

МЕЖГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра «Физические методы контроля»

КОМПЬЮТЕРНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

*Методические рекомендации к лабораторным работам
для студентов направления подготовки
12.03.04 «Биотехнические системы и технологии»
дневной формы обучения*



Могилев 2024

УДК 004
ББК 32.973.26-02
К63

Рекомендовано к изданию
учебно-методическим отделом
Белорусско-Российского университета

Одобрено кафедрой «Физические методы контроля» «12» декабря 2023 г.,
протокол № 4

Составитель канд. техн. наук, доц. А. В. Кушнер

Рецензент канд. физ.-мат. наук, доц. С. О. Парашков

В методических рекомендациях кратко изложены теоретические сведения, необходимые для выполнения лабораторных работ. Рекомендации составлены в соответствии с рабочей программой по дисциплине «Компьютерное проектирование» для студентов направления подготовки 12.03.04 «Биотехнические системы и технологии» дневной формы обучения.

Учебное издание

КОМПЬЮТЕРНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

Ответственный за выпуск	А. В. Хомченко
Корректор	И. В. Голубцова
Компьютерная верстка	Н. П. Полевничая

Подписано в печать . Формат 60×84/16. Бумага офсетная. Гарнитура Таймс.
Печать трафаретная. Усл. печ. л. . Уч.-изд. л. . Тираж 36 экз. Заказ №

Издатель и полиграфическое исполнение:
Межгосударственное образовательное учреждение высшего образования
«Белорусско-Российский университет».
Свидетельство о государственной регистрации издателя,
изготовителя, распространителя печатных изданий
№ 1/156 от 07.03.2019.
Пр-т Мира, 43, 212022, г. Могилев.

© Белорусско-Российский
университет, 2024

Содержание

Введение.....	4
1 Интерфейс системы Компас-3D	5
2 Использование графических примитивов	5
3 Методы построений и редактирования чертежей.....	3
4 Оформление чертежей.....	6
5 Слои и типы линий.....	9
6 Использование фрагментов.....	12
7 Работа с видом модели при трехмерном моделировании.....	29
8 Построение трехмерных кривых	19
9 Построение простых твердотельных моделей	21
10 Построение простой детали	26
11 Построение чертежей по модели.....	30
Список литературы	32

Введение

Целью преподавания данной учебной дисциплины является ознакомление студентов с программными средствами для выполнения инженерно-графических работ при проектировании аппаратов и систем неразрушающего контроля.

В результате освоения учебной дисциплины обучающийся познает основные функции и возможности систем автоматизированного проектирования, методы использования систем автоматизированного проектирования, основы твердотельного моделирования, основы создания конструкторской документации, способы управления конструкторской документацией в цифровом виде.

Результатом выполнения лабораторных работ является файл, выполненный в САПР Компас-3D по практическому заданию, указанному в данных методических рекомендациях, после чего выполненную работу необходимо защитить, ответив на вопросы, задаваемые преподавателем.

1 Интерфейс системы Компас-3D

Цель работы: изучить интерфейс Компас-3D v17; научиться строить чертежи.

1.1 Общие сведения

Компас-3D – это развитая система автоматизации проектных работ, которая позволяет строить плоские и трехмерные модели объектов, разрабатывать конструкторскую и рабочую документации (чертежи, спецификации, ведомости и т. д.).

Окно программы Компас-3D v17 представляет собой стандартное окно Windows (рисунок 1.1).

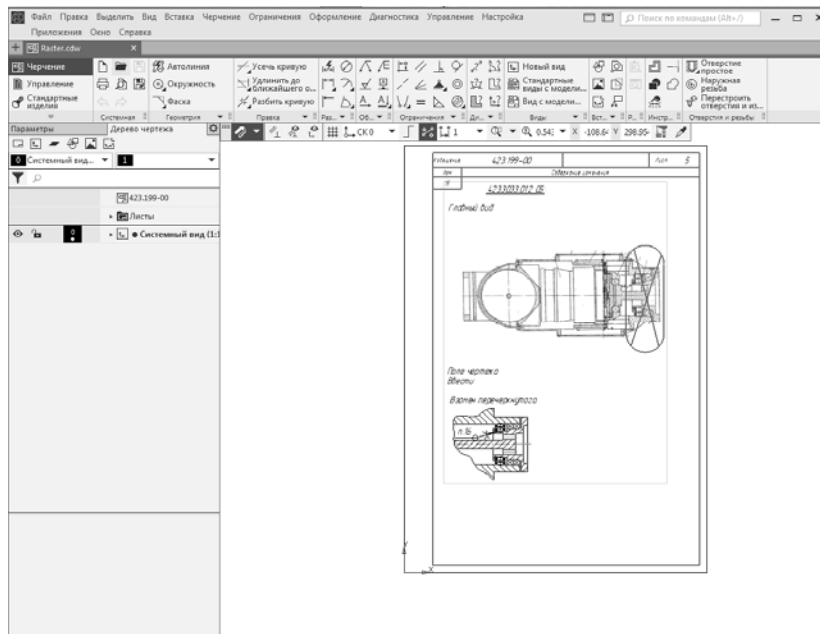


Рисунок 1.1 – Рабочее окно Компас-3D v17

Инструментальная область (рисунок 1.2) – самый востребованный элемент пользовательского интерфейса; она содержит несколько наборов инструментальных панелей. Инструментальные панели в свою очередь объединены в наборы, каждый из которых предназначен для выполнения определенной задачи.



Рисунок 1.2 – Инструментальная область

В левой части инструментальной области находится список наборов (рисунок 1.3), который позволяет переключаться между ними. В графическом до-

кументе набор панелей **Черчение** содержит команды построения, редактирования геометрии, простановки размеров и обозначений, наложения ограничений, а также команды измерений, команды работы с видами и вставками. Набор панелей **Управление** служит для работы с объектами спецификаций и отчетами. Далее следуют наборы панелей приложений **Сервисные инструменты** и др.

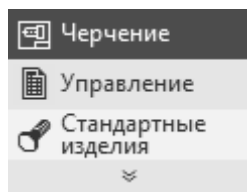


Рисунок 1.3 – Список наборов

Геометрия – содержит команды для создания геометрических объектов на чертеже: точек, вспомогательных линий, отрезков, окружностей, дуг, эллипсов, сплайнов и прямоугольников. На этой панели есть также команды для непрерывного ввода объектов, создания фасок, сопряжений между произвольными кривыми, штриховки и пр. Большинство графических примитивов можно выполнить в документе разными способами. Например, отрезок можно построить по двум произвольным точкам параллельно или касательно к уже существующему объекту.

Правка – вторая по значимости после **Геометрии** панель инструментов. Ее команды позволяют сдвигать, поворачивать, масштабировать, копировать элементы изображения. Часть команд объединена в группы, что облегчает их поиск и вызов.

Размеры – служит для проставления и оформления размеров на чертеже. Команды этой панели позволяют использовать любые размеры, встречающиеся в конструировании: линейные, радиальные, угловые и пр. Размер на чертеже может проставляться автоматически (с учетом текущего масштаба вида) или вводиться пользователем. Оформление размеров подразумевает проставление допусков, отклонений и квалитетов согласно требованиям ГОСТа.

Обозначения – предназначена для проставления на чертеже знаков шероховатости, баз, линий-выносок, допусков формы, стрелок взгляда и пр. Кроме того, на панели размещены кнопки для создания текста и таблиц на чертеже.

Ограничения – команды для отображения в графической области символов связей и ограничений, наложенных на графические объекты.

Диагностика – предоставляет пользователю доступ к командам определения координат точек, расстояний между кривыми, углов между прямыми, длин кривых и площадей геометрических фигур. Кроме того, на этой панели размещена группа команд для определения МЦХ плоских фигур.

Виды – панель содержат команды для создания ассоциативных видов.

Вставки и макроэлементы – команды для вставки макроэлементов, рисунков, фрагментов, характерных точек, изображений видов других чертежей и т. д.

Рецензент – команды для заметок рецензента.

Отверстия и резьбы – команды для создания отверстий, резьб и перестроения отверстий и резьб.

Настройка панелей в Инструментальной области осуществляется с помощью контекстного меню (рисунок 1.4):

– **Увеличить/Уменьшить панель на один столбец** – увеличивает/уменьшает на единицу количество колонок для отображения команд на панели. При добавлении колонки ширина панели увеличивается, в результате чего становится видно больше команд, а при удалении – наоборот;

– **Показать на панели все команды** – добавляет такое количество колонок, при котором все кнопки панели становятся видны;

– **Добавить команды...** – вызывает диалог, в котором можно выбрать команды для добавления на панель. Одну и ту же команду можно включить в состав нескольких панелей;

– **Удалить команду** – исключает команду из панели. Если контекстное меню вызвано на заголовке или на свободном месте панели, то данная команда в нем отсутствует.

В левой части окна содержатся объединенные друг с другом панели **Параметры** и **Дерево чертежа** (рисунок 1.5).

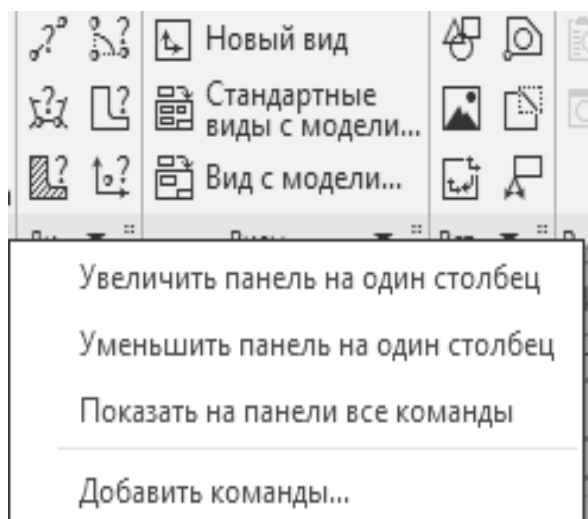


Рисунок 1.4 – Контекстное меню

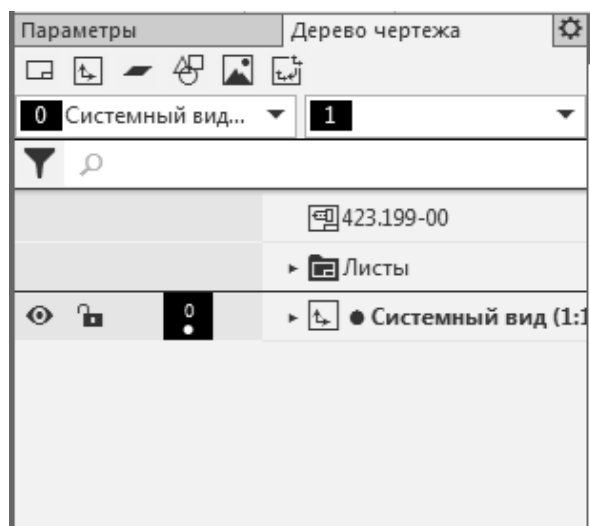


Рисунок 1.5 – Панели **Параметры** и **Дерево чертежа**

Включение/отключение панелей осуществляется через меню **Настройка** (рисунок 1.6).

Панели можно разъединять и ставить как с правой, так и с левой стороны окна.

Панель **Параметры** служит для управления параметрами выделенного или редактируемого объекта. Панель **Дерево чертежа** содержит листы и виды. В виды вложены слои и, при наличии, вставки, например макроэлементы, фрагменты и т. д.; если виды ассоциативные, то их вложенными объектами являются модели.

