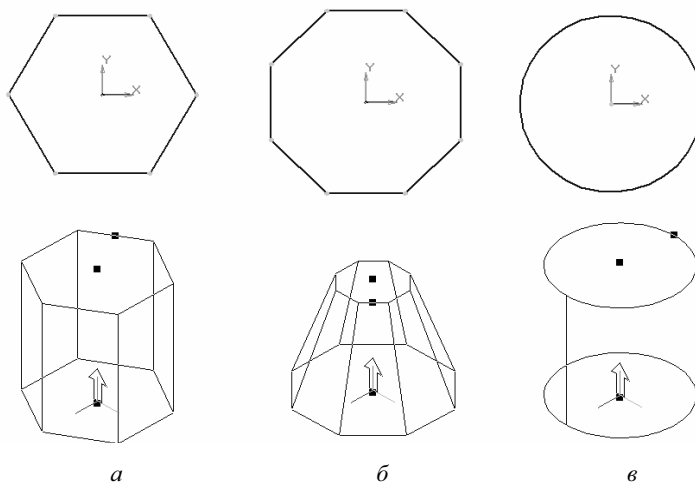
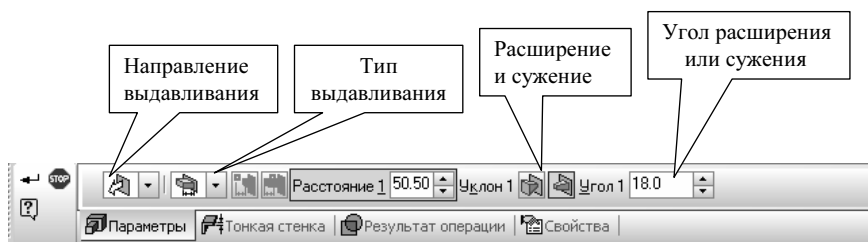


Рис. 25. Примеры операций с моделями: а – построение призмы; б – построение усеченной пирамиды; в – построение цилиндра

### Операция вращения

Цилиндрическая и коническая поверхности – поверхности вращения, однако их можно задавать операциями двух типов:

- операцией выдавливания аналогично созданию призмы, только в качестве объекта для выдавливания будет использоваться окружность;
- операцией вращения.

Рассмотрим более подробно операцию вращения. Как и для любой другой 3D-операции, сначала необходимо создать эскиз. Требования, предъявляемые к эскизу элемента вращения, следующие:

- ось вращения должна быть изображена в эскизе отрезком со стилем линии «Осевая»;
- ось вращения должна быть одна;
- в эскизе может быть один или несколько контуров;
- если контур один, то он может быть разомкнутым или замкнутым;
- если контуров несколько, все они должны быть замкнуты;
- если контуров несколько, один из них должен быть наружным, а другие – вложенными в него;
- допускается один уровень вложенности контуров;
- ни один из контуров не должен пересекать ось вращения (отрезок со стилем линии «Осевая») или ее продолжение.

Рассмотрим пример построения *цилиндра, конуса, шара и тора* с помощью операции вращения. Аналогично созданию призмы войдем в окно построения детали и выберем создание эскиза в плоскости ХУ (рис. 26).

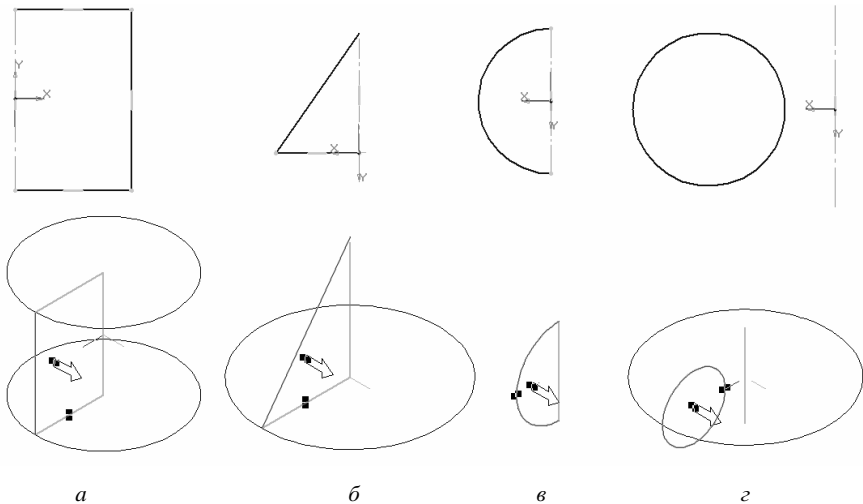


Рис. 26. Создание модели поверхности вращения:  
*a* – построение цилиндра; *б* – построение конуса;  
*в* – построение сферы; *г* – построение тора

Элементом вращения в эскизе для создания цилиндра является прямоугольник, одна из сторон которого имеет стиль линий «Осевая» и является осью вращения. При создании конуса элементом вращения в эскизе является прямоугольный треугольник, один из катетов которого выделен стилем линий «Осевая». А в случае усеченного конуса – четырехугольник. Для сферы – дуга, концы которой соединены отрезком, стиль линий которого – «Осевая». Для тора эскиз представляет собой окружность и отрезок, отмеченный осевым стилем и отстоящий от сферы на необходимое для построения тора расстояние.

Далее выполним следующие действия:

- выйдем из окна создания эскиза;
- войдем в меню **Операции >> Операция >> Вращение.**

В Панели свойств зададим:

- *способ построения*: тороид или сфероид;
- *направление*: прямое, обратное, в два направления, средняя плоскость;
- *угол вращения*: от 0 до 360°;
- наличие *тонкой стенки* и ее *толщину* (рис. 27).

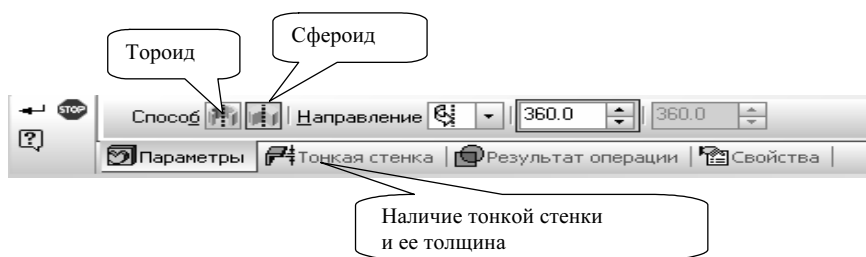


Рис. 27. Настройка свойств операции вращения

### Кинематическая операция

Кинематическая операция – перемещение эскиза вдоль указанной направляющей. Операции выдавливания и вращения являются частными случаями кинематической операции. Очевидно, что при выдавливании траектория перемещения эскиза-сечения представляет собой отрезок прямой линии, а при вращении – дугу окружности (или полную окружность).

При выполнении кинематической операции используются как минимум два эскиза; на одном из них изображено сечение кинематического элемента (кинематической поверхности), на остальных – траектория движения сечения.

Для создания кинематической операции необходимо выполнить следующие условия.

#### *Эскиз-сечение*

В эскизе-сечении может быть только один контур.

Контур может быть разомкнутым или замкнутым.

#### *Эскиз-траектория*

Если траектория состоит из одного эскиза, должны выполняться следующие условия:

- в эскизе-траектории может быть только один контур;
- контур может быть разомкнутым или замкнутым;
- если контур разомкнут, его начало должно лежать в плоскости эскиза-сечения;
- если контур замкнут, он должен пересекать плоскость эскиза-сечения.

Если траектория состоит из нескольких эскизов, должны выполняться следующие условия:

- в каждом эскизе-траектории может быть только один контур;
- контур должен быть разомкнутым;
- контуры в эскизах должны соединяться друг с другом последовательно (начальная точка одного совпадает с конечной точкой другого).

Если эскизы образуют замкнутую траекторию, то она должна пересекать плоскость эскиза-сечения.

Если эскизы образуют незамкнутую траекторию, то ее начало должно лежать в плоскости эскиза-сечения.

Сначала нужно построить эскиз-траекторию. Для этого выберем в Дереве построений плоскость  $XU$  и в Главном меню выполним Операции >> Пространственные кривые >> Цилиндрическая спираль.

В Панели свойств можно указать способ построения, число витков, шаг или высоту пружины, направление построения и направление навивки, диаметр спирали (рис. 28).

Эскиз-сечение строится в другой плоскости. В Дереве построений выберем плоскость  $ZX$ , перейдем в **Эскиз** и создадим на конце спирали окружность (рис. 29).

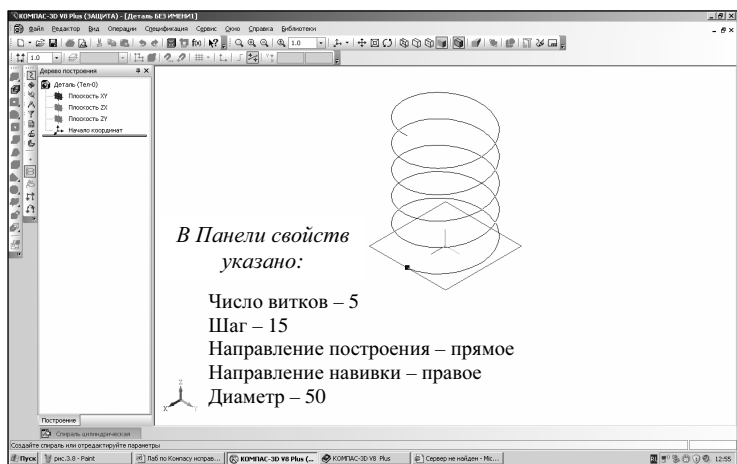


Рис. 28. Построение эскиза

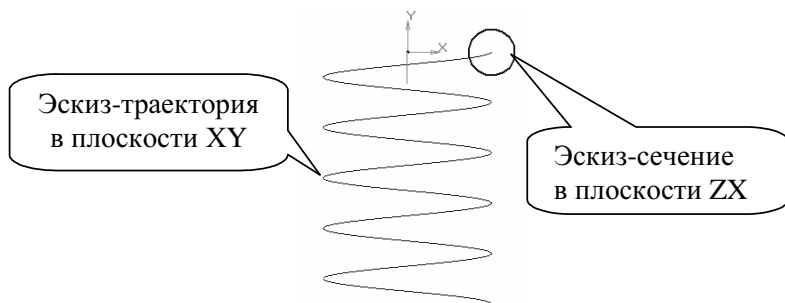


Рис. 29. Эскиз для создания винтовой поверхности

Выйдем из режима **Эскиз** и выберем **Операции >> Операция >> Кинематическая**. В Дереве построений выберем «**Цилиндрическую спираль**» и нажмем на кнопку **Создать объект**. На рис. 30 представлено итоговое изображение пружины.

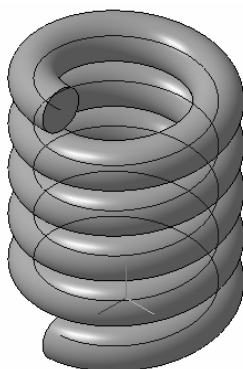


Рис. 30. Результат выполнения кинематической операции

### Операция по сечениям

Построение тела по нескольким сечениям-эскизам показано на рис. 31.

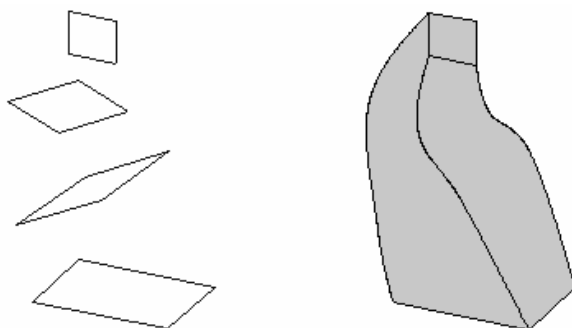


Рис. 31. Пример выполнения операции по сечениям

Для выполнения операции по сечениям необходимо выполнить следующие условия.

*Эскиз-сечение:*

- эскизы могут быть расположены в произвольно ориентированных плоскостях;
- эскиз начального (конечного) сечения может содержать контур или точку;
- эскиз промежуточного сечения может содержать только контур;
- контур в эскизе может быть только один;
- контуры в эскизах должны быть или все замкнуты, или все разомкнуты.

*Эскиз – осевая линия:*

- в эскизе может быть только один контур;
- контур может быть разомкнутым или замкнутым;
- контур должен пересекать плоскости всех эскизов;
- эскиз должен лежать в плоскости, не параллельной плоскостям эскизов сечений.

Для корректного формирования элемента по сечениям рекомендуется начинать построение осевой линии в плоскости первого сечения, а заканчивать – в плоскости последнего.

### 2.3. Сечение тела плоскостью частного положения

Рассмотрим способ построения сечения тела плоскостью частного положения на примере (рис. 32).