Панель **Параметры** предназначена для выполнения следующих действий:

- управление процессом выполнения команды;
- изменение параметров объекта, выделенного в графической области.

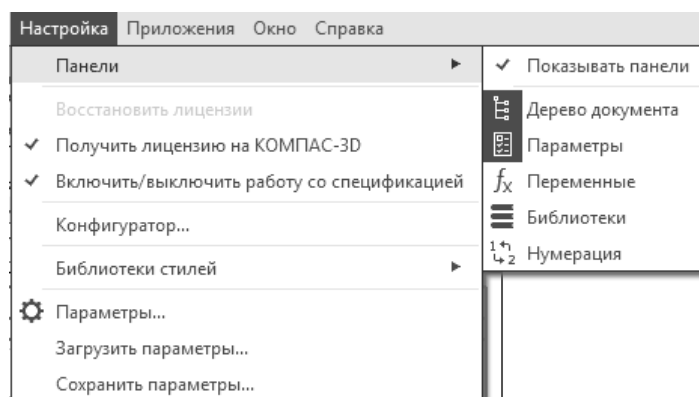


Рисунок 1.6 – Меню **Настройка**

Если не выделен ни один объект и не запущена ни одна команда, то панель **Параметры** пуста.

По умолчанию панель **Параметры** прикреплена к левой границе графической области.

Панель **Параметры** состоит из трех областей (рисунок 1.7):

- **Область заголовка** – расположена в верхней части панели. Содержит название панели и кнопку . В зависимости от типа документа и от того, запущена ли команда, в области заголовка могут отображаться дополнительные кнопки. Цвет области заголовка является индикатором режима работы. Например, в режиме разнесения компонентов сборки заголовки панели **Параметры** синий, в режиме эскиза – зеленый, в режиме редактирования технических требований – оранжевый;

- **Основная область** – расположена ниже области заголовка. Содержит элементы для задания параметров и свойств объекта;

- **Область сообщений** – расположена в нижней части панели. Содержит сообщения системы, относящиеся к текущему состоянию документа или к выполнению вызванной команды. Отображение области сообщений можно отключить щелчком по знаку x в ее правой части. Чтобы снова включить отображение этой области, следует вызвать команду **Показать подсказку** из меню кнопки в области заголовка.

Панель **Дерево документа** служит для отображения списка объектов, составляющих документ. Типы объектов зависят от типа документа.

Дерево документа служит для выбора объектов – по одному или группами – и выполнения над ними различных операций. Так, для быстрого перехода к редактированию объекта можно дважды щелкнуть по его названию в **Дереве документа**. Контекстное меню выделенного объекта (объектов) содержит часто используемые команды.

Список объектов в **Дереве документа** представляет собой таблицу. Первые несколько колонок содержат поля, отображающие различные свойства объектов документа. Текущее значение свойства отображается в поле в виде пик-

тограммы. Щелчок в поле меняет значение на противоположное (если значений два) или раскрывает список значений (рисунок 1.8).

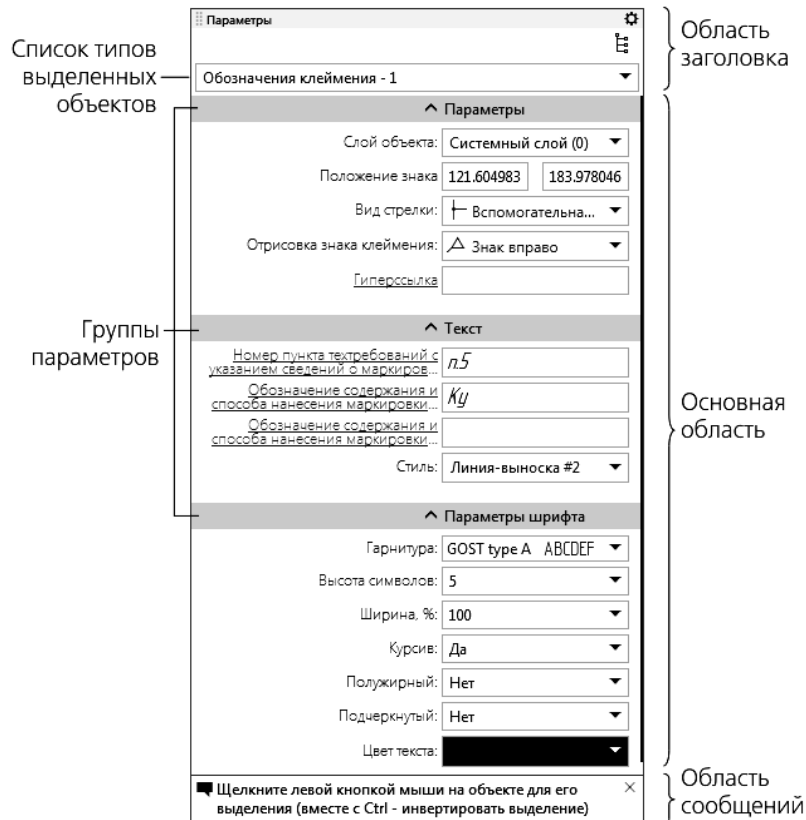


Рисунок 1.7 – Панель **Параметры** при изменении параметров объекта

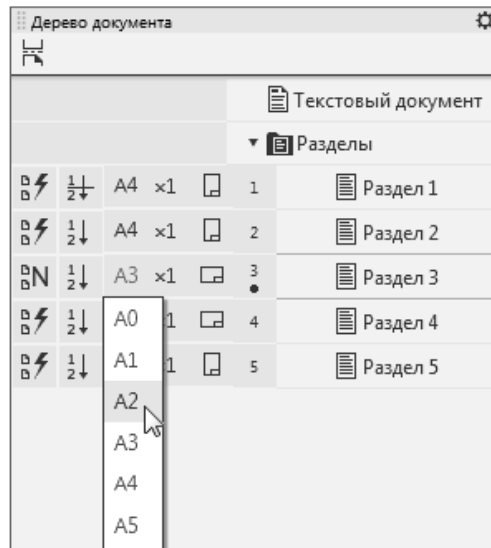



Рисунок 1.8 – Смена параметров объекта в **Дерево документа**

Суть действия привязок заключается в следующем. Система анализирует объекты, ближайšie к текущему положению указателя, чтобы определить их характерные точки (например, конец или центр отрезка, центр окружности, точку пересечения двух линий и т. п.) и затем предоставить пользователю воз-

возможность зафиксировать указатель в одной из этих точек. Можно настроить параметры, по которым система будет искать характерные точки близлежащих объектов. Применение привязок позволяет точно установить указатель в некоторую точку, причем не обязательно, чтобы координаты указателя в момент щелчка точно совпадали с координатами нужной точки.

Привязки бывают двух видов: глобальные и локальные. Глобальные действуют постоянно при вводе или редактировании объектов. Установить набор глобальных привязок можно в диалоговом окне **Параметры** (вкладка **Система**, подраздел **Привязки** раздела **Графический редактор**). Для текущего сеанса работы с графическим документом можно настроить типы привязок при помощи панели инструментов **Глобальные привязки**  или диалогового окна **Установка глобальных привязок** (рисунок 1.9). Для вызова этого диалогового окна необходимо щелкнуть на кнопке **Привязки** и потом **Настройка**.

Локальные привязки могут вызываться при вводе конкретного объекта и не запоминаются системой для последующих вызовов команд построения геометрии. Локальные привязки имеют более высокий приоритет по сравнению с глобальными. Это означает, что при вызове локальной привязки установленные глобальные привязки действовать не будут. Чтобы воспользоваться той или иной локальной привязкой, следует вызвать одну из команд контекстного подменю **Привязка** или воспользоваться раскрывающимся меню кнопки **Локальные привязки** (рисунок 1.10), которая размещена последней на панели **Глобальные привязки**.

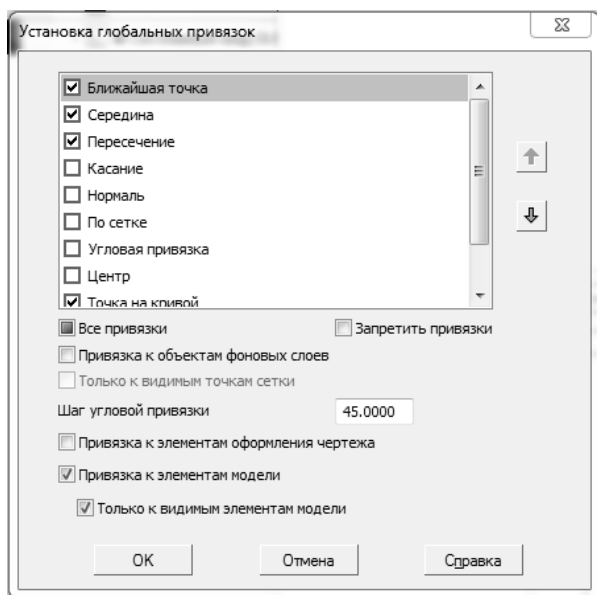


Рисунок 1.9 – Диалоговое окно **Установка глобальных привязок**

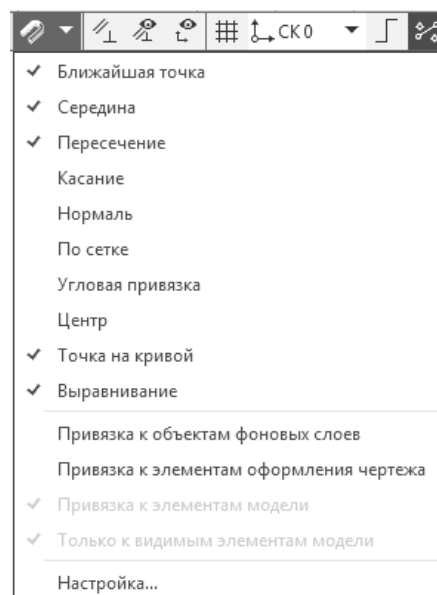


Рисунок 1.10 – Меню кнопки **Локальные привязки**

В чертежном редакторе КОМПАС-График доступны следующие типы привязок.

Ближайшая точка – позволяет привязаться к ближайшей для указателя характерной точке (начало отрезка, точка начала системы координат и пр.).

Середина – разрешает фиксировать указатель на середине ближайшего прямолинейного объекта.

Пересечение – включение этой привязки указывает системе на необходимость отслеживать ближайшие к указателю пересечения линий.

Касание – действие этой привязки размещает указатель таким образом, чтобы создаваемый объект (отрезок, дуга) касался ближайшей к текущему положению указателя точки объекта, расположенного рядом.

Нормаль – действует аналогично предыдущей, с той только разницей, что создаваемый объект размещается по нормали к ближайшему объекту.

По сетке – выполняет привязку указателя к точкам координатной сетки.

Угловая привязка – позволяет фиксировать указатель под определенным углом к последней зафиксированной точке создаваемого объекта. Шаг угловой привязки можно настроить в диалоговом окне настройки привязок.

Центр – выполняет привязку к центрам окружностей, дуг или эллипсов.

Точка на кривой – просто размещает указатель на произвольной кривой.

Выравнивание – при перемещении указателя система выполняет выравнивание (по горизонтали или по вертикали) по характерным точкам близлежащих объектов или по последней зафиксированной точке (например, по первой точке отрезка, предыдущей точке ломаной или кривой Безье и т. п.).

Отключить или включить действие установленных в системе глобальных привязок можно при помощи кнопки **Привязки** на панели **Текущее состояние** или сочетания клавиш **Ctrl + D**.

Практические задания

1 Построить окружность радиусом 10 мм с координатами центра (30, 40).

2 Построить точку с маркером «+» в центре окружности, используя объектную привязку.

Контрольные вопросы

1 Что такое САПР?

2 Из чего состоит панель **Параметры** и для чего предназначена?

3 Для чего предназначена САПР Компас-3D?

4 Для чего предназначено **Дерево документов**?


2 Использование графических примитивов


Цель работы: изучить использование графических примитивов в Компас-3D.

2.1 Краткие теоретические сведения

Графический примитив – это элементарный графический объект, построение которого выполняется одной командой.


2.1.1 Группа кнопок, предназначенных для создания точки (точка служит лишь вспомогательным объектом на чертеже).

Точка  – создает точку на чертеже или фрагменте простым указанием мышью или вводом двух координат.


Точки по кривой  – строит определенное количество точек, равномерно размещенных по какой-либо кривой.


Точки пересечения двух кривых  – после указания пользователем двух кривых система устанавливает точки в местах их пересечений.


Все точки пересечений кривой  – разрешает установить точки в местах пересечений указанной кривой с любыми другими кривыми.


Точка на заданном расстоянии  – позволяет построить несколько точек, равномерно размещенных вдоль кривой и находящихся на определенном расстоянии от базовой точки, которая лежит на этой кривой.


2.1.2 Группа команд, позволяющих строить отрезки.


Отрезок  – самый простой и наиболее используемый вариант построения отрезка. Создание возможно путем указания на чертеже двух точек (начальной и конечной) или задания начальной точки, угла наклона и длины отрезка.

Параллельный отрезок  – после вызова команды необходимо указать любой прямолинейный объект, после чего зафиксировать первую точку отрезка. Далее можно перемещать указатель в любую сторону, но фантомное изображение отрезка будет строиться строго параллельно выбранному объекту. Зафиксировав вторую точку, получим отрезок, параллельный указанному прямолинейному объекту.


Перпендикулярный отрезок  – действие команды аналогично команде **Параллельный отрезок**, только отрезок строится перпендикулярно указанному объекту.

Касательный отрезок через внешнюю точку  – для построения отрезка нужно задать любой криволинейный объект и точку, не лежащую на этом объекте. Первой точкой созданного объекта будет внешняя точка, а второй – точка касания воображаемой прямой и указанного объекта.


Касательный отрезок через точку кривой  – от предыдущей данная команда отличается только тем, что при задании криволинейного объекта на нем сразу фиксируется вторая точка отрезка. Его дальнейшее построение возможно только вверх или вниз по касательной к выбранному объекту в фиксированной точке.

Отрезок, касательный к двум кривым,  – создает отрезок (или отрезки), касательный к двум указанным кривым.

2.1.3 Группа команд, предназначенных для построения окружностей.

Окружность  – самая простая и наиболее используемая команда. Построение окружности проходит путем указания координат (точки) центра и величины радиуса.

Окружность по трем точкам  – строит окружность через три заданные точки. Точки не должны лежать на одной прямой.


Окружность с центром на кривой  – создает окружность через центр и произвольную точку. При этом центр окружности находится на произвольной кривой.


Окружность, касательная к одной кривой, .


Окружность, касательная к двум кривым, .


Окружность, касательная к трем кривым, .


2.1.4 Группа команд для создания дуг окружностей.

Дуга  – для построения такой дуги нужно указать ее центр, радиус, а также начальную и конечную точки.


Дуга по трем точкам  – соединяет три указанные на чертеже точки. Радиус дуги система определяет автоматически. Точки не должны лежать на одной прямой.


Дуга, касательная к кривой,  – для построения данной дуги нужно выполнить три последовательных действия: указать кривую (точка касания определяется как начальная точка дуги); задать произвольную точку дуги (вторую точку); определить конечную точку. Две последние точки не должны лежать на одной прямой, а также на указанном объекте, если он является прямолинейным. Радиус и центр дуги система определяет автоматически.


Дуга по двум точкам  – служит для создания дуги (полуокружности) по двум точкам.

Дуга по двум точкам и углу раствора  – для создания такой дуги сначала необходимо ввести значение угла раствора (по умолчанию 90°), после чего указать начальную и конечную точки дуги. Центр и радиус будут определены автоматически.

2.1.5 Группа кнопок для построения многоугольников.

Прямоугольник  – позволяет построить прямоугольник простым указанием двух вершин. После фиксации первой точки вместо задания противоположной вершины прямоугольника можно просто определить его высоту и ширину.

Прямоугольник по центру и вершине  – предназначена для построения прямоугольника путем указания его центра и вершины.

Многоугольник  – позволяет создать многоугольник. Для этого нужно указать количество его вершин, способ построения (по описанной или по впи-

санной окружности), радиус этой окружности, а также точку центра многоугольника.

Практические задания

- 1 Построить точку с координатами (10,10) маркером \otimes .
- 2 Построить фигуру с координатами вершин (10,10); (20,40); (50,40); (60,10), используя одну команду LINE.
- 3 Построить дугу по трем точкам: (20,40); (30,30); (40,40). Построить отрезок (10,10)–(50,10). Достроить отрезки, используя объектную привязку (рисунок 2.1).
- 4 Построить один отрезок (10,10)–(60,50). Построить окружность с центром (70,70) и радиусом 30. Построить второй отрезок из центра первого отрезка, являющийся перпендикуляром к окружности.
- 5 Построить точку (20,20). Построить окружность с центром (70,70) и радиусом 20 мм. Построить два отрезка из точки, касательных к окружности.
- 6 Построить два отрезка: (10,35)–(60,35) и (35,10)–(35,60). Построить окружность с центром в точке пересечения этих отрезков радиусом 10 мм.
- 7 Построить три отрезка: (20,10)–(20,60); (40,10)–(40,60) и (10,30)–(50,50). Построить окружность диаметром, заданным точками пересечения отрезков.
- 8 Построить дугу по начальной (20,60), конечной (70,60) точкам и радиусу 60 мм.
- 9 Построить два отрезка: (20,70)–(70,70) и (40,20)–(40,80). Построить пятиугольник, вписанный в окружность, с центром в точке пересечения двух отрезков и радиусом 35 мм.
- 10 Построить квадрат со стороной, заданной точками (5,50) и (25,30).
- 11 Построить окружность и дугу с использованием разных типов линий (рисунок 2.2).
- 12 Построить фигуру с использованием разных типов линий (рисунок 2.3).

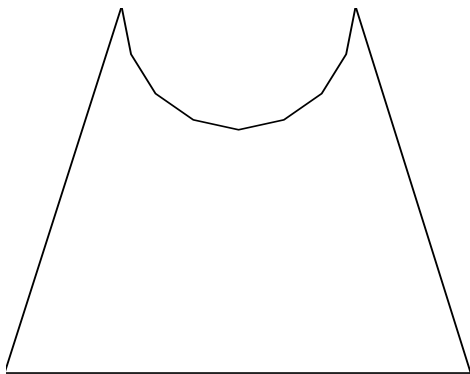


Рисунок 2.1 – Поясняющий рисунок для задания 3

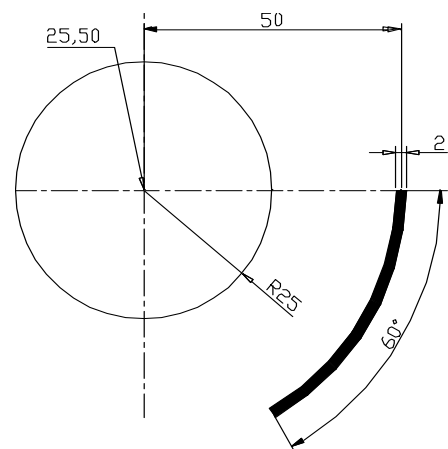


Рисунок 2.2 – Поясняющий рисунок для задания 11

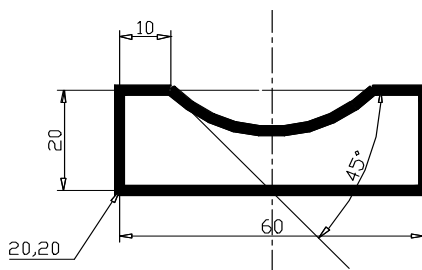


Рисунок 2.3 – Поясняющий рисунок для задания 12

Контрольные вопросы

- 1 Какие графические примитивы используются в Компас-3D?
- 2 Какие графические примитивы в каких случаях используются?

3 Методы построений и редактирования чертежей

Цель работы: научиться использовать различные методы построения и редактирования чертежей.


3.1 Краткие теоретические сведения


Для построения чертежей недостаточно использовать только примитивы. Более сложные построения выполняются с использованием различных методов построений и редактирования чертежей.

3.1.1 Команда Симметрия


Позволяет получить симметричное, относительно произвольной прямой, изображение выбранного объекта.


3.1.2 Группа команд, предназначенных для перемещения графических объектов на чертеже.


Сдвиг  – служит для перемещения по документу объекта или группы выделенных объектов. Во время перемещения можно использовать как глобальные, так и локальные привязки.

Сдвиг по углу и расстоянию  – позволяет перемещать выделенные объекты или группы объектов на определенную величину и в определенном направлении.


3.1.3 Группа команд, предназначенных для копирования выделенных объектов документа.

Копирование  – позволяет копировать выделенные объекты чертежа или фрагмента. Копирование осуществляется указанием базовой точки с последующим заданием точки размещения копии или путем определения смещения по осям относительно базовой.


Копия по кривой  – копии выделенных объектов размещаются вдоль выбранной кривой с определенным шагом.


Копия по окружности  – предназначена для размещения определенного количества копий объекта вдоль выбранной окружности.


Копия по концентрической сетке  – копии объекта располагаются в узлах концентрической сетки (т. е. по концентрическим окружностям).

Копия по сетке  – копии выделенных объектов размещаются в узлах двумерной сетки.

3.1.4 Группа, содержащая кнопки, предназначенные для удаления участков кривой.

Усечь кривую  – одна из самых нужных команд редактирования. Удаляет часть кривой между точками ее пересечения с другими кривыми.

Усечь кривую двумя точками  – удаляет часть кривой между двумя точками, указанными пользователем.

Выровнять по границе  – служит для продления и усечения объектов относительно выбранной кривой (границы).

Удлинить до ближайшего объекта  – продлевает выделенные объекты до пересечения с указанным объектом.

Удалить фаску/скругление  – удаляет указанные фаску или скругление.

Практические задания

1 Построить фигуру (рисунок 3.1, а). Отобразить вниз и достроить окружность (рисунок 3.1, б). Отобразить вправо (рисунок 3.1, в).