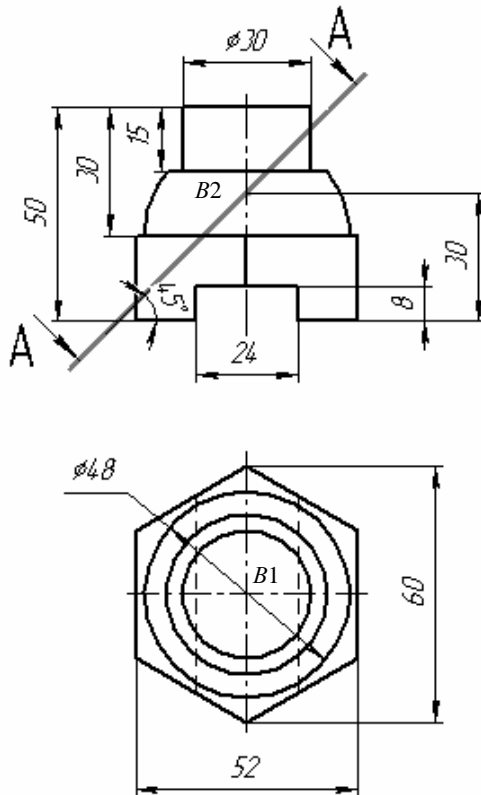


Рис. 32. Исходные данные для построения

### Задание

1. По двум проекциям заданного тела создать 3D-модель. Построить сечение тела плоскостью А–А.
2. На 3D-модели тела выбрать главный вид.
3. В формате А3 построить главный вид, вид слева и вид сверху. Получить натуральную величину сечения А–А.

Перед началом работы необходимо проанализировать представленную модель. После анализа получаем следующие сведения, которые необходимы для построения 3D-модели:


- в основании модели расположена шестигранная прямая призма;
- на верхнем основании призмы расположена усеченная полусфера;
- на усеченной части полусферы находится прямой цилиндр;
- в призматическом основании выполнен призматический четырехугольный вырез, ось симметрии которого расположена перпендикулярно оси симметрии всей модели.

На основании этих данных будем осуществлять построение 3D-модели.

### Построение 3D-модели

Построение начинаем с шестигранной призмы, так как она лежит в основании всей детали. Для этого произведем следующие действия.

1. Запустим программу **КОМПАС**, в окне выбора типа чертежа выберем «Деталь».

2. В Панели управления выберем  Ориентация >> Изометрия YZX – это наиболее привычное расположение осей в изометрии.

3. Перейдем в режим построения эскиза.

4. От точки с координатами (0; 0) начертим шестиугольник, вид которого показан на рис. 33, с помощью Инструментальной панели: Прямоугольник >> Многоугольник (в Панели свойств зададим значение – 6 вершин, радиус описанной окружности – 30 мм).

5. Вернемся в режим 3D-моделирования.

6. Выберем в строке меню **Операции >> Операция >> Выдавливание**. В панели свойств зададим следующие параметры призмы: «выдавить в прямом направлении», «на расстояние 20 мм», «угол уклона равен нулю».

7. В панели **Вид** выберем тип изображения: «полутонное, полутонное с каркасом».

8. Создадим объект () (рис. 34).



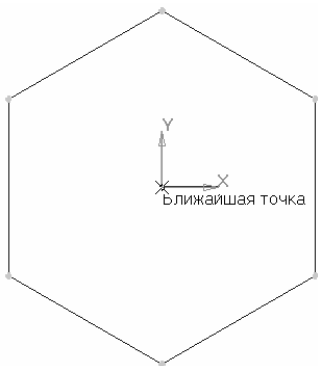


Рис. 33. Построение основания призмы

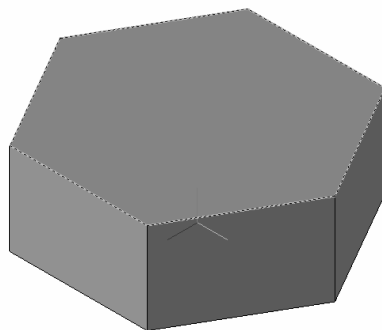


Рис. 34. Построенная призма

Следующим этапом создания модели является построение усеченной полусферы на верхнем основании 6-гранной призмы. Для этого выполним следующие действия.

1. Курсором выделим верхнее основание 6-гранной призмы (см. рис. 33).

2. Нажмем кнопку **Эскиз**. Изображение развернется к плоскости экрана выделенной гранью, в центре которой находится пересечение осей  $X$  и  $Y$ .

3. Построим эскиз для создания полусферы (рис. 35): зададим «Дугу» радиусом 24 мм от центра координат и соединим концы дуги «Отрезком», проходящим через центр системы координат, с заданным стилем линии «Осевая».

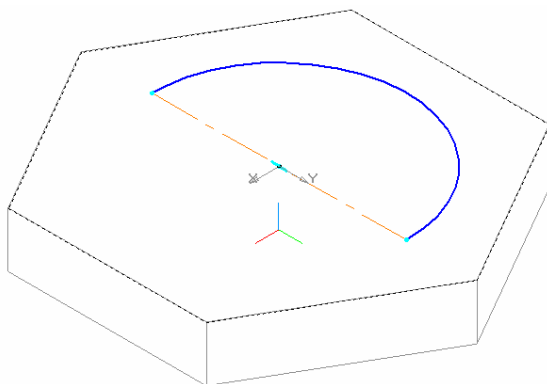


Рис. 35. Эскиз для построения сферы

4. Вернемся в режим 3D-моделирования нажав кнопку **Эскиз**.
  5. Выберем **Операции >> Операция >> Вращение**, а в Панели свойств установим следующие параметры:
    - «*Способ*» – сфероид,
    - «*Направление*» – прямое;
    - «*Угол*» – 180 градусов;
    - В закладке **Тонкая стенка** – выберем «*Нет*».
  6. Нажмем кнопку **Создать объект**.
- Результат построения представлен на рис. 36.

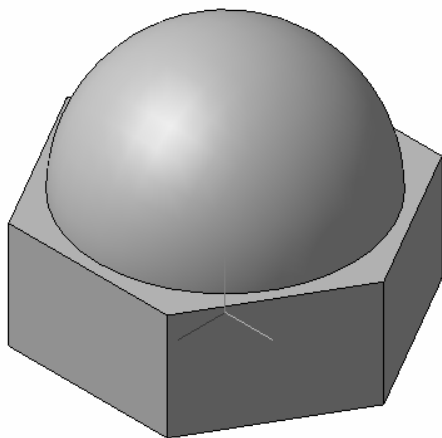



Рис. 36. Результат выполнения операции вращения

В строящейся модели полусфера – усеченная плоскостью, параллельной плоскости  $XU$ . Для того чтобы усечь полусферу, выполним следующие действия.

1. Выделим верхнее основание призмы и выберем **Операции >> Плоскость >> Смещенная**, в Панели свойств укажем «*Расстояние*» – 15, «*Направление смещения*» – прямое, нажмем на кнопку **Создать объект** () , а затем – на клавишу [Esc].

2. Выделим курсором в Дереве построения созданную смещенную плоскость и перейдем в режим «*Эскиз*».

3. Используя команду **Прямоугольник по центру и вершине** создадим прямоугольную область размером большим, чем диаметр сферы (рис. 37).

4. Выберем «*Стиль линий*» – «*Основная*».

5. Выйдем из режима «*Эскиз*» и выберем **Операции >> Вырезать >> Выдавливанием**.

6. Укажем в Панели свойств «Обратное направление» и способ построения – «Через всё». Нажмем кнопку **Создать объект**.

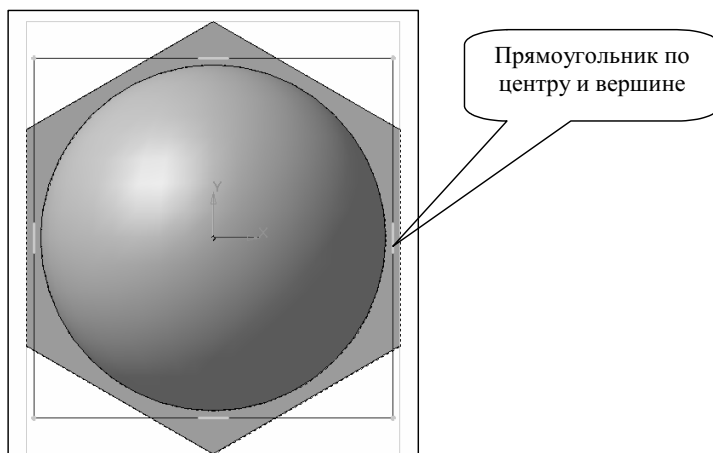


Рис. 37. Эскиз для построения плоскости сечения

На усеченном основании полусферы находится цилиндр. Построение цилиндра осуществляется следующим образом.

1. Выделим курсором верхнее основание усеченной полусферы и перейдем в режим «Эскиз».

2. Зададим окружность с центром в середине системы координат и радиусом, равным 15 мм.

3. Выйдем из режима «Эскиз». Используя операцию **Выдавливание** создадим цилиндр высотой 15 мм.

В шестигранной призме имеется сквозной прямоугольный призматический вырез. Построим его в таком порядке.

1. Создадим ориентацию осей – «Изометрия YZX», выберем в Дереве построений – «Плоскость ZX» и перейдем в режим «Эскиз».

2. Создадим «Прямоугольник по центру и вершине», центр которого совпадает с центром системы координат, а также высотой, равной 16 мм, и шириной, равной 24 мм. Пример изображения приведен на рис. 38.

3. Выйдем из режима «Эскиз». С помощью операции **Вырезать выдавливанием** зададим параметры «Два направления» и способ вырезания – «Через все» (в обоих направлениях).

4. Вернемся к ориентации осей «Изометрия YZX», при этом изображение детали должно соответствовать рис. 39.

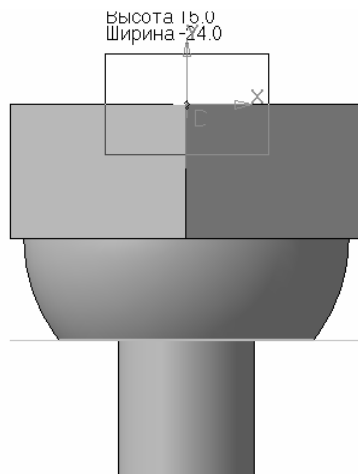


Рис. 38. Эскиз для построения выреза

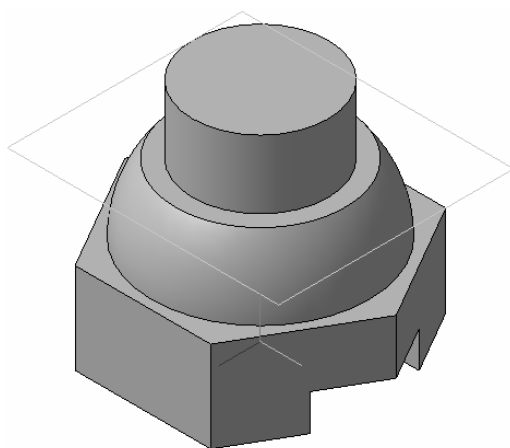



Рис. 39. Окончательный вариант построения модели

### **Создание ассоциативных видов модели**

После создания 3D-модели строится ее рабочий чертеж. При этом ассоциативные виды будут находиться в связи с трехмерной моделью.

1. Для того чтобы построить три вида детали, необходимо в соответствии с рис. 32 последовательно выбрать и сохранить виды: спереди, сверху и слева.

2. Установим в панели **Ориентация** () «Вид сверху» и далее, удерживая нажатой комбинацию клавиш [Alt] + [стрелки] или [Shift] + [Ctrl] + [стрелки], выберем вид спереди в соответствии с рис. 40. Сохраним его выбрав Вид >> Ориентация >> Добавить (укажем имя нужной проекции, в данном случае это фронтальная проекция) (рис. 40 и 41). Нажмем кнопку [OK].

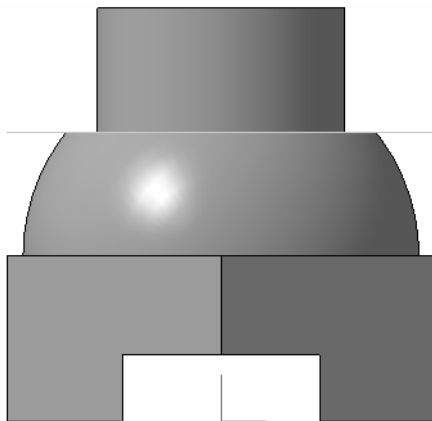


Рис. 40. Главный вид

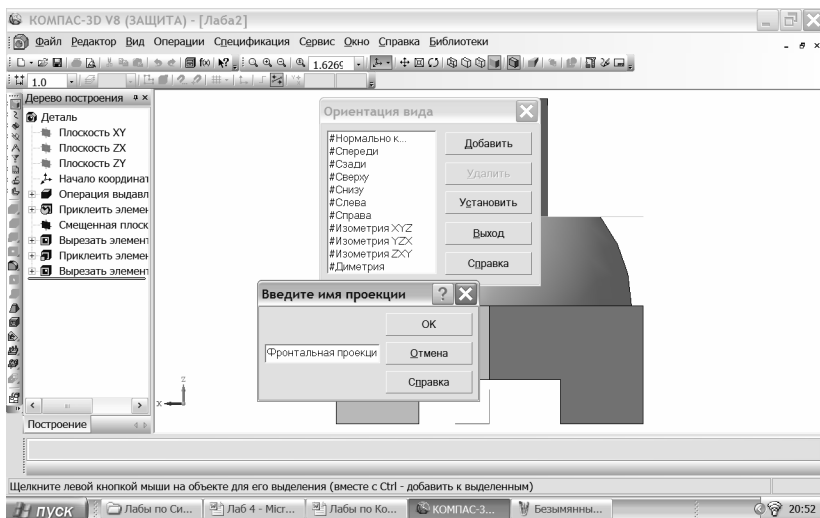


Рис. 41. Задание имени главного вида

## Переход от 3D-модели к чертежу

Для перехода от 3D-модели к плоскому чертежу выполним следующие действия.