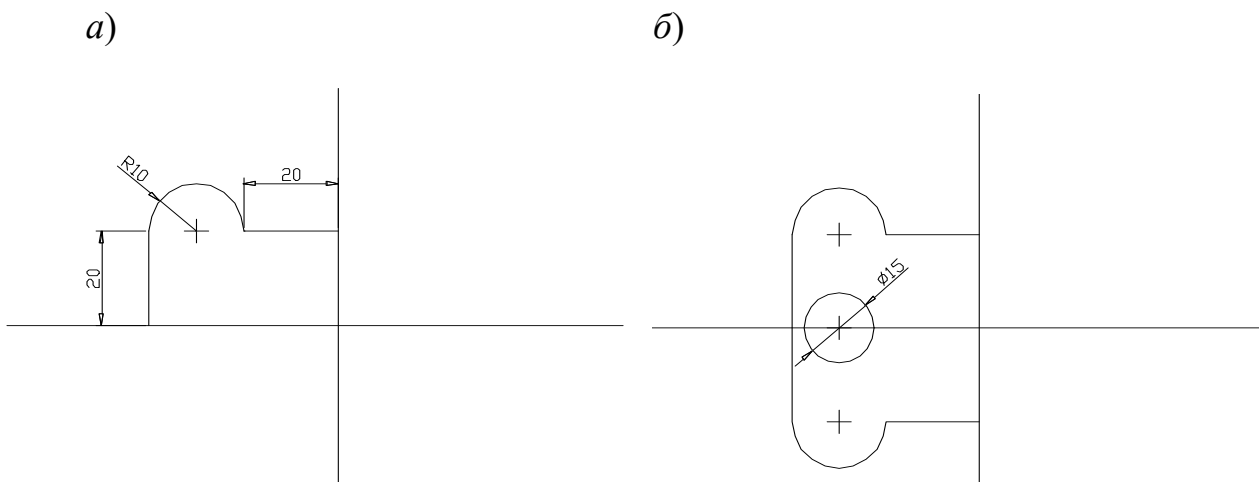
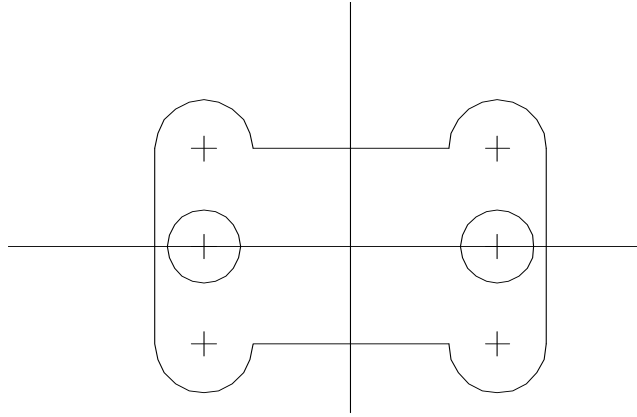


Рисунок 3.1 – Поясняющий рисунок для задания 1

в)



Окончание рисунка 3.1

2 Построить фигуру (рисунок 3.2).

3 Построить фигуру (рисунок 3.3).

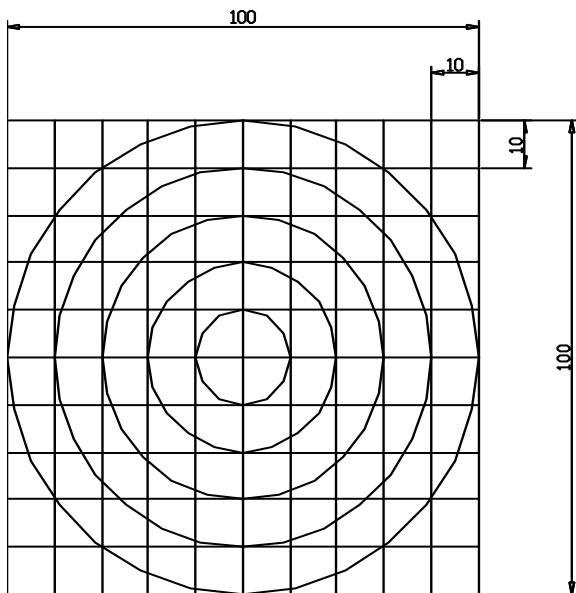


Рисунок 3.2 – Поясняющий рисунок для задания 2

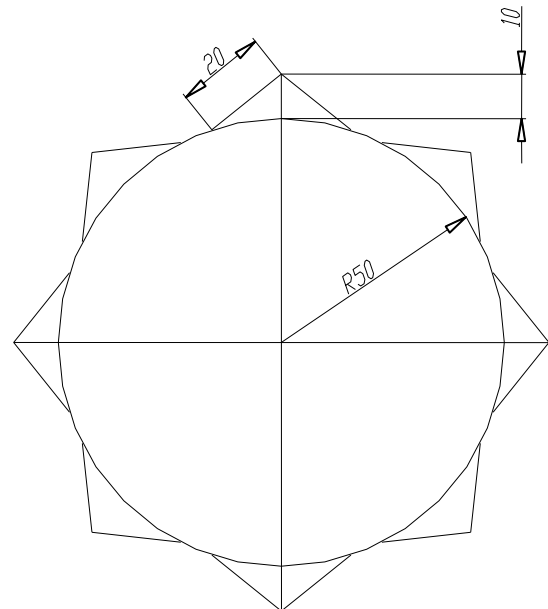


Рисунок 3.3 – Поясняющий рисунок для задания 3

4 Построить фигуру (рисунок 3.4).

5 Построить фигуру (рисунок 3.5, а). Достроить до фигуры (рисунок 3.5, б).

6 Построить фигуру в следующей последовательности (рисунок 3.6).

7 Построить фигуру в следующей последовательности (рисунок 3.7).

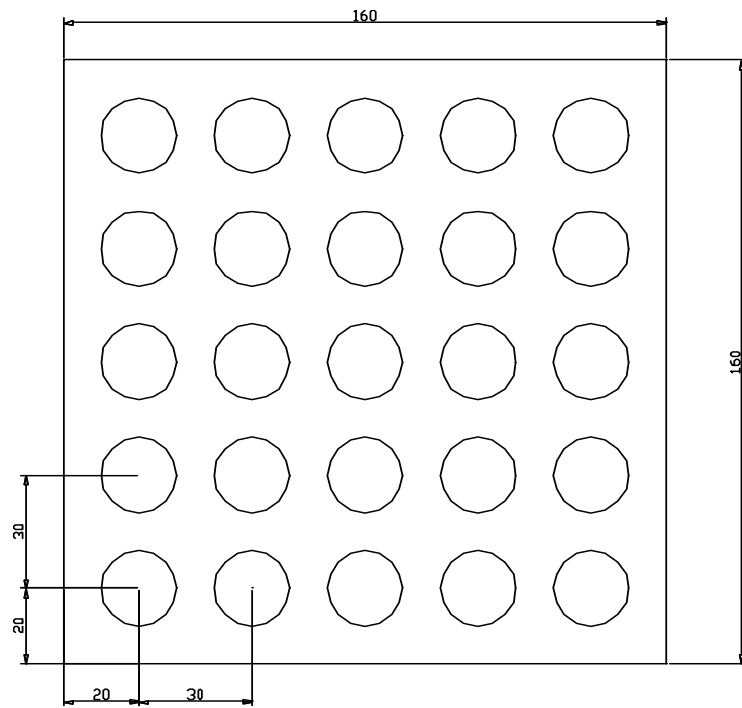
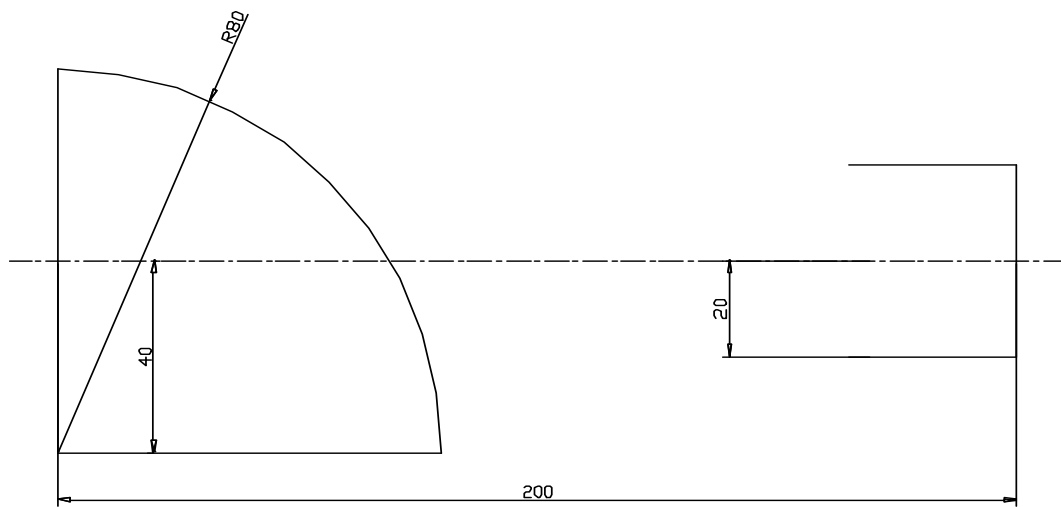


Рисунок 3.4 – Поясняющий рисунок для задания 4

а)



б)

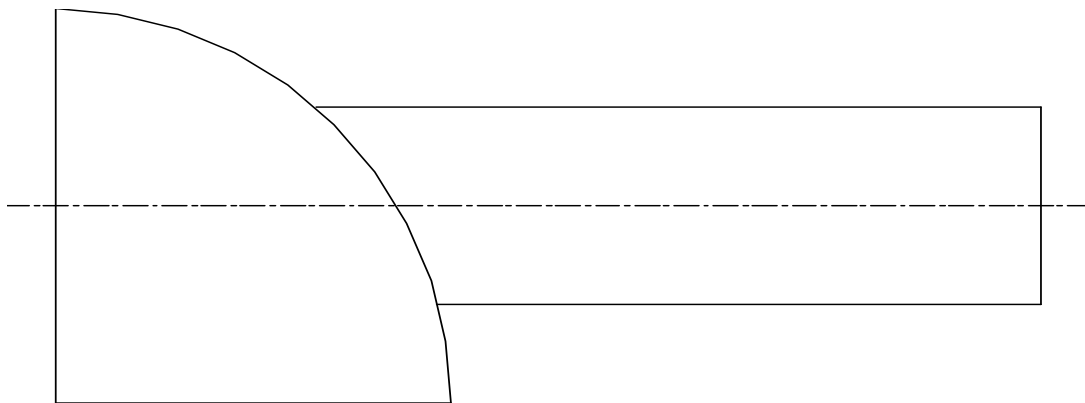
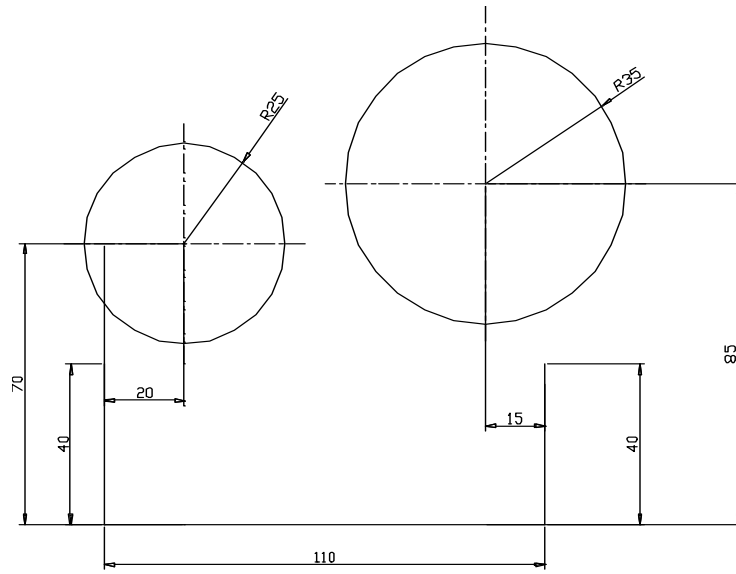
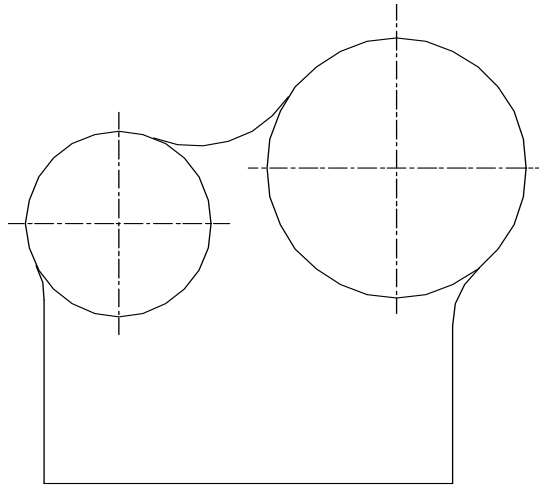


Рисунок 3.5 – Поясняющий рисунок для задания 5

a)



б)



в)

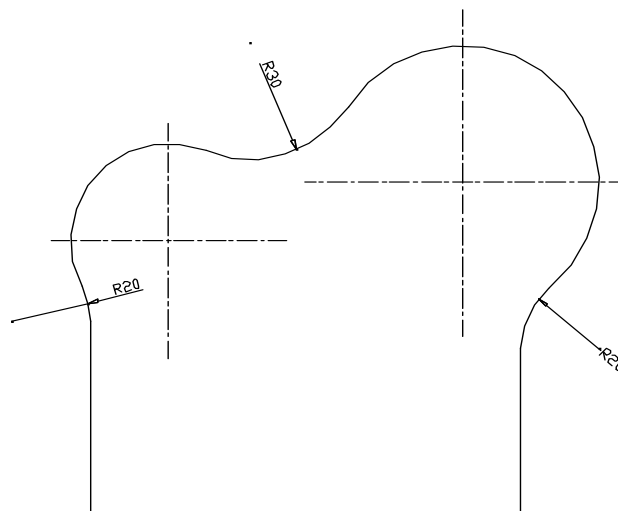


Рисунок 3.6 – Поясняющий рисунок для задания 6

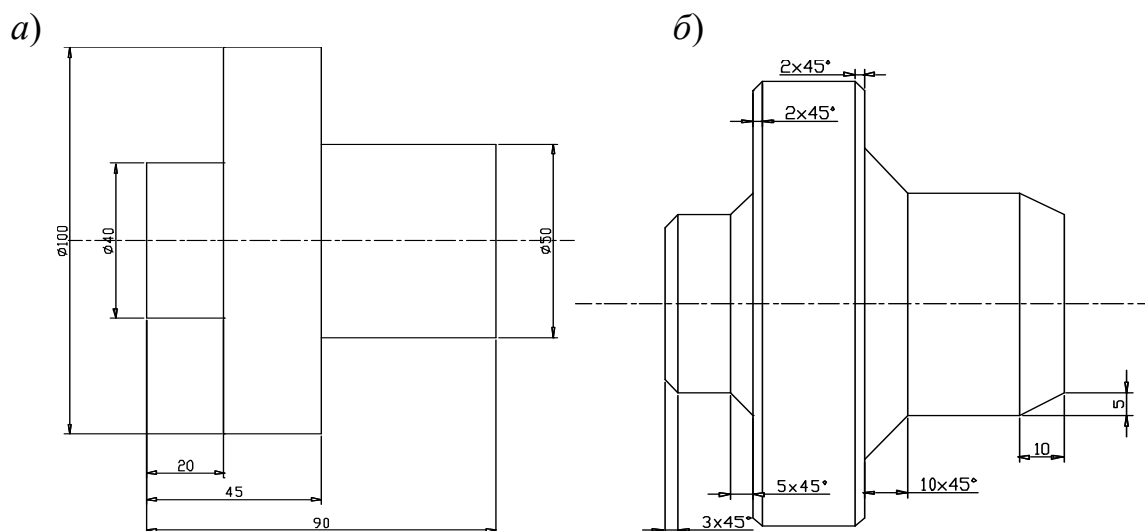


Рисунок 3.7 – Поясняющий рисунок для задания 7

Контрольные вопросы


- 1 Какие методы редактирования чертежей вы знаете?
- 2 Для чего используется раздел **Правка**?
- 3 Рассказать, как применять группу команд **Копирование**.
- 4 Что такое копирование по сетке?

4 Оформление чертежей

Цель работы: научиться использовать штриховку и простановку размеров.

4.1 Общие сведения

4.1.1 Команда **Штриховка**

Применяется практически в каждом чертеже. Она позволяет использовать различные типы штриховок (можно выбрать стандартную из списка **Стиль** или создать собственную), а также заливать цветом замкнутые контуры на чертеже. Если какой-либо контур является незамкнутым и невозможно определить точку разрыва, то следует вручную указать контур штриховки. Для этого предназначена кнопка **Ручное рисование границ** на панели специального управления. Обратите внимание, что эта кнопка недоступна в режиме создания эскиза трехмерного документа, т. к. при создании эскиза не возникает необходимости в штриховке или заливке цветом. Можно также использовать градиентную заливку. Для этого предназначена появившаяся в десятой версии программы команда **Заливка** .

Чтобы создать свой стиль штриховки, выполните следующее:

– нажмите кнопку **Штриховка**. В раскрывающемся списке **Стиль** выберите последний пункт – **Другой стиль**;

– появится диалоговое окно **Выберите текущий стиль штриховки** (рисунок 4.1). Нажмите кнопку **Библиотека** и загрузите библиотеку стилей штриховок GRAPHIC.LHS. После этого перейдите на вкладку **Библиотека**, на которой должны отобразиться различные стили штриховок;

– выберите любой стиль и нажмите кнопку **Новый**. Откроется окно **Создание нового стиля штриховки**, в котором можно настроить или изменить выбранный стиль;

– сохранив стиль под новым именем (для этого нужно изменить его название в соответствующем поле и нажать кнопку **ОК** после завершения настроек), можно использовать его в своих чертежах.

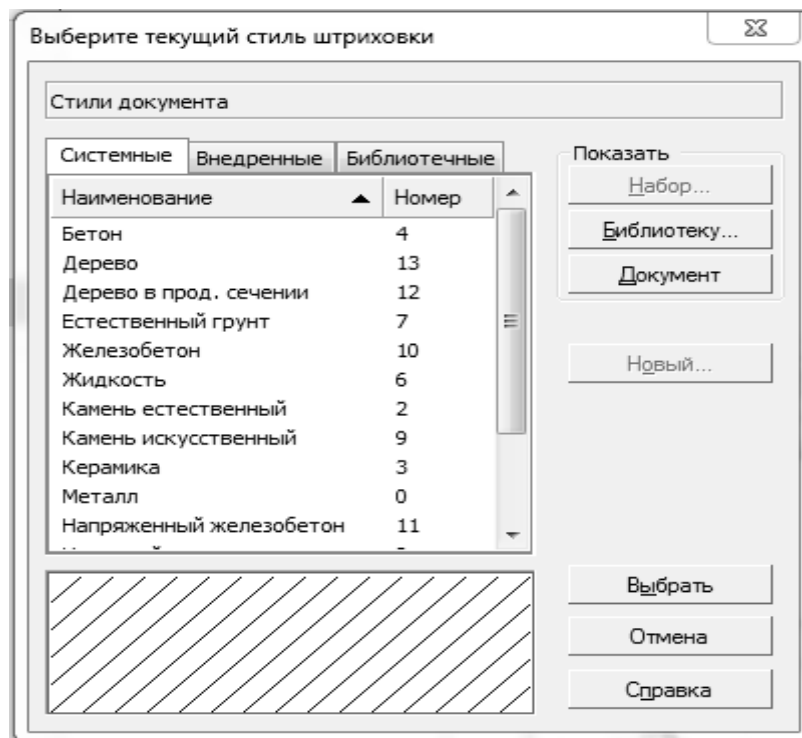





Рисунок 4.1 – Окно выбора стиля штриховки


4.1.2 Панель Размеры.



Команды предлагают практически все возможные варианты нанесения размеров (линейный, линейный с обрывом, угловой, диаметральный, радиальный и пр.), большинство из которых рассмотрены далее.


Авторазмер  – интеллектуальная команда, самостоятельно выбирающая тип создаваемого размера в зависимости от графического объекта, указанного пользователем. Например, если после вызова этой команды указать щелчком окружность, система будет создавать диаметральный размер, если щелкнуть на прямолинейном объекте – линейный размер и т. д. На вкладках панели свойств будут отображаться различные настройки для каждого типа размера.


Линейный размер  – предназначен для простановки линейного размера на чертеже. Создание размера состоит из последовательного указания трех точек: две первые определяют собственно величину размера, а третья указывает (фиксирует) местоположение размерной линии на чертеже. В отдельных случа-

ях трудно задать точки, определяющие величину размера. При этом лучше указать сам прямолинейный объект, чтобы система самостоятельно определила его габариты. Это можно сделать, нажав кнопку **Выбор базового объекта**  на панели специального управления. Кроме команды **Линейный размер**, в этой же группе находятся другие команды, реализующие частные случаи построения линейных размеров (**Линейный от общей базы**, **Линейный цепной** и пр.). Эти команды используются значительно реже.

Диаметральный размер  – служит для простановки диаметральных размеров окружностей. Для построения размера достаточно указать необходимую окружность и настроить параметры его отображения.

Радиальный размер  – строит радиальный размер для дуг окружностей. В этой же группе находится команда **Радиальный с изломом** .

Угловой размер  – отвечает за построение углового размера между двумя прямолинейными объектами. Для простановки угловых размеров существует еще несколько команд, объединенных в одну группу (**Угловой от общей базы**, **Угловой цепной**, **Угловой с обрывом** и пр.).

Размер дуги окружности  – предназначен для построения размера, показывающего длину дуги окружности.

Практические задания

- 1 Построить фигуру и выполнить штриховку (рисунок 4.2).

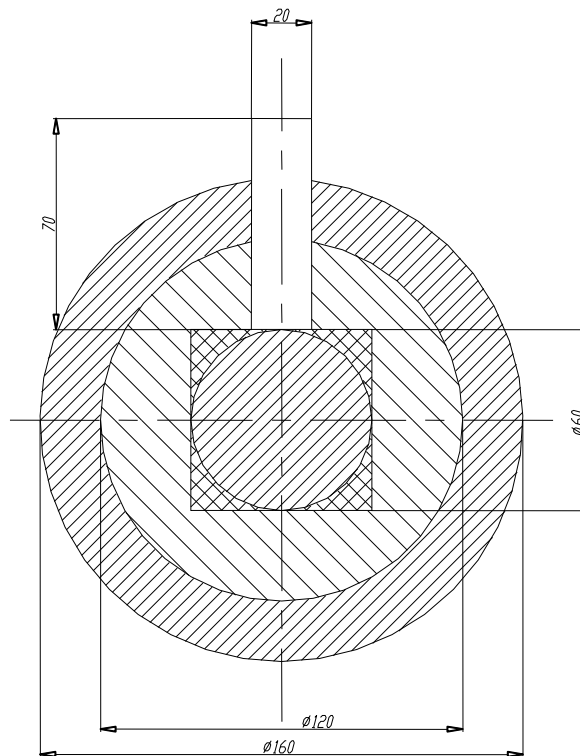




Рисунок 4.2 – Поясняющий рисунок для задания 1

- 2 Построить фигуру и нанести все размеры (рисунок 4.3).

Создать произвольный вид на чертеже можно при помощи команды **Создать новый вид** .