1. Откроем новый проект – «Чертеж».
2. Зададим формат А3 (ориентация – «Горизонтальный»).
3. Используем команду Вставка >> Вид с модели >> Стандартный. В Панели свойств выберем в строке «Ориентация главного вида» тот вид, который сохранили, например «Фронтальная проекция». Относительно главного вида формируются в проекционной связи остальные два (три квадратика рядом с курсором) (рис. 42).

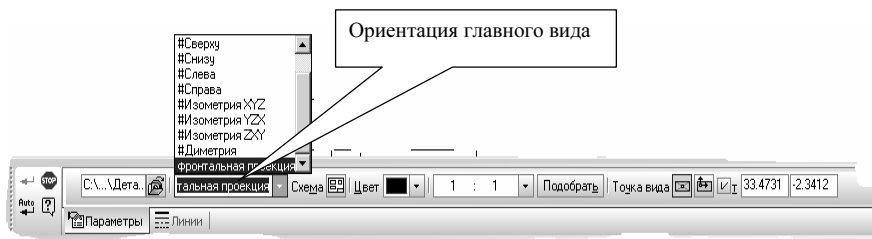




Рис. 42. Установка главного вида на чертеже

4. Щелчком ЛКМ расположим три вида на чертеже, перемещая курсор (три квадратика). Теперь виды находятся в проекционной связи.
5. Чертеж дорабатывается построением осей симметрии, нанесением размеров и заполнением основной надписи.

## Определение натуральной величины сечения

По заданию секущая плоскость проходит через точку  $B2$  (рис. 43).

1. На фронтальной проекции с помощью Вспомогательной прямой и Параллельной прямой проведем фронтально-проецирующую плоскость (см. рис. 43).

2. Далее в Инструментальной панели нажмем на кнопку **Обозначения** (  ) и выберем «Линию разреза» (  ). Обозначим секущую плоскость на чертеже указав ее начальную и конечную точки (рис. 44).

3. В Панели свойств можно задать разрез/сечение, разорвать проекционную связь с видом, изменить стиль штриховки и обозначения разреза/сечения (рис. 45).

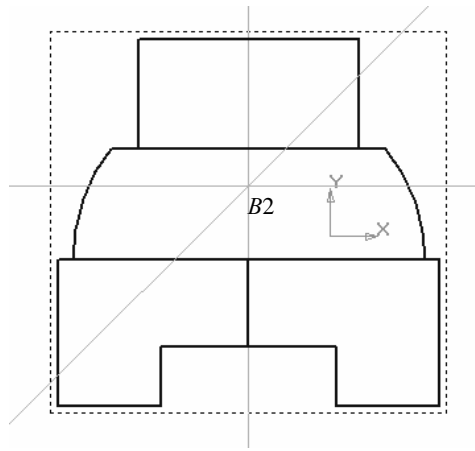


Рис. 43. Установка секущей плоскости

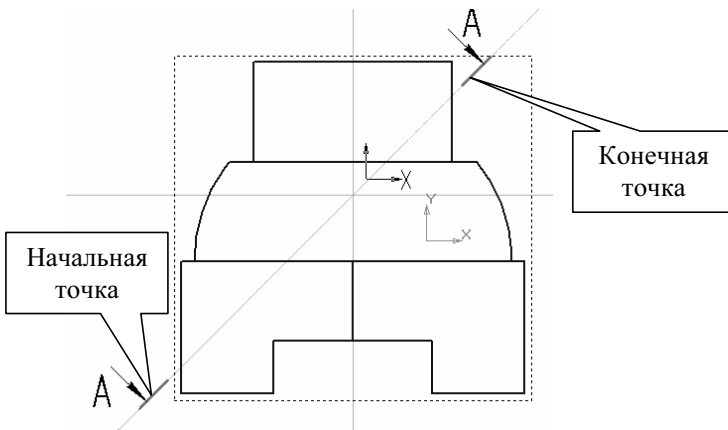


Рис. 44. Обозначение секущей плоскости



Рис. 45. Настройка параметров сечения

Нажмем на кнопки **Сечение** и **Проекционная связь**, после этого расположим сечение на чертеже в удобном месте.

4. Проставим необходимые размеры.

5. Заполним основную надпись чертежа.

Итоговый вид чертежа представлен на рис. 46.

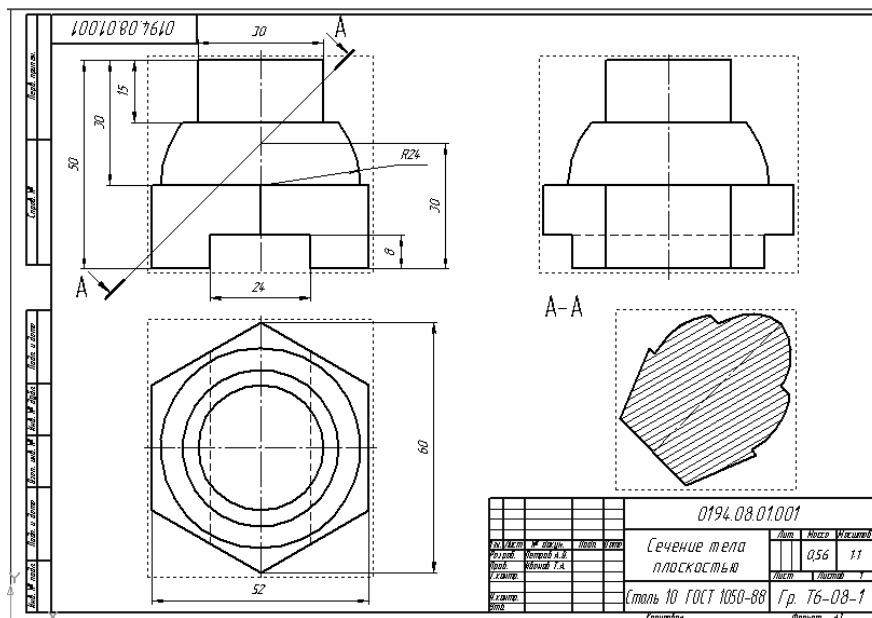


Рис. 46. Итоговый чертеж

## 2.4. Пересечение поверхностей

Пересечение тел в КОМПАС создается в проекте **Деталь** и связано с объединением, пересечением нескольких 3D-моделей, выполненных с помощью операций вращения, выдавливания, кинематической операции и др. в одном файле.

### Построение сферы

1. Выберите создание проекта **Деталь**.
2. Установите ориентацию «*Изометрия YZX*».
3. В Дереве построений выберите плоскость **XV**, создайте эскиз сферы с радиусом 50 мм, как показано на рис. 47, с помощью «*Дуги*» и «*Отрезка*» (стиль линий отрезка – «*Осевая*»).



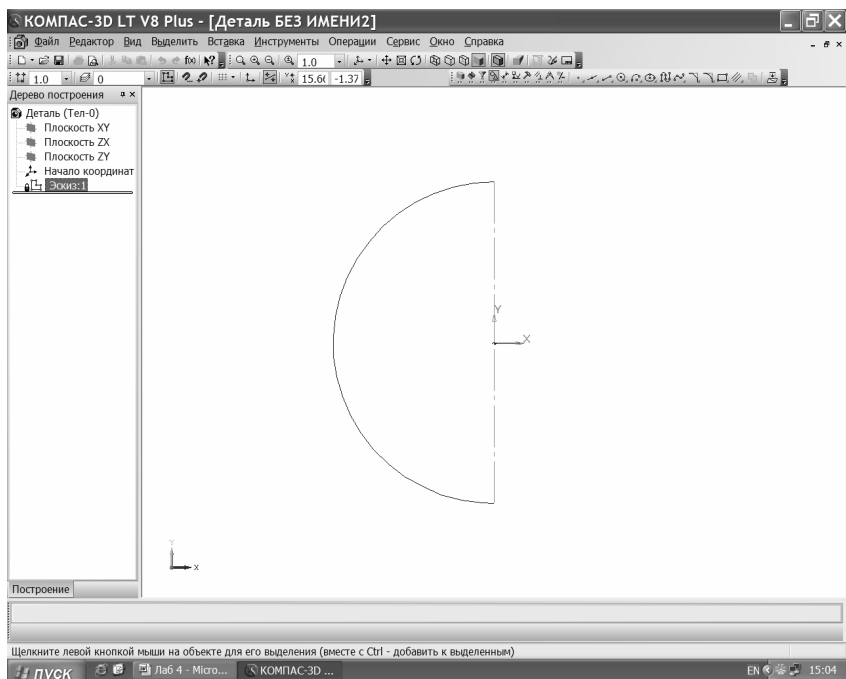


Рис. 47. Эскиз для создания сферы

4. Выйдите из режима «Эскиз» и с помощью **Операции >> Вращение** создайте шар. В Панели свойств укажите способ построения – «Сфероид», на вкладке **Параметры** установите для способа построения тонкой стенки – «Нет». Задайте угол – 360 градусов. Нажмите кнопку **Создать объект**.

### Построение призмы

Чтобы создать призму, пересекающую сферу, необходимо создать эскиз треугольника в плоскости, параллельной плоскости  $XU$  (или любой другой плоскости в зависимости от условия задачи). Для этого необходимо выполнить следующие действия:

- войдите в меню **Операции >> Плоскость >> Смещенная** и укажите базовую плоскость, в Дереве построения – плоскость  $XU$ ;
- затем в Панели свойств укажите направление смещения – прямое и расстояние смещения – 65 мм;
- в Дереве построения выберите смещенную плоскость и создайте в ней эскиз треугольника, смещенного относительно начала координат

и одной из вершин и касающегося сферы, как показано на рис. 48;  
длина сторон треугольника произвольная;

– с помощью Операции >> Выдавливание создайте призму высотой 130 мм.

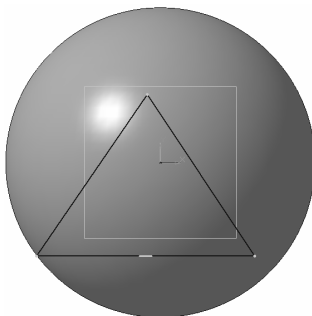


Рис. 48. Эскиз для создания призмы

После создания трехмерной модели пересечения поверхностей необходимо сохранить вид, указанный на рис. 49.

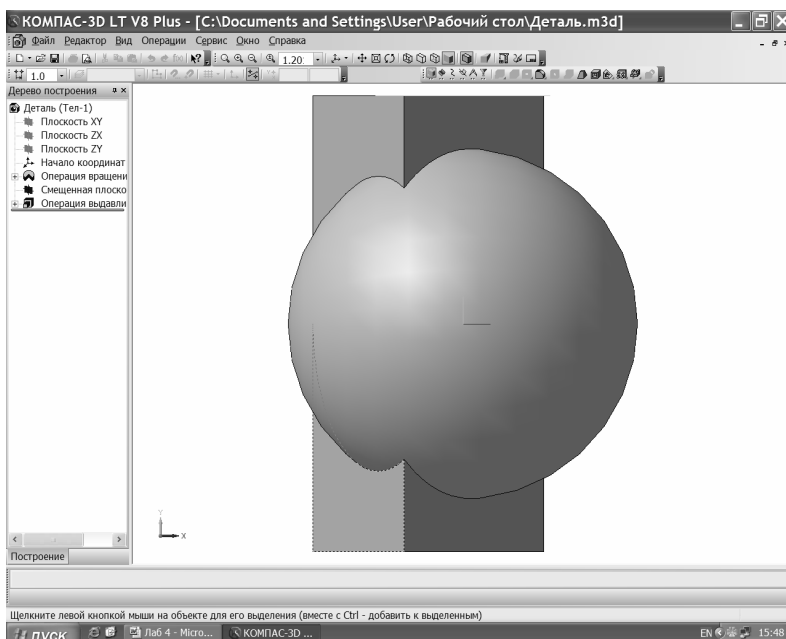


Рис. 49. Результат выполнения операций вращения и выдавливания

По 3D-модели создайте чертеж в соответствии с рекомендациями, приведенными в разд. 2.3.