После нажатия этой кнопки необходимо указать точку привязки вида (точку начала локальной системы координат), масштаб вида, а также при необходимости задать имя вида и настроить его обозначение. Как правило, при создании произвольного вида на чертеже обозначение не используется. После создания вида он автоматически становится текущим.

В каждом виде по умолчанию присутствует один слой, называемый системным. Создавать собственные слои можно только в **Менеджере документа**, который вызывается одним из трех способов: щелчком на кнопке **Менеджер документа** на панели инструментов **Стандартная**, нажатием кнопки **Состояние слоев** на панели **Текущее состояние** или командой **Вставка -> Слой**. В двух последних случаях в левой части **Менеджера документа** сразу будет выделен текущий вид, а в правой – отображен список слоев этого вида.

Чтобы добавить новый слой, используйте кнопку **Создать слой** , которая находится на панели инструментов **Менеджера документа**. После добавление слоя можно сразу отредактировать его имя, номер, задать состояние, а также определить цвет, которым будут отображены элементы слоя, когда он неактивен.

Любой слой может находиться в одном из следующих состояний:

– активном или фоновом. Элементы активных слоев отображаются на чертеже с учетом выбранных стилей и толщины линий. Если активный слой не текущий, то все его графические объекты отображены одним цветом, указанным в настройках **Менеджера документа** (по умолчанию – это черный цвет). Элементы фонового слоя, как правило, показываются тонкой пунктирной линией. Настроить отображение фоновых слоев можно в окне **Параметры** (вкладка **Система**, раздел **Графический редактор -> Слои**);

– видимом или погашенном. Погашенный слой не отображается в окне документа.

Один из слоев всегда является текущим. Именно в нем будут создаваться все новые графические примитивы, хотя любой другой активный (не текущий) слой можно редактировать средствами КОМПАС, не переводя его в состояние текущего (рисунок 5.2).

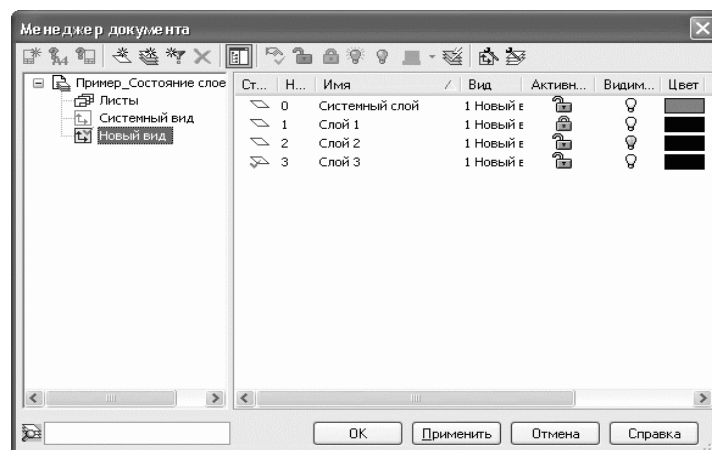


Рисунок 5.2 – Изменения состояния слоев

Сделать слой текущим можно при помощи **Менеджера документа** или, что значительно проще, используя раскрывающийся список **Состояния слоев** на панели **Текущее состояние**.

Примечание – Привязки срабатывают только к элементам видимых активных слоев. На фоновые и погашенные слои они не распространяются.

Практические задания

1 Определить следующие слои (таблица 5.1).

Таблица 5.1 – Параметры слоев

Название слоя	Тип линии	Цвет линии
Центровые	Осевые	RED
Размеры	Размерные	YELLOW
Основные	Стандартные	CYAN
Дополнительные	Стандартные	GREEN

2 В слое **Центровые** начертить центровые линии следующим образом (рисунок 5.3).

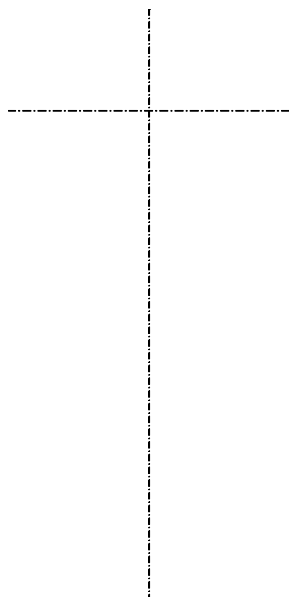


Рисунок 5.3 – Поясняющий рисунок для задания 2

3 В слое **Основные** начертить основные линии чертежа, используя дополнительные построения в слое **Дополнительные**. В слое **Размеры** достроить размеры (рисунок 5.4).

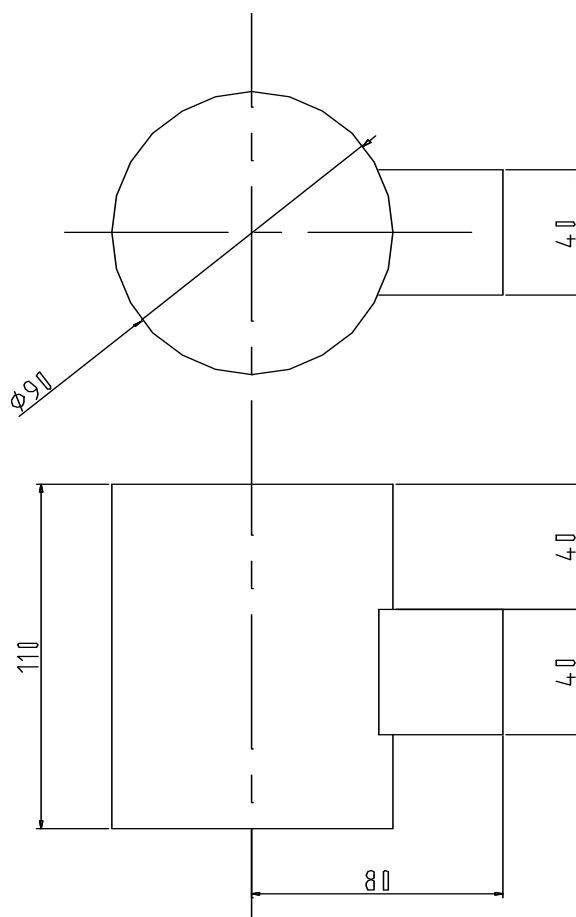


Рисунок 5.4 – Поясняющий рисунок для задания 3

Контрольные вопросы

- 1 Что такое слой? Для чего применяются слои?
- 2 Какие типы линий используются в чертежах?

6 Использование фрагментов

Цель работы: научиться работать с фрагментами и создавать свои библиотеки.

6.1 Общие сведения

Одним из способов автоматизации чертежных работ является использование наборов заранее построенных объектов. В качестве таких объектов могут выступать библиотеки фрагментов.

6.1.1 Создание библиотек фрагментов и локальных фрагментов.

Для создания этого типа библиотек не требуется никаких специальных навыков, кроме умения работать в КОМПАС-График или КОМПАС-3D. Библиотеки фрагментов или моделей формируются с помощью стандартных инструментов, предназначенных для работы с подключаемыми модулями, и могут

содержать в себе как простые изображения, так и сложные параметрические эскизы и модели.

Создать свою библиотеку фрагментов совсем несложно. Для этого в окне менеджера библиотек нужно воспользоваться командой контекстного меню **Добавить описание -> Библиотеки документов**. В появившемся диалоговом окне открытия библиотеки следует выбрать тип файла: КОМПАС-Библиотеки фрагментов (*.lfr) – если создаете хранилище для чертежей или эскизов, или КОМПАС-Библиотеки моделей (*.l3d) для наполнения будущей библиотеки 3D-моделями. Далее в поле **Имя файла** необходимо набрать название библиотеки и нажать кнопку **Открыть**. Поскольку самого файла библиотеки фрагментов еще не существует, система выдаст запрос, создавать ли его, на который следует ответить утвердительно. В результате в окне менеджера библиотек должна появиться библиотека, пока еще пустая. После ее запуска в ней можно помещать новые разделы, добавлять или формировать фрагменты и модели с помощью команд контекстного меню.

Чтобы создать внутри документа локальный фрагмент, выполните следующие действия:

- вызовите из контекстного меню на любом свободном месте документа команду **Создать локальный фрагмент**;

- откроется окно локального фрагмента;

- постройте изображение, которое будет храниться в локальном фрагменте;

- вызовите команду **Файл – Сохранить – В документ-владелец**. Локальный фрагмент будет сохранен в своем документе-владельце;

- в появившемся на экране диалоге введите имя созданного локального фрагмента;

- закройте окно локального фрагмента.

Второй способ создания в документе локального фрагмента – использование кнопки **Создать фрагмент** в **Менеджере вставок видов и фрагментов**.

Чтобы вставить локальный фрагмент в документ, выполните следующие действия:

- вызовите команду **Редактор – Менеджер вставок видов и фрагментов**.

На экране появится окно **Менеджера вставок видов и фрагментов**;

- в **Списке типов вставок** раскройте раздел **Вставки фрагментов – Локальные**;

- в **Списке вставок** выделите имя локального фрагмента, который требуется вставить в документ;

- нажмите кнопку **Вставить**.

Практическое задания

1 Создать фрагменты: гайка вид сверху, гайка вид сбоку, шляпка винта М12 (рисунок 6.1).

2 Построить чертеж соединения с использованием фрагментов. Здесь уместно будет воспользоваться слоями с различными типами линий и слоем для вспомогательных построений (рисунок 6.2).

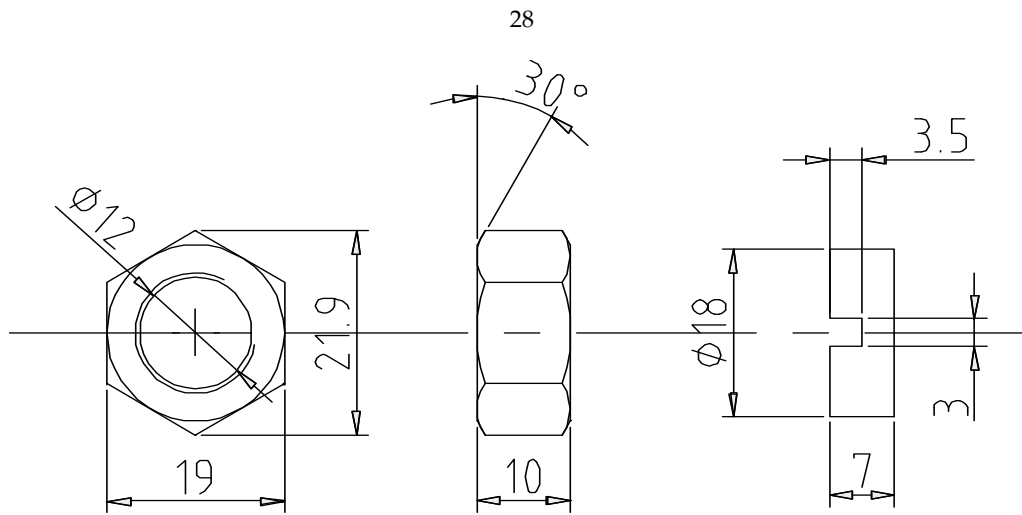


Рисунок 6.1 – Поясняющий рисунок для задания 1

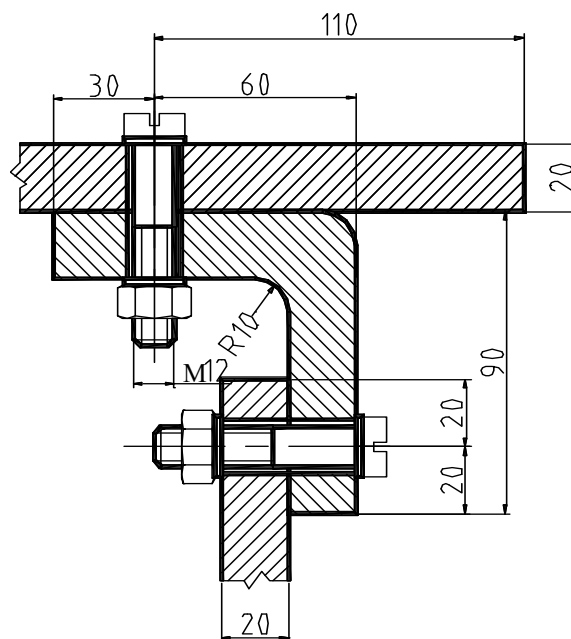


Рисунок 6.2 – Поясняющий рисунок для задания 2

Контрольные вопросы

- 1 Что такое фрагмент? Для чего используются фрагменты?
- 2 Как создать свою библиотеку и внести туда фрагменты деталей?