### Построение чертежа по модели

1. Чтобы получить на чертеже вид «Изометрия», необходимо в Главном меню выбрать Вставка >> Вид с модели >> Стандартные.

2. В Панели свойств выберите «Схему видов» и щелчком ЛКМ по «Виду слева» и «Виду сверху» оставьте только вид спереди – «Главный вид» (рис. 50) (для версии LT).

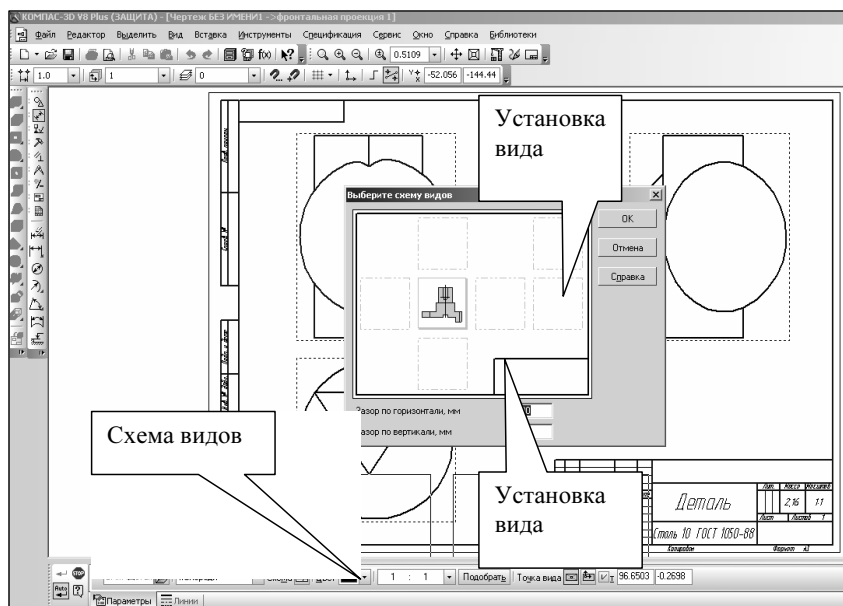


Рис. 50. Настройка видов для чертежа

Для полной версии КОМПАС-3D достаточно указать Вид с модели >> Произвольный и в Панели свойств выбрать «Ориентация вида» – «Изометрия YZX». После этого в строке «Ориентация главного вида» выберите «Изометрию YZX» и вставьте в любое место на чертеже. В Панели свойств можно указать отображение невидимых линий, изменить масштаб вида и др. (рис. 51). Для этого нужно выделить ЛКМ рамку вида, нажать ПКМ и выбрать «Параметры вида». Используя закладки Линии и Параметры можно настроить изображение.



Рис. 51. Настройка свойств вида

На рис. 52. показан окончательный вариант исполнения чертежа.

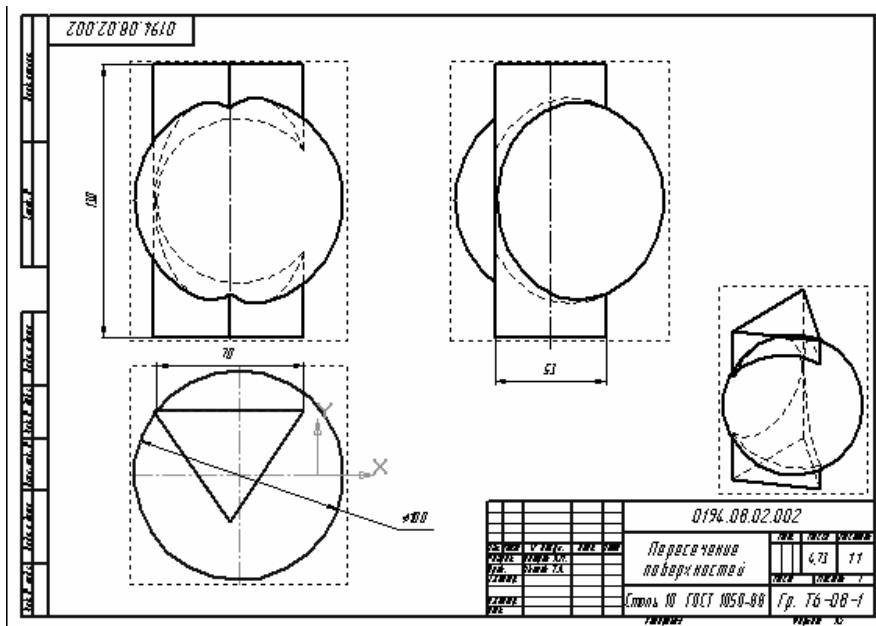


Рис. 52. Пересечение поверхностей

### 3. ПРОЕКЦИОННОЕ ЧЕРЧЕНИЕ

Перед началом работы восстановите настройки системы по умолчанию, как описано в разд. 1. Создайте проект **Деталь**. Исходные данные для построения модели приведены на рис. 53. В режиме 3D-моделирования установите ориентацию вида «Изометрия YZX».

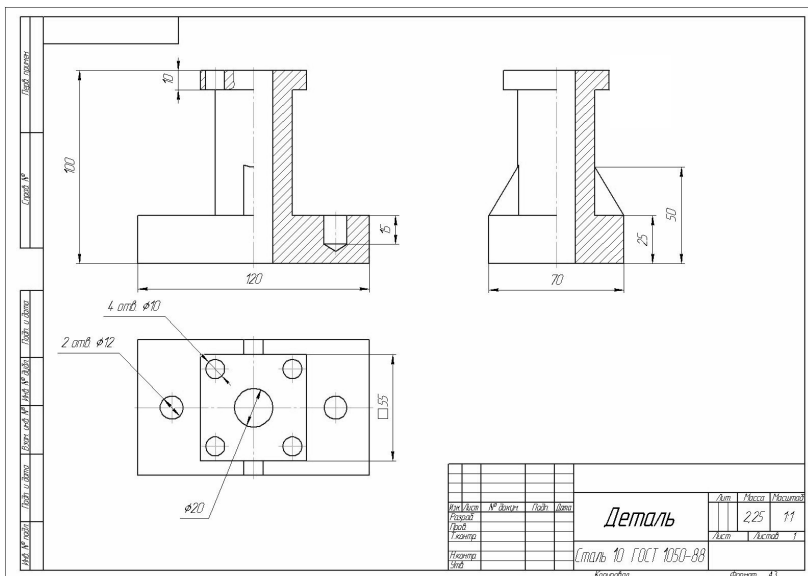


Рис. 53. Исходные данные для построения модели

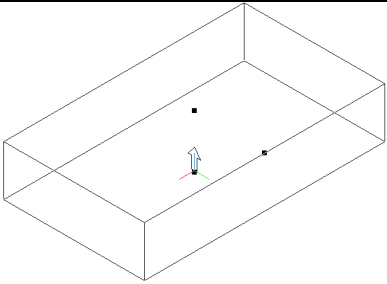
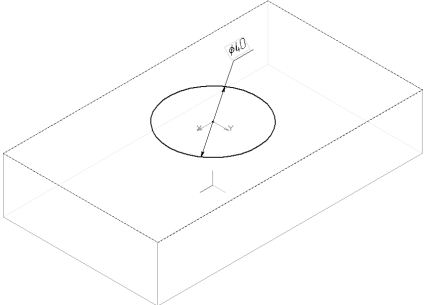
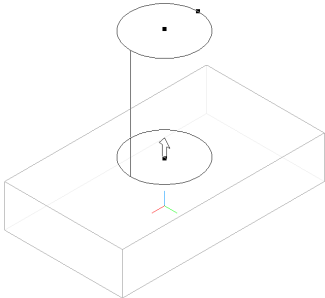
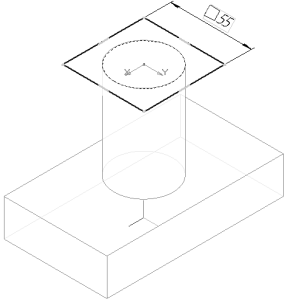
### Создание 3D-модели

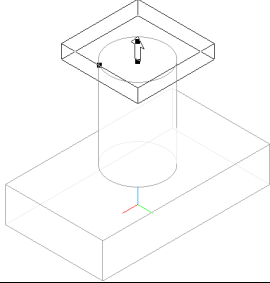
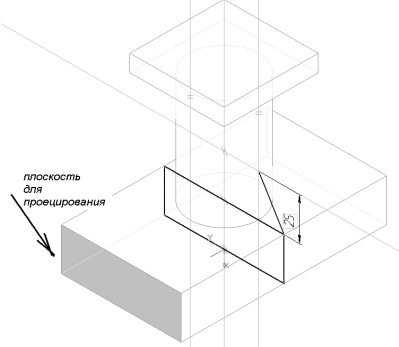
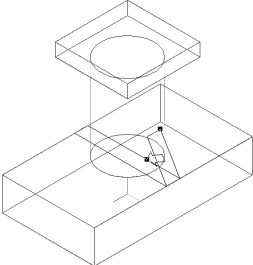
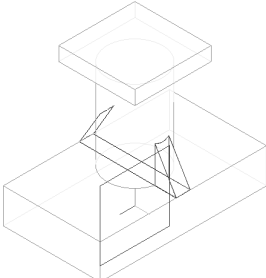
Описание этапов создания модели приведены в табл. 1.

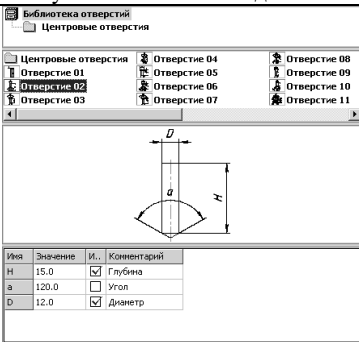
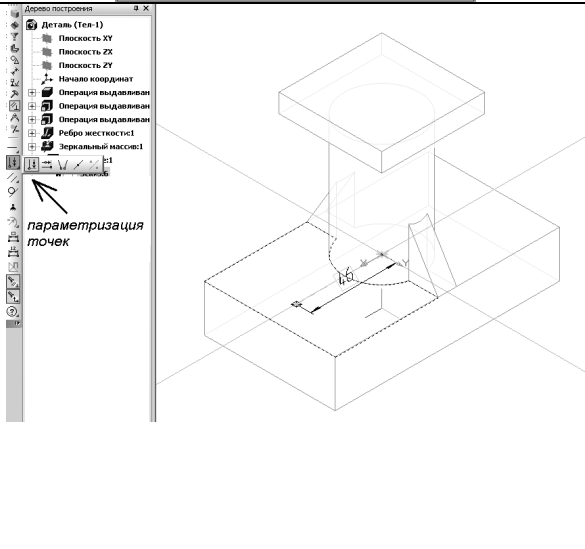
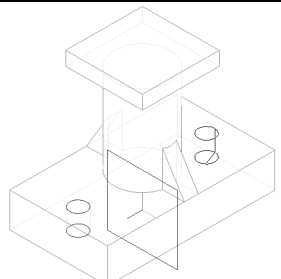
Таблица 1

#### Этапы построения 3D-модели

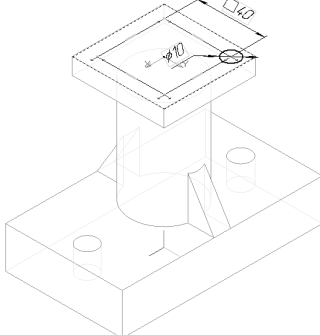
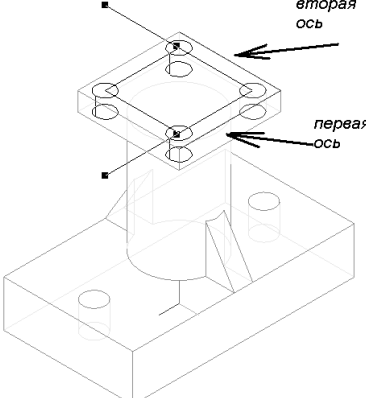
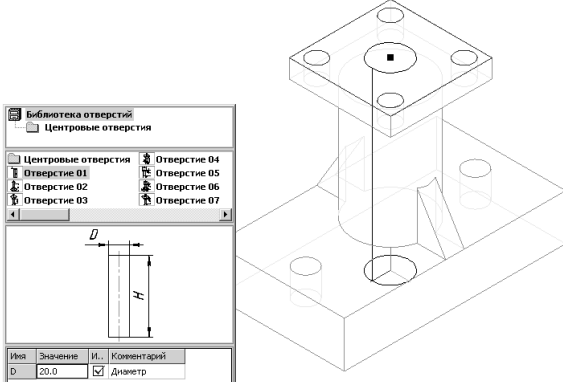
Описание действия	Результат выполнения действия
В плоскости XY создайте эскиз прямоугольника	

Описание действия	Результат выполнения действия
<p>Выдавите эскиз прямоугольника на высоту 25 мм</p>	
<p>В верхней плоскости полученной призмы начертите окружность диаметром 40 мм</p>	
<p>Выдавите эскиз на высоту 65 мм</p>	
<p>В верхней плоскости полученного цилиндра начертите квадрат со стороной 55 мм</p>	

Описание действия	Результат выполнения действия
<p>Выдавите эскиз на высоту 10 мм</p>	
<p>В плоскости создайте эскиз ребра жесткости. В меню <b>Операции</b> выберите <b>Спроецировать объект</b> и укажите боковую плоскость основания, параллельную плоскости <math>ZY</math>. Измените стиль линии полученного прямоугольника на «Тонкая». Затем используя вспомогательные прямые постройте отрезок по заданным размерам</p>	
<p>В меню <b>Операции</b> выберите <b>Ребро жесткости</b> и настройте геометрические параметры ребра согласно исходным данным. Ширина ребра 10 мм, положение ребра – «В плоскости эскиза»</p>	
<p>В меню <b>Операции</b> выберите <b>Зеркальный массив</b> и укажите ребро жесткости из Деревя построений и плоскость, относительно которой следует строить зеркальное тело (плоскость <math>ZX</math>)</p>	

Описание действия	Результат выполнения действия																
<p>Выберите верхнюю плоскость основания. Из меню <b>Операции</b> выберите <b>Отверстие</b>. В Панели свойств настройте параметры отверстия. Диаметр отверстия – 12 мм, угол <math>\alpha = 120^\circ</math>, глубина отверстия – 15 мм, тип отверстия – № 2.</p> <p>Координаты центра – любые</p>	 <table border="1" data-bbox="504 430 683 494"> <thead> <tr> <th>Имя</th> <th>Значение</th> <th>И...</th> <th>Комментарий</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>H</td> <td>15.0</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td>Глубина</td> </tr> <tr> <td><math>\alpha</math></td> <td>120.0</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td>Угол</td> </tr> <tr> <td>D</td> <td>12.0</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td>Диаметр</td> </tr> </tbody> </table>	Имя	Значение	И...	Комментарий	H	15.0	<input checked="" type="checkbox"/>	Глубина	$\alpha$	120.0	<input type="checkbox"/>	Угол	D	12.0	<input checked="" type="checkbox"/>	Диаметр
Имя	Значение	И...	Комментарий														
H	15.0	<input checked="" type="checkbox"/>	Глубина														
$\alpha$	120.0	<input type="checkbox"/>	Угол														
D	12.0	<input checked="" type="checkbox"/>	Диаметр														
<p>Из Дерева построенный выберите ПКМ построенное отверстие и перейдите в режим редактирования эскиза. Переместите точку центра отверстия, как показано на рисунке справа (сместите центр отверстия на 46 мм от центра). С помощью меню <b>Параметризация</b> Компактной панели можно наложить взаимосвязи на отдельные объекты. В данном случае целесообразно будет указать, что точка центра и начало координат должны лежать на одной горизонтали</p>																	
<p>Создайте зеркальный массив отверстия аналогично ребру жесткости. В качестве плоскости симметрии укажите плоскость <i>ZY</i></p>																	



Описание действия	Результат выполнения действия
<p>Как показано на рисунке справа, постройте эскиз отверстия на верхней плоскости четырехгранной призмы. Далее вырежьте эскиз на расстоянии 10...12 мм</p>	
<p>Из меню <b>Операции</b> выберите <b>Массив элементов &gt;&gt; По сетке</b>. В качестве элемента массива укажите отверстие. За первую ось примите одно из ребер призмы, за вторую ось – перпендикулярное ему ребро. Укажите количество экземпляров в обоих направлениях равным 2. Шаг между соседними экземплярами 40 мм</p>	
<p>В верхней части призмы создайте сквозное отверстие диаметром 20 мм</p>	

После создания 3D-модели назначьте вид спереди (главный вид) и сохраните ее.

## Переход от 3D-модели к чертежу

Создайте проект **Чертеж**. Восстановите настройки по умолчанию. Установите формат А3 горизонтальный. Из меню **Вставка** выберите **Вид с модели >> Стандартные**. Выберите из списка файлов созданную модель и установите в Панели свойств вид спереди, назначенный при построении 3D-модели. Скомпонуйте равномерно виды на поле чертежа (рис. 54).

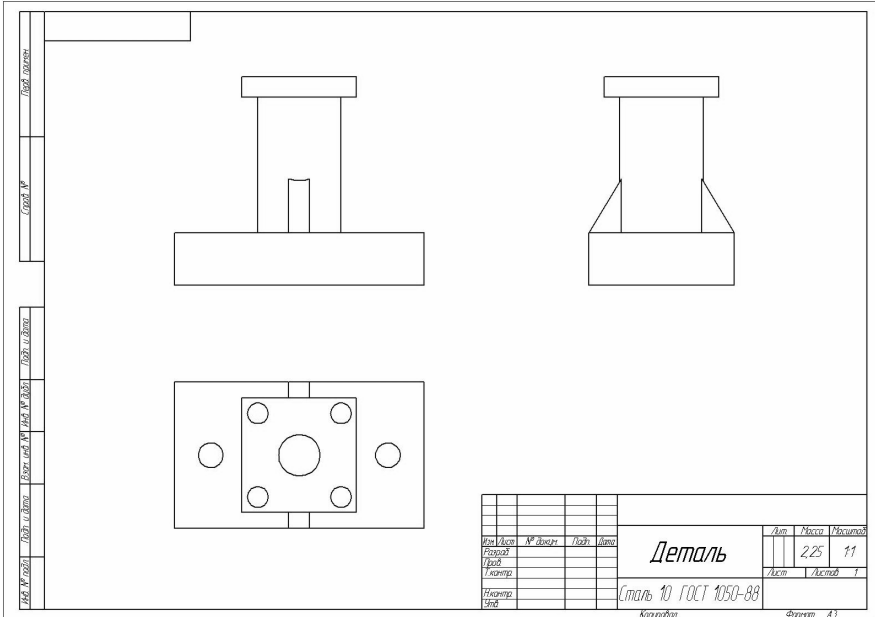


Рис. 54. Компоновка видов на чертеже


## Построение необходимых разрезов

В Инструментальной панели найдите **Панель текущего состояния** (рис. 55).



Рис. 55. Вид Панели текущего состояния

С помощью этой панели можно осуществлять переход между активными видами и слоями, а также устанавливать привязки, сетку и ортогональное черчение.


**Диалоговое окно настройки видов** . Это диалоговое окно появляется на экране после вызова команды **Сервис >> Параметры >> Система >> Графический редактор >> Виды**, а также после нажатия кнопки **Настройка видов** в диалоговом окне «*Менеджер документа*». Также это окно позволяет установить параметры отрисовки на экране элементов видов чертежа.

Описание элементов управления:

- Отображать имена видов – чтобы в поле «*Текущий вид*» на Панели текущего состояния отображались имена и номера видов, включите эту опцию; при отключенной опции в указанном поле отображаются только номера видов;
- Фоновые виды, Рамки выключенных видов, Рамки ассоциативных видов, Выберите вариант настраиваемого объекта;
- Показывать – чтобы включить отображение рамок выключенных или ассоциативных видов, включите эту опцию;
- Толщина – установите желаемую толщину (в пикселях) для изображения объекта на экране; настройка доступна для стиля линий «*Сплошная*»;
- Цвет – чтобы вызвать диалоговое окно изменения цвета объекта, нажмите кнопку **Цвет**.

Внешний вид настраиваемых объектов показывается в соответствующих окнах просмотра. Это позволяет оценить сделанные изменения.

После завершения настройки параметров отрисовки видов нажмите кнопку **[ОК]**. Для выхода из диалогового окна без сохранения изменений нажмите кнопку **[Отмена]**.

**Диалоговое окно настройки слоев в видах** . Это диалоговое окно появляется на экране после вызова команды **Сервис >> Параметры >> Система >> Графический редактор >> Слои**, а также после нажатия кнопки **Настройка слоев** в диалоговом окне «*Менеджер документа*». Также это окно позволяет установить параметры отрисовки на экране элементов слоев чертежа.

Описание элементов управления:

- Отображать имена слоев – чтобы в поле «*Текущий слой*» на Панели текущего состояния отображались имена и номера слоев, включите эту опцию; при отключенной опции в указанном поле отображаются только номера слоев;
- Фоновые слои – внешний вид настраиваемого объекта показывается в этом окне просмотра, что позволяет оценить сделанные изменения;

- Толщина – установите желаемую толщину (в пикселях) для изображения объекта на экране; настройка доступна для стиля линий «Сплошная»;
- Цвет – чтобы вызвать диалоговое окно изменения цвета объекта, нажмите кнопку **Цвет**;
- Линия – выберите нужный стиль линий (сплошная, штрихами или точками) для изображения объекта на экране.

Внешний вид настраиваемых объектов показывается в соответствующих окнах просмотра. Это позволяет оценить сделанные изменения.

После завершения настройки параметров отрисовки слоев нажмите кнопку [ОК]. Для выхода из диалогового окна без сохранения изменений нажмите кнопку [Отмена].

В видах спереди и слева создайте новый погашенный слой для «лишних» объектов (рис. 56).

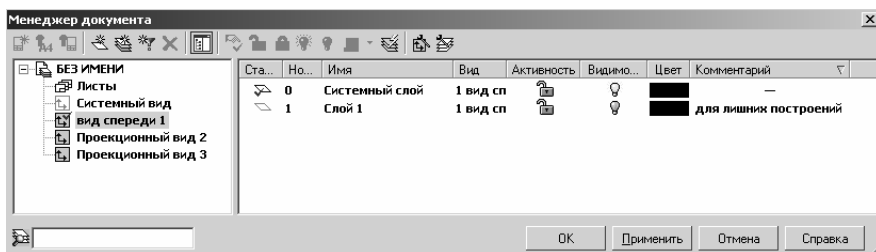


Рис. 56. Настройка слоев для видов

**Внимание!** Любые построения выполняйте только на активном виде.

Сделайте активным вид спереди и постройте на нем замкнутый контур для разреза, как показано на рис. 57.

**Внимание!** В качестве контура для разреза можно выбирать окружность, эллипс, замкнутый сплайн и многоугольники. Построение контура разреза отдельными элементами типа «отрезок» или «дуга» невозможно.

В меню Вставка выберите Вспомогательный вид >> Местный разрез. Укажите контур для разреза и секущую плоскость на виде сверху. В данном случае секущая плоскость является фронтальной и проходит через ось симметрии (рис. 58).

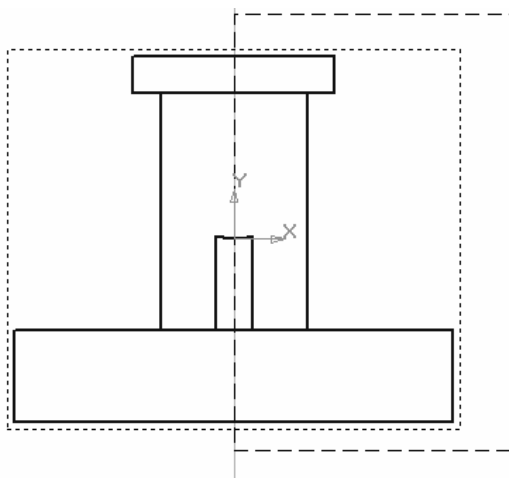


Рис. 57. Построение контура для разреза

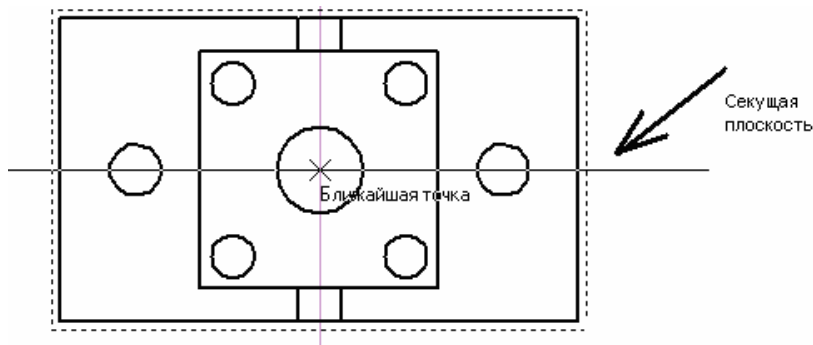


Рис. 58. Установка секущей плоскости

Аналогичным образом постройте разрез на виде слева профильной секущей плоскостью.

После построения разреза на виде слева оказывается заштрихованным ребро жесткости. Исправить это можно следующим образом:

- выберите штриховку ПКМ;
- в контекстном меню выберите «Изменить слой»;
- укажите созданный ранее или вновь создайте погашенный слой и нажмите кнопку [ОК];
- «вручную» дочертите отрезками контур ребра жесткости и вновь нанесите штриховку (рис. 59).