7 Работа с видом модели при трехмерном моделировании

Цель работы: научиться работать с видами трехмерных моделей.

7.1 Общие сведения

При построении трехмерных моделей необходимо иметь возможность гибко изменять системы координат и направление взгляда на объект.

7.1.1 Вид при активном трехмерном документе.

Команда **Повернуть** предназначена для поворота 3D-модели детали или сборки вокруг центральной точки габаритного параллелограмма. Эта команда действует по такому же принципу, что и команда **Сдвинуть**. После ее вызова система переходит в режим ожидания поворота модели, а форма указателя приобретает вид двух стрелок, выгнутых по окружности. Удерживая нажатой левую кнопку мыши, можно произвольно вращать модель в окне представления документа. Если нужно повернуть модель вокруг произвольной точки, оси или грани, то следует один раз щелкнуть кнопкой мыши на нужном объекте (он должен выделиться). При этом указатель немного изменит вид (между стрелками появится условное изображение точки, оси или плоскости), а модель будет вращаться вокруг выбранного объекта. Чтобы вернуться к режиму поворота вокруг центра габаритного параллелограмма, необходимо щелкнуть кнопкой мыши в любой точке трехмерного пространства, не занятой моделью. Для выхода из режима поворота можно воспользоваться клавишей **Esc** или кнопкой **Прервать команду**.

С помощью команды **Ориентация** вызывается диалоговое окно установки ориентации модели (рисунок 7.1). Здесь можно выбрать одну из стандартных ориентаций модели (вид спереди, сзади, слева, справа, сверху, снизу, изометрия, диметрия) или создать и сохранить для последующего применения пользовательскую проекцию.

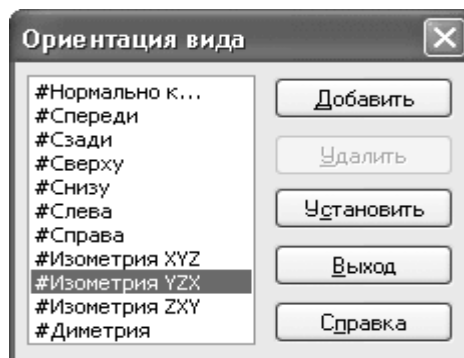


Рисунок 7.1 – Диалоговое окно настройки ориентации 3D-модели

Немного быстрее установить нужный вид можно с помощью раскрывающегося меню кнопки **Ориентация** на панели инструментов **Вид** (рисунок 7.2). Чтобы оно появилось, нужно щелкнуть на треугольнике справа от этой кнопки.

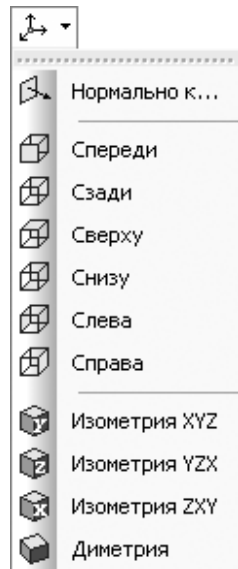


Рисунок 7.2 – Меню кнопки **Ориентация**

Меню кнопки **Ориентация** можно также сделать плавающим – оформить в виде отдельной панели инструментов (рисунок 7.3). Для этого его нужно перетащить за маркеры в верхней части и отпустить в любом месте главного окна.



Рисунок 7.3 – Панель инструментов **Ориентация**

Значок текущей ориентации подсвечивается (он рисуется во «вжатом» виде).

Команды подменю **Отображение** (рисунок 7.4) предназначены для управления отображением модели.

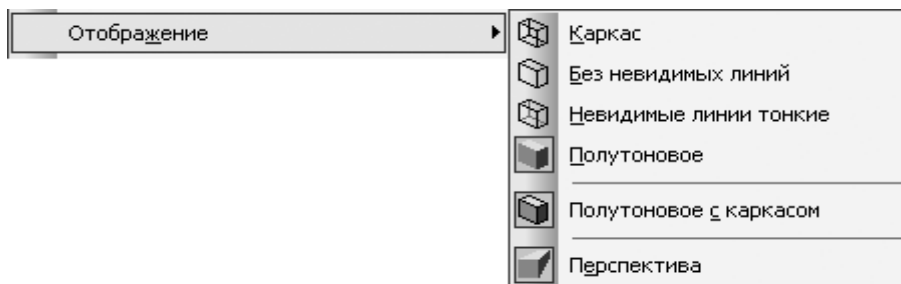


Рисунок 7.4 – Команды для управления отображением модели

Возможно несколько вариантов того, как будут показаны построенные модели.

Каркас – изображение формируется проецированием контуров моделей на экран (рисунок 7.5, а).

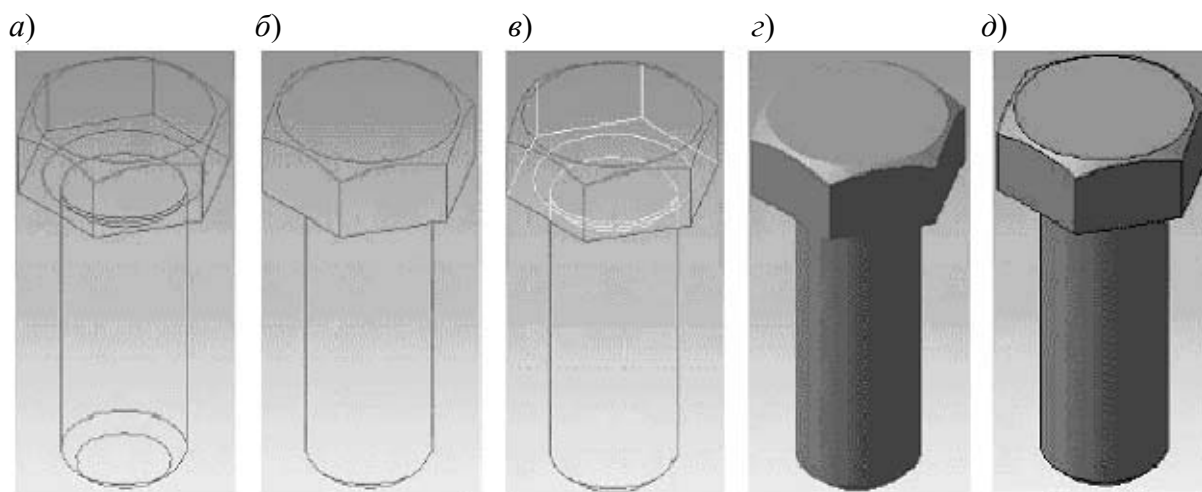
Без невидимых линий – то же, что и каркас, только с учетом перекрытия контуров, т. е. ребра и линии контура модели, которые невидимы в действи-

тельности, на экране не отображаются (рисунок 7.5, б).

Невидимые линии тонкие – модель показана в виде каркаса, при этом линии невидимого контура рисуются более светлыми, чем линии видимой части каркаса (рисунок 7.5, в).


Полутоновое – способ отображения, учитывающий цвет и другие оптические характеристики модели (блеск, зеркальность, прозрачность и т. п.) (рисунок 7.5, г).


Полутоновое с каркасом – то же, что и полутоновое, только видимые линии каркаса выделяются черным цветом (рисунок 7.5, д). Эта команда работает только при полутоновом отображении моделей, т. е. ее вызов при любом из каркасных отображений ни к чему не приведет.




а – каркас; б – без невидимых линий; в – невидимые линии тонкие; г – полутоновое; д – полутоновое с каркасом


Рисунок 7.5 – Способы отображения трехмерных моделей


Смещенная плоскость  – наверное, одна из самых востребованных команд вспомогательной геометрии. Именно этим инструментом пользуются чаще всего при построении моделей, рассматриваемых в примерах. Она предназначена для создания вспомогательной плоскости, смещенной от указанной плоскости или плоской грани на определенное расстояние. Для построения такой плоскости необходимо сначала указать базовую плоскость или грань, после чего задать величину и направление смещения. Величину и направление смещения можно указать на панели свойств или с помощью перетаскивания характерной точки.


Плоскость через три вершины  – строит плоскость по трем указанным в модели вершинам. Вершинами могут быть как концы ребер (вершины тела модели), так и трехмерные точки в пространстве.


Плоскость под углом к другой плоскости  – также часто употребляемая команда. Она позволяет строить плоскость, проходящую через прямолинейное ребро под заданным углом к базовой (указанной пользователем) плоскости.


Плоскость через ребро и вершину  – плоскость строится подобно выполненной по трем вершинам, только вместо двух вершин указывается прямолинейное ребро.


Плоскость через вершину параллельно другой плоскости  – плоскость строится через любую указанную в пространстве модели точку (трехмерную точку, вершину) и параллельно любой другой плоскости либо плоской грани.


Плоскость через вершину перпендикулярно ребру  – плоскость создается перпендикулярно прямолинейному ребру (или оси). Для ее фиксации вдоль ребра необходимо указать произвольную точку, не лежащую на ребре. Эта точка будет принадлежать создаваемой плоскости и тем самым определит ее точное размещение в пространстве.

Нормальная плоскость  – создает одну или несколько плоскостей, нормальных к цилиндрической или конической поверхности детали.

Касательная плоскость  – плоскость строится касательно к указанной цилиндрической или конической поверхности. Для точного позиционирования вспомогательной плоскости необходимо также задать плоскую грань или плоскость, нормальную к цилиндрической или конической поверхности (т. е. проходящую через ее ось).

Плоскость через ребро параллельно/перпендикулярно другому ребру  – формирует вспомогательную плоскость, проходящую через первое указанное в модели ребро параллельно или перпендикулярно другому ребру. На панели свойств с помощью переключателя **Положение плоскости** можно задать, параллельно или перпендикулярно будет проходить плоскость. Данная вспомогательная плоскость используется редко.

Плоскость через ребро параллельно/перпендикулярно грани  – действие команды аналогично предыдущей, только плоскость размещается параллельно или перпендикулярно не ребру, а выделенной грани.

Средняя плоскость  – позволяет построить вспомогательную плоскость-биссектрису двугранного угла и иногда бывает очень полезной. Для построения такой плоскости достаточно указать две плоские грани или плоскости. Если заданные грани непараллельны, то построенная плоскость пройдет через линию их пересечения и будет размещена под одинаковым углом к каждой из них (биссекторная плоскость). В противном случае построенная плоскость будет точно посередине между двумя параллельными гранями или плоскостями.