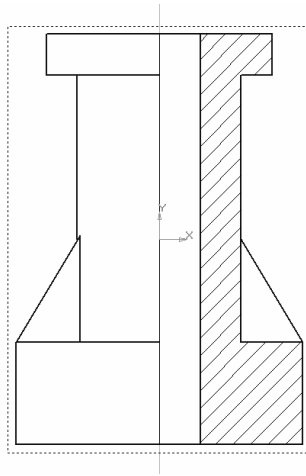


Рис. 59. Результат корректировки разреза

На виде спереди необходимо построить местный разрез, чтобы показать отверстие. В качестве контура выберите кривую Безье (сплайн), в Панели свойств укажите тип сплайна – «Замкнутый» (рис. 60).

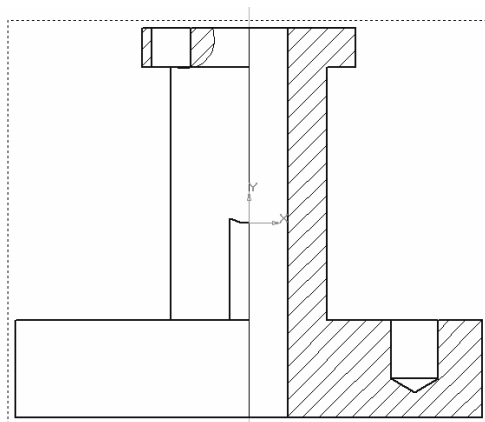


Рис. 60.

### Особенности КОМПАС-3D LT версии

В версии LT невозможно выполнить разрез указанным выше способом, поэтому рекомендуется создать 3D-модель аналогично версии PRO. Разрез выполнить можно следующим образом:

– укажите секущие плоскости, как показано на рис. 61;

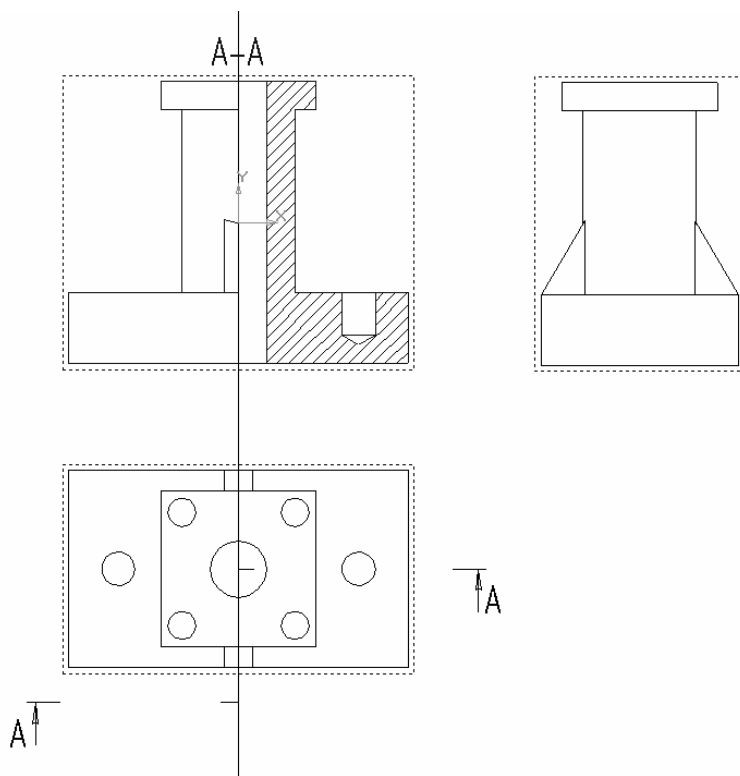


Рис. 61. Установка секущей плоскости

– линию обозначения разреза перенесите в другой слой; дальнейшая схема выполнения чертежа аналогична версии PRO.

## 4. ВАРИАНТЫ ЗАДАНИЙ ДЛЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

### Практическое занятие 1. Выполнение чертежа детали в трех проекциях

Построить чертеж детали по представленным на рис. 62 и в табл. 2 исходным данным.

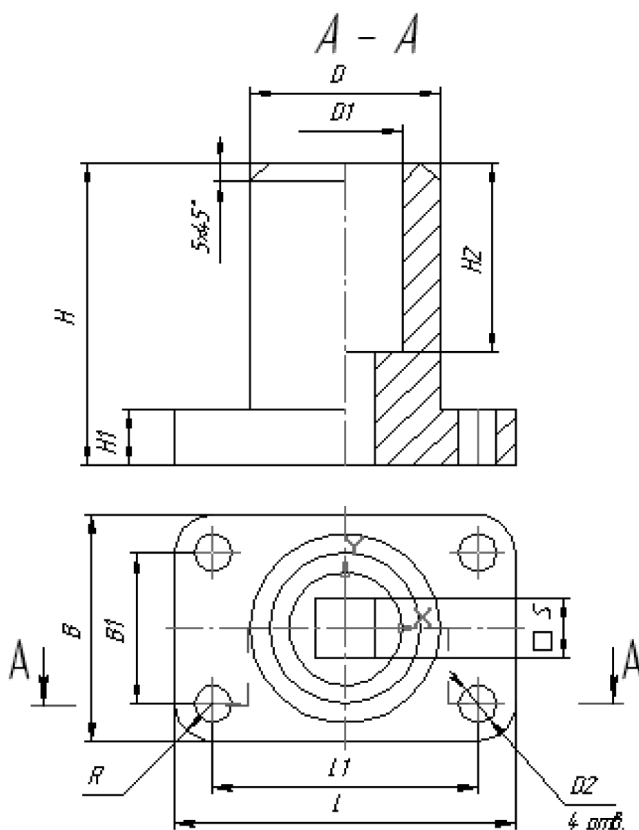


Рис. 62



Размеры элементов детали по рис. 62

Размеры элементов	Номер варианта						
	1	2	3	4	5	6	7
$D$	56	64	52	70	74	50	72
$D1$	30	40	26	46	64	26	60
$D2$	7	10	12	8	12	9	8
$R$	7	9	10	12	15	13	8
$S$	14	20	10	40	50	12	46
$L$	86	90	96	116	110	100	94
$L1$	68	72	70	92	80	74	78
$B$	70	80	110	96	90	86	100
$B1$	54	60	86	70	60	56	80
$H$	74	70	60	68	56	76	66
$H1$	20	10	15	8	14	16	12
$H2$	25	40	35	20	16	42	30

## Практическое занятие 2. Сечение тела плоскостью

По представленным на рис. 63–67 и в табл. 3–7 исходным данным построить 3D-модели и выполнить их плоские чертежи в трех проекциях, указав на чертеже натуральную величину сечения.

Таблица 3

Размеры элементов модели по рис. 63

Размеры элементов	Номер варианта					
	1	6	11	16	21	26
$h$	35	40	30	35	40	35
$n$	20	15	25	20	15	20
$d$	40	30	50	40	30	50
$D$	60	42	84	60	42	84
$Z_B$	60	55	75	70	60	55
$\alpha$ , град	50	50	55	60	60	50

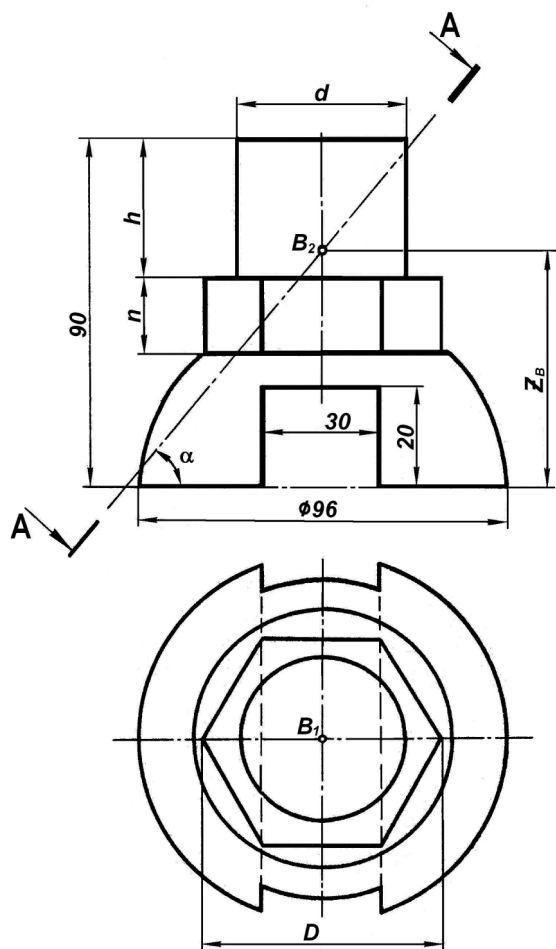


Рис. 63

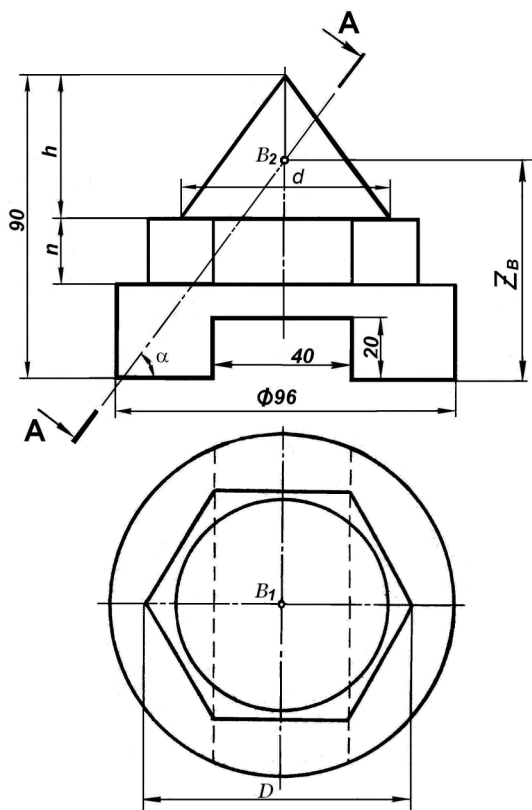


Рис. 64

Таблица 4

Размеры элементов модели по рис. 64

Размеры элементов	Номер варианта					
	2	7	12	17	22	27
$h$	45	30	45	45	30	45
$n$	20	30	20	20	30	20
$d$	60	40	80	60	40	80
$D$	80	70	65	80	70	65
$Z_B$	65	65	55	55	70	65
$\alpha$ , град	57	50	45	45	57	60

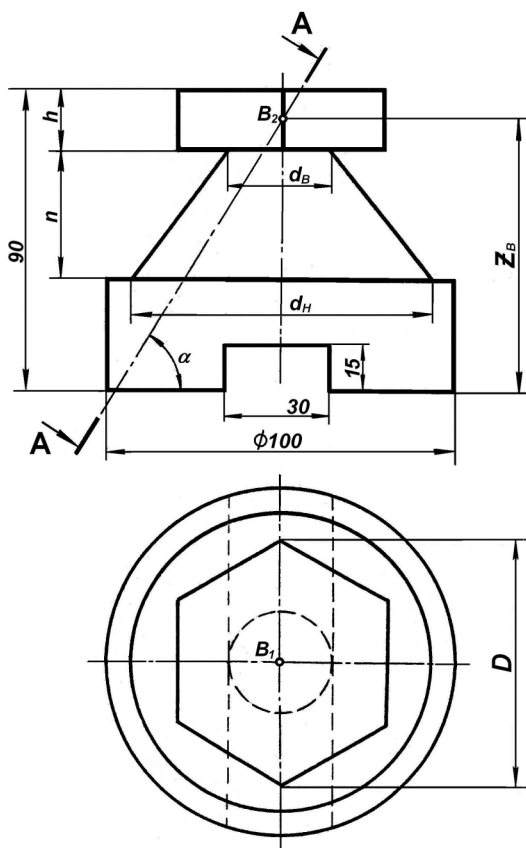


Рис. 65

Таблица 5

Размеры элементов модели по рис. 65

Размеры элементов	Номер варианта					
	3	8	13	18	23	28
$h$	25	35	20	25	35	20
$n$	40	35	40	40	35	40
$d_B$	50	45	30	50	45	30
$d_H$	86	86	80	86	86	80
$D$	80	40	70	80	40	70
$Z_B$	75	80	85	80	70	86
$\alpha$ , град	50	60	60	60	50	55

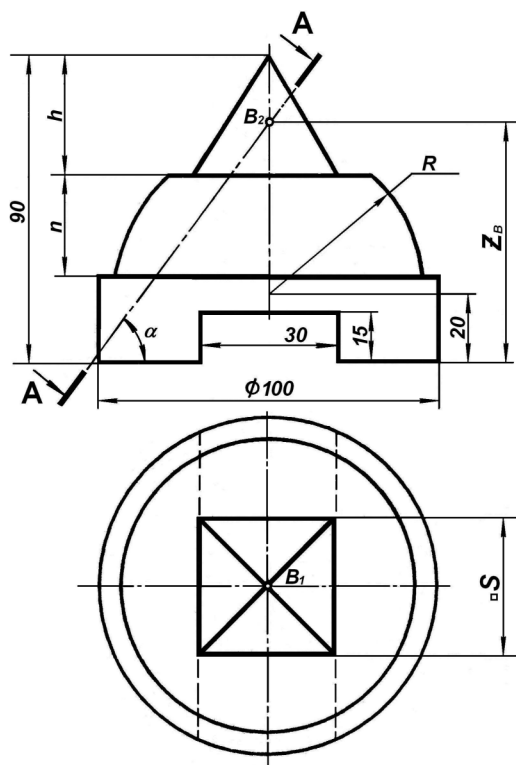


Рис. 66

Таблица 6

Размеры элементов модели по рис. 66

Размеры элементов	Номер варианта					
	4	9	14	19	24	29
$h$	35	40	40	35	40	40
$n$	30	30	25	30	30	25
$R$	45	40	35	45	40	35
$S$	40	60	50	40	60	50
$Z_B$	70	60	60	65	70	65
$\alpha$ , град	55	50	50	60	55	55

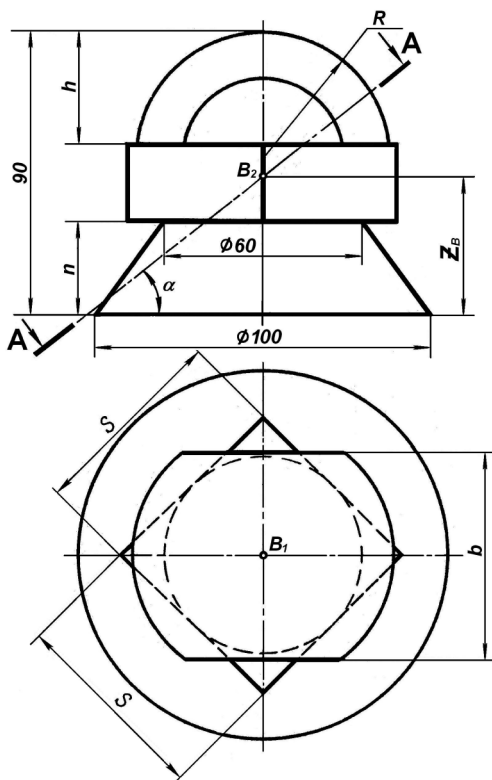


Рис. 67

Таблица 7

Размеры элементов модели по рис. 67

Размеры элементов	Номер варианта					
	5	10	15	20	25	30
$h$	30	35	35	30	35	35
$n$	35	30	30	35	30	35
$R$	40	40	40	40	40	35
$b$	60	65	60	60	65	55
$S$	35	55	75	36	55	55
$Z_B$	52	45	50	50	50	55
$\alpha$ , град	45	40	50	50	50	60

### Практическое занятие 3. Пересечение двух поверхностей

По представленным на рис. 68–71 и в табл. 8–11 исходным данным построить 3D-модели, состоящие из двух пересекающихся поверхностей, и выполнить их плоские чертежи в трех проекциях.

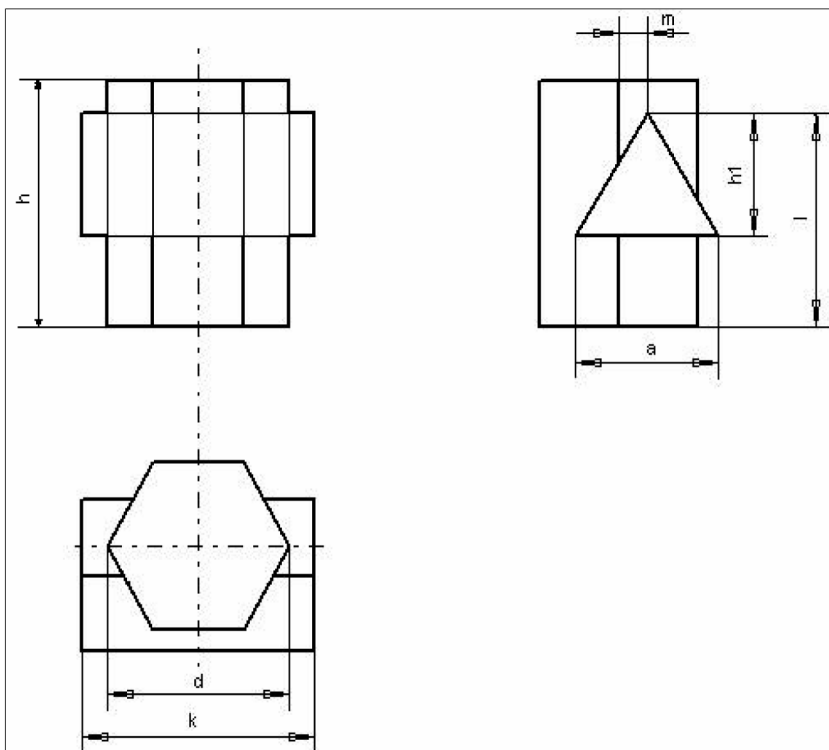


Рис. 68

Таблица 8

Размеры элементов модели по рис. 68

Размеры элементов	Номер варианта							
	1	5	9	13	17	21	25	
$d$	55	54	70	56	55	54	70	
$h$	65	72	70	68	64	72	68	
$m$	10	8	16	16	10	8	14	
$l$	55	72	75	60	56	72	76	
$h1$	38	45	48	40	38	45	47	
$a$	44	45	52	40	44	45	50	
$k$	74	84	108	70	74	85	70	

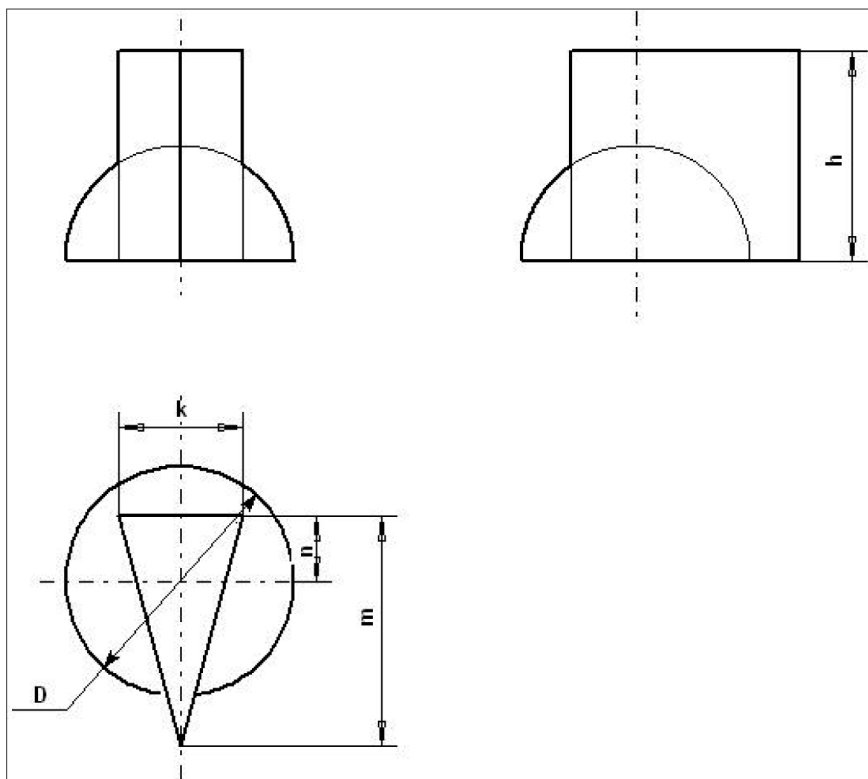


Рис. 69

Таблица 9

Размеры элементов модели по рис. 69

Размеры элементов	Номер варианта						
	2	6	10	14	18	22	26
$D$	80	90	95	85	92	88	86
$n$	30	45	35	30	50	28	30
$m$	70	85	90	88	46	80	80
$k$	60	70	50	60	100	70	60
$h$	60	65	70	65	60	60	60



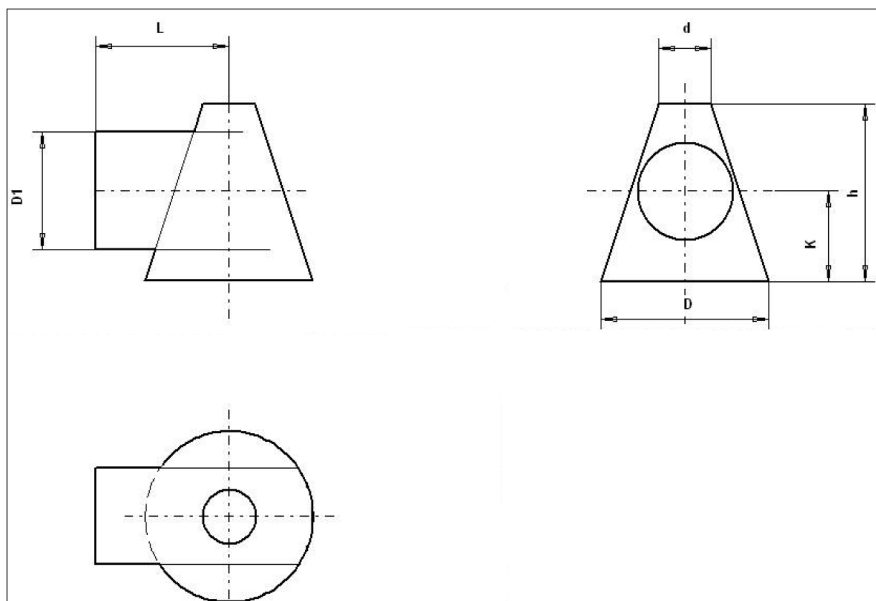


Рис. 70

Таблица 10

Размеры элементов модели по рис. 70

Размеры элементов	Номер варианта						
	3	7	11	15	19	23	27
$D$	60	70	70	62	70	70	60
$d$	24	20	22	24	20	22	24
$h$	50	45	46	50	45	46	52
$k$	25	23	22	24	23	21	25
$L$	42	40	45	40	40	44	40
$D1$	36	32	38	35	32	38	36

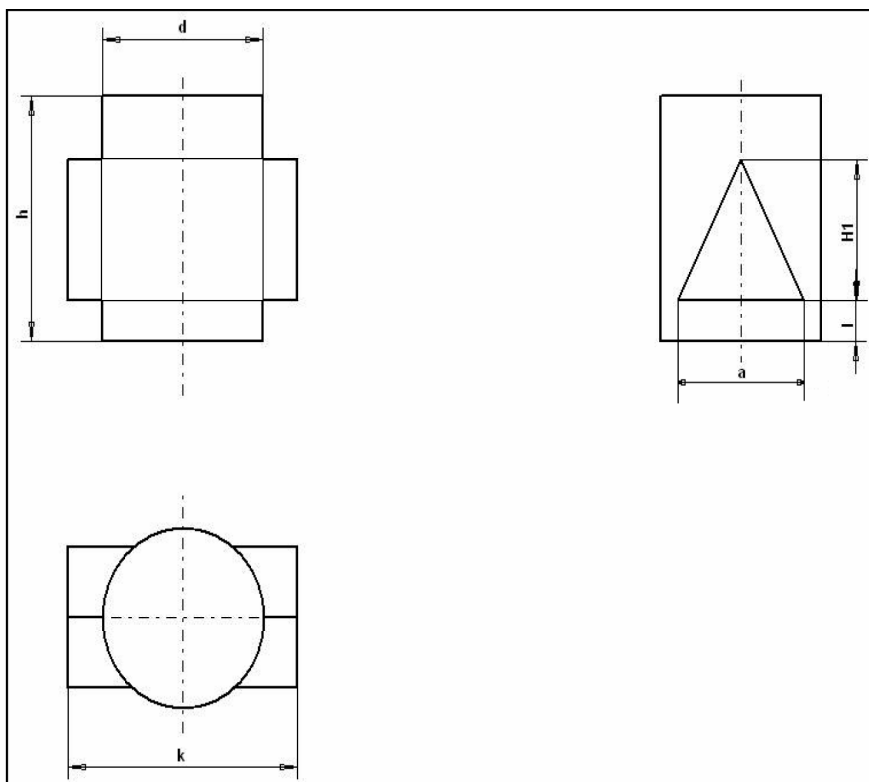


Рис. 71

Таблица 11

Размеры элементов модели по рис. 71

Размеры элементов	Номер варианта						
	4	8	12	16	20	24	28
$d$	50	55	54	52	55	54	56
$h$	60	65	70	70	60	60	62
$H1$	45	53	50	56	50	50	52
$l$	12	12	15	14	20	18	20
$a$	46	52	64	60	55	64	52
$k$	75	74	76	70	70	72	72

#### Практическое занятие 4. Проекционное черчение, виды, разрезы, сечения

По представленным на рис. 72–74 и в табл. 12–14 исходным данным построить 3D-модель и выполнить чертеж детали с необходимыми разрезами.

Размер неуказанных фасок –  $2 \times 45^\circ$ , радиусов – 10 мм.

Таблица 12

Размеры элементов модели по рис. 72

Размеры элементов	Номер варианта									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$d$	10	12	14	8	6	8	10	10	8	12
$D$	50	56	54	48	52	54	50	52	50	48
$h/l$	10	8	12	6	10	8	12	6	8	8
$h$	5	6	8	4	5	6	8	4	5	4
$d/l$	20	22	18	16	20	14	16	18	20	18
$d2$	18	20	16	14	18	12	14	16	18	16

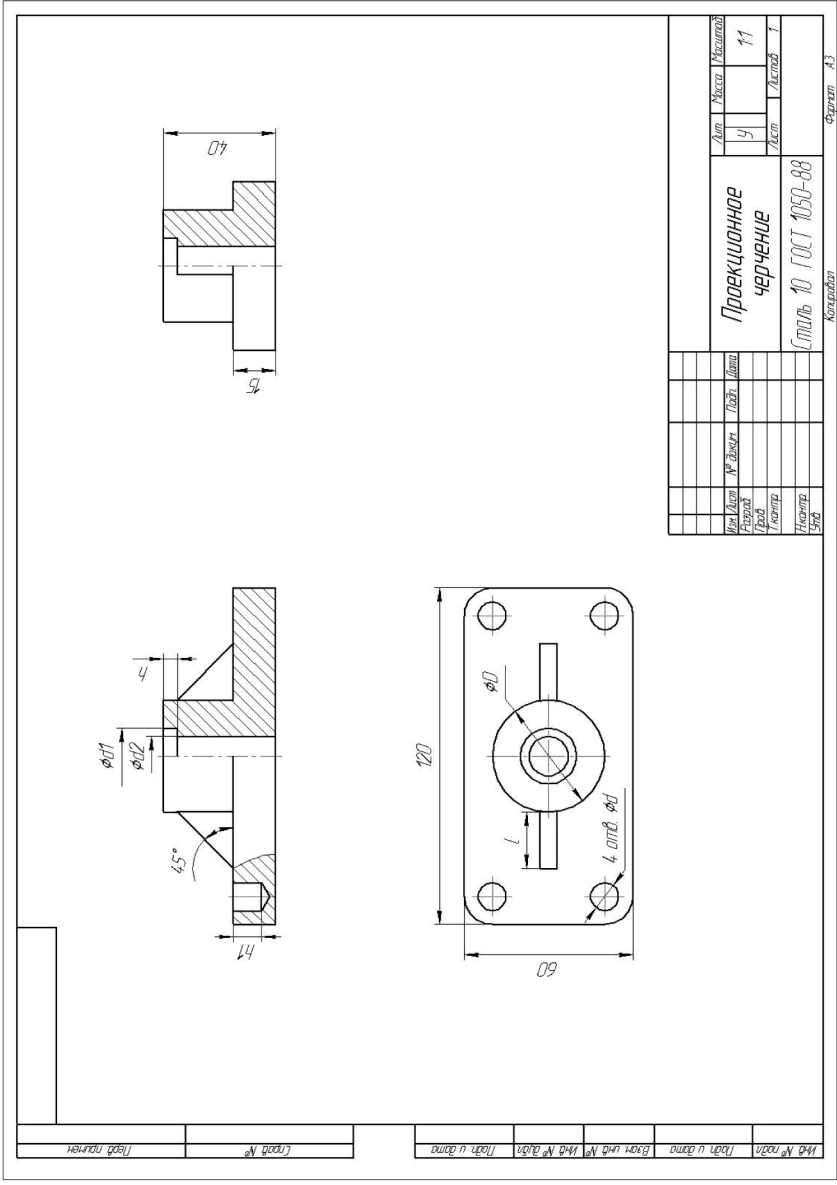
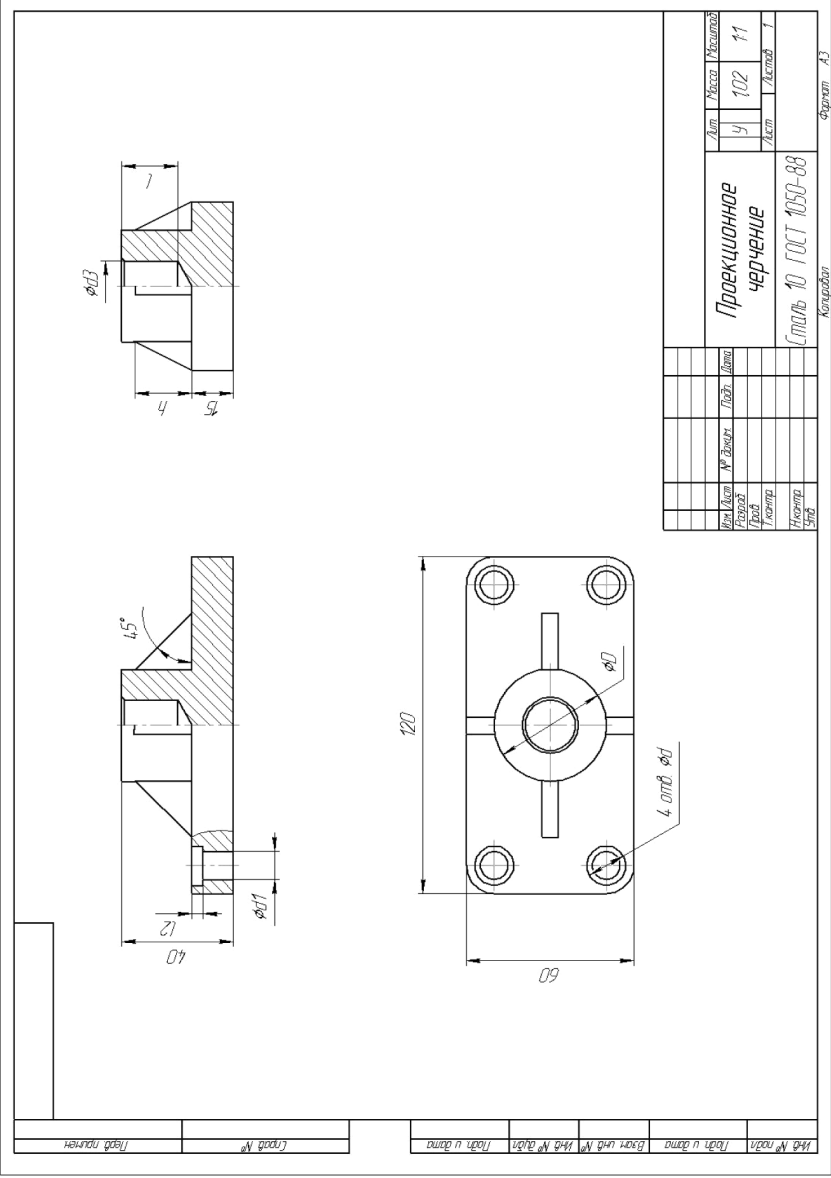


Рис. 72



Формат А3

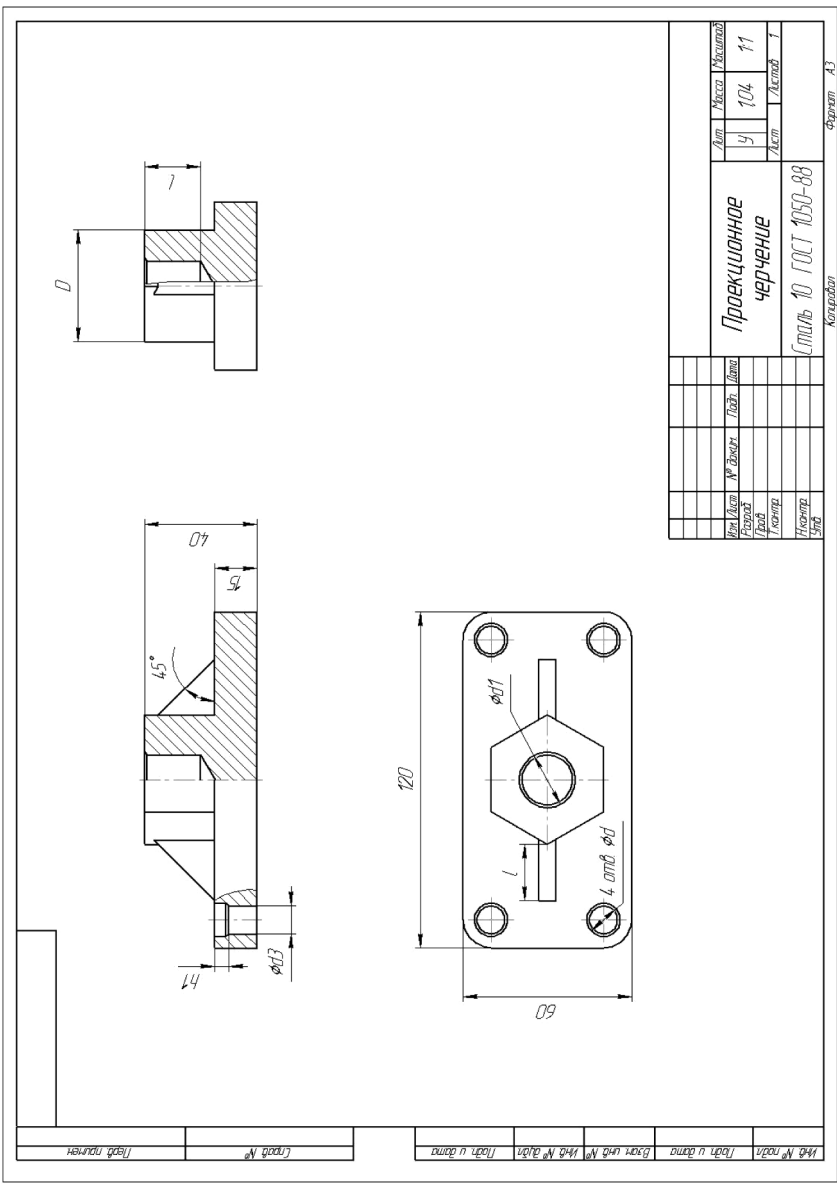
Копировать

Рис. 73

Таблица 13

Размеры элементов модели по рис. 73

Размеры элементов	Номер варианта									
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
<i>d</i>	10	12	14	8	6	8	10	10	8	12
<i>D</i>	50	48	46	52	46	50	48	46	52	48
<i>d1</i>	8	10	12	6	4	6	8	8	6	10
<i>d3</i>	14	12	16	12	14	12	16	12	14	16
<i>h</i>	20	22	24	24	20	22	24	18	16	20
<i>l</i>	10	18	16	12	14	10	18	16	12	14



№№ листов	Лист и дата	Взят №№	№№ листов	Лист и дата
№№ листов	Лист и дата	Взят №№	№№ листов	Лист и дата

№№ листов	Лист	№№ листов	Лист
	9		104
№№ листов	Лист	№№ листов	Лист
			1

Формат А3

Копирдан

Рис. 74

Таблица 14

Размеры элементов модели по рис. 74

Размеры элементов	Номер варианта													
	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30				
$d$	10	12	14	8	6	8	10	10	8	12				
$D$	50	48	46	52	46	50	48	46	52	48				
$d1$	8	10	12	6	4	6	8	8	6	10				
$d3$	14	12	16	12	14	12	16	12	14	16				
$h1$	5	4	6	3	4	5	4	6	3	4				
$l$	10	18	16	12	14	10	18	16	12	14				



## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

*Горавнева Т.С.* Интерактивные графические системы. Двумерное проектирование и трехмерное моделирование: Учеб. пособие. СПб., 2003.

*Мокрецова Л.О., Маркосян Р.В., Лотош Н.Ф.* Инженерная графика. Сечение геометрического тела плоскостью: Метод. указания к выполнению заданий. М.: МИСиС, 2006. 23 с.

*Расторгуева Л.Г.* Лабораторный практикум по компьютерной графике. Альметьевск: Альметьевский государственный нефтяной институт, 2005. 162 с.

*ГОЛОВКИНА Валерия Борисовна  
ЧИЧЕНЕВА Ольга Николаевна  
СВИРИН Виктор Витальевич  
ДОХНОВСКАЯ Ирина Владимировна*

## **ИНФОРМАТИКА**

*Применение системы трехмерного геометрического моделирования КОМПАС-3D для решения задач по начертательной геометрии*

### **Учебно-методическое пособие**

Редактор *Т.А. Кравченко*

Компьютерная верстка *А.А. Беловой, М.А. Шамариной, Л.Ю. Углевой*

---

Подписано в печать 19.08.08	Бумага офсетная	
Формат 60 × 90 <sup>1</sup> / <sub>16</sub>	Печать офсетная	Уч.-изд. л. 5,69
Рег. № 967	Тираж 1300 экз.	Заказ 1813

---

Государственный технологический университет  
«Московский институт стали и сплавов»,  
119049, Москва, Ленинский пр-т, 4

Издательский Дом МИСиС,  
119049, Москва, Ленинский пр-т, 2  
Тел.: 647-23-09, 954-19-22

Отпечатано в типографии Издательского Дома МИСиС,  
117419, Москва, ул. Орджоникидзе, 8/9  
Тел.: 954-73-94, 954-19-22