Практические задания

- 1 Изобразить линиями контур с координатами $(0,0)$ – $(0,70)$ – $(80,120)$ – $(165,70)$ – $(80,0)$ – $(0,0)$.
- 2 Соединить узлы контура с вершиной $(80,120,100)$ (рисунок 7.6).
- 3 Установить вид спереди.
- 4 Установить вид сзади.
- 5 Установить вид слева.
- 6 Установить вид справа.
- 7 Установить вид снизу.

8 Установить вид сверху.

9 Построить разные изометрические виды.

10 Построить плоскость по трем точкам: 1, 2, 3. В этой плоскости построить окружность с центром (25, 25) и радиусом 20 мм.

11 Построить окружность по двум касательным 6 и 2 радиусом 25 мм.

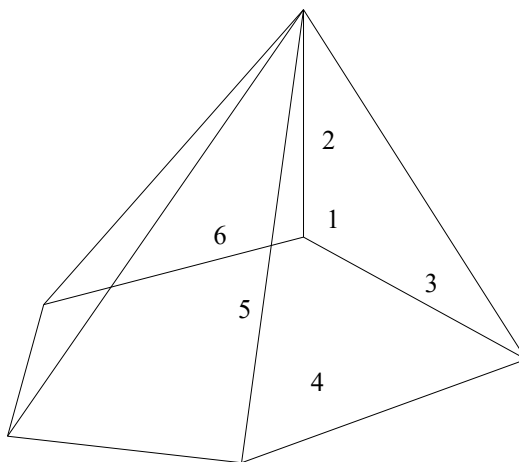


Рисунок 7.6 – Поясняющий рисунок для заданий 1 и 2

Контрольные вопросы

1 Какие виды трехмерных моделей бывают?

2 Какие элементы каркаса используются в Компас-3D?

3 Как устанавливать различные виды?

4 Что такое изометрический вид?

8 Построение трехмерных кривых

Цель работы: научиться работать с трехмерными кривыми.

8.1 Общие сведения

8.1.1 Использование трехмерных кривых.

Трехмерные кривые – это тоже своего рода вспомогательные объекты. Они редко применяются самостоятельно и, как правило, являются направляющими траекториями для кинематических операций, конструктивными осями при копировании по массиву и пр. Команды для построения трехмерных кривых находятся на панели инструментов **Пространственные кривые** (рисунок 8.1), входящей в состав компактной панели. Панель **Пространственные кривые** также содержит команду для построения точки в трехмерном пространстве модели (трехмерные точки могут использоваться при построении вспомогательных осей, плоскостей и трехмерных кривых).

С помощью команд этой панели инструментов можно строить различные

трехмерные кривые.

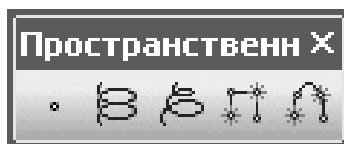






Рисунок 8.1 – Панель инструментов **Пространственные кривые**

Спираль цилиндрическая  – служит для создания пространственной цилиндрической спирали. Для построения объекта необходимо указать опорную плоскость спирали (плоскость, с которой начнется построение витков спирали), задать координаты центра спирали (точку пересечения оси спирали с опорной плоскостью), а также диаметр витков. После этого следует указать собственно характеристики спирали. Это можно сделать, выбрав один из трех способов построения: по количеству витков и шагу; по количеству витков и высоте; по шагу витков и высоте.

Кроме того, можно задать направление построения спирали (по какую сторону от опорной плоскости) и направление навивки витков (левое или правое).

Спираль коническая  – эта кривая строится аналогично цилиндрической спирали, за исключением того, что при задании диаметра витков придется указывать или диаметр верхнего и нижнего витков, или диаметр нижнего витка и угол наклона (угла конусности) спирали.

Ломаная  – создает пространственную ломаную по точкам в модели. Отдельные сегменты ломаной можно строить перпендикулярно или параллельно объекту, указанному в окне модели.

Сплайн  – строит пространственный сплайн. Команда бывает очень полезна при моделировании прокладки трубопроводов, линий электропередач, электрических жгутов и пр.

Практические задания

1 Построить в плоскости XY ломаную с координатами (0,0)–(5,20)–(25,10)–(40,35)–(60,45)–(100,35).

2 Построить сплайн, используя вершины плоской ломаной и добавляя координату Z, соответственно, координаты получаются: (0,0, 5)–(5, 20, 10)–(25, 10, 20)–(40, 35, 15)–(60, 45, 35) – (100, 35, 3).

3 Сгладить полученную сплайн.

4 Построить два вида: сверху и сбоку.

Контрольные вопросы

1 Что входит в панель инструментов **Пространственные кривые**?

2 Как использовать сплайн?

3 Как сгладить сплайн?

9 Построение простых твердотельных моделей

Цель работы: научиться работать с твердотельными моделями.

9.1 Краткие теоретические сведения

Моделирование – сложный процесс, результатом которого является законченная трехмерная сцена (модель объекта) в памяти компьютера. Моделирование состоит из создания отдельных объектов сцены с их последующим размещением в пространстве. Для выполнения трехмерных моделей объектов существует множество подходов. Рассмотрим основные из них, предлагаемые в наиболее успешных на сегодня программах 3D-графики:

- создание твердых тел с помощью булевых операций – путем добавления, вычитания или пересечения материала моделей. Этот подход является главным в инженерных графических системах;

- формирование сложных полигональных поверхностей, так называемых мешей (от англ. mesh – сетка), путем полигонального или NURBS-моделирования;

- применение модификаторов геометрии (используются в основном в дизайнерских системах моделирования). Модификатором называется действие, назначаемое объекту, в результате чего свойства объекта и его внешний вид изменяются. Модификатором может быть вытягивание, изгиб, скручивание и т. п.

КОМПАС-3D – это система твердотельного моделирования. Это значит, что все ее операции по созданию и редактированию трехмерных моделей предназначены только для работы с твердыми телами.

Твердое тело – область трехмерного пространства, состоящая из однородного материала и ограниченная замкнутой поверхностью, которая сформирована из одной или нескольких стыкующихся граней. Любое твердое тело состоит из базовых трехмерных элементов: граней, ребер и вершин (рисунок 9.1).

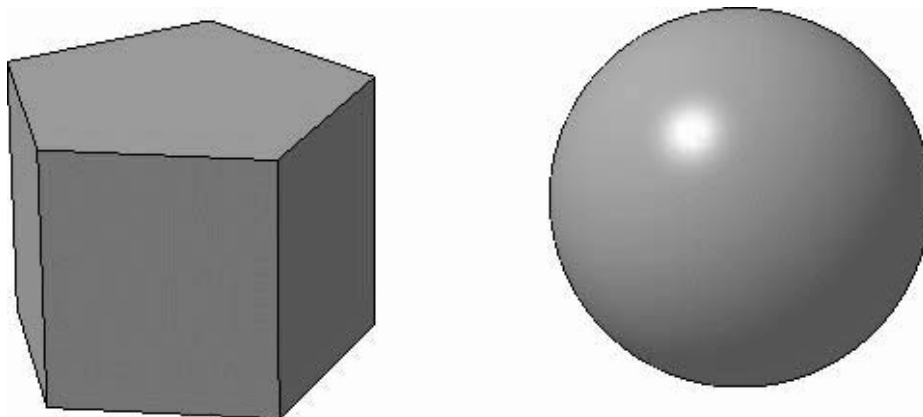


Рисунок 9.1 – Твердые тела: призма (состоит из семи граней) и шар (из одной грани)

Грань – гладкая (не обязательно плоская) часть поверхности детали, ограниченная замкнутым контуром из ребер. Частный случай – шарообразные твер-

дые тела и тела вращения с гладким профилем, состоящие из единой грани, которая, соответственно, не имеет ребер.


Ребро – пространственная кривая произвольной конфигурации, полученная на пересечении двух граней.

Вершина – точка в трехмерном пространстве. Для твердого тела это может быть одна из точек на конце ребра.

Твердые тела в системе КОМПАС-3D создаются путем выполнения булевых операций над отдельными объемными элементами детали (призмами, телами вращения и т. д.). Другими словами, процесс построения состоит из последовательного добавления и (или) удаления материала детали. Контур формы добавляемого или удаляемого слоя материала определяется плоской фигурой, называемой *эскизом*, а сама форма создается путем перемещения этого эскиза в пространстве (вращение вокруг оси, выдавливание перпендикулярно плоскости эскиза, перемещение по траектории и пр.). В общем случае любое изменение формы детали (твердого тела) называется *трехмерной формообразующей операцией*, или просто *операцией*.

Последовательность построения эскиза для формообразующей операции такова.

1 Выделите в дереве построения или в окне документа плоскость, на которой планируете разместить эскиз (плоскость может быть стандартной или вспомогательной). Если в модели уже есть какое-либо тело (или тела), можно в качестве опорной плоскости эскиза использовать любую из его плоских граней. Выделить плоскую грань можно только в окне представления документа.

2 Нажмите кнопку **Эскиз**  на панели инструментов **Текущее состояние**. Модель плавно изменит ориентацию таким образом, чтобы выбранная плоскость разместилась параллельно экрану (т. е. по нормали к линии взгляда).

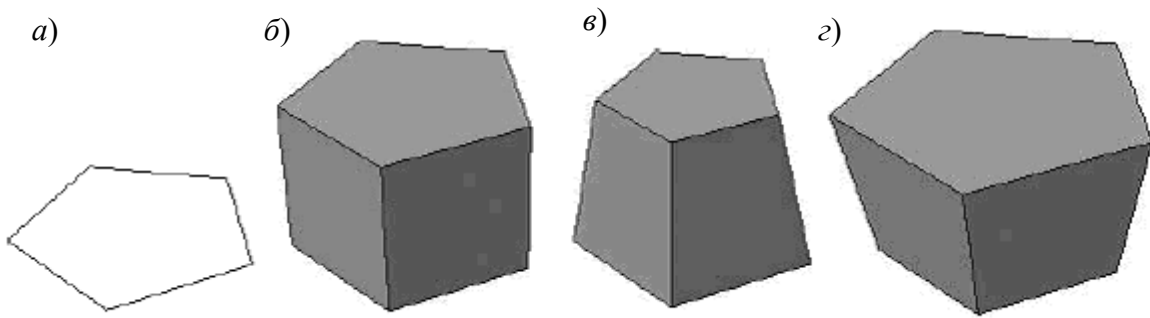
3 После запуска процесса создания эскиза компактная панель изменит свой вид. На ней будут расположены панели инструментов, свойственные как трехмерным, так и графическим документам системы КОМПАС-3D. Пользуясь командами для двухмерных построений, создайте изображение в эскизе. Для завершения создания или редактирования эскиза отожмите кнопку **Эскиз**. Компактная панель при этом восстановит свой прежний вид, а модель примет ту же ориентацию в пространстве, которая была до построения эскиза.

4 Эскиз останется выделенным в окне документа (подсвечен зеленым цветом), поэтому сразу можно вызывать нужную команду и создавать или вносить изменения в геометрию модели.

Существует четыре основных подхода к формированию трехмерных формообразующих элементов в твердотельном моделировании. Эти подходы практически идентичны во всех современных системах твердотельного 3D-моделирования (есть, конечно, небольшие различия в их программной реализации, но суть остается той же). Рассмотрим их.

Выдавливание. Форма трехмерного элемента образуется путем смещения эскиза операции (рисунок 9.2, а) строго по нормали к его плоскости (рисунок 9.2, б). Во время выдавливания можно задать уклон внутрь или наружу (рисунок 9.2, в, г). Контур эскиза выдавливания не должен иметь самопересечений.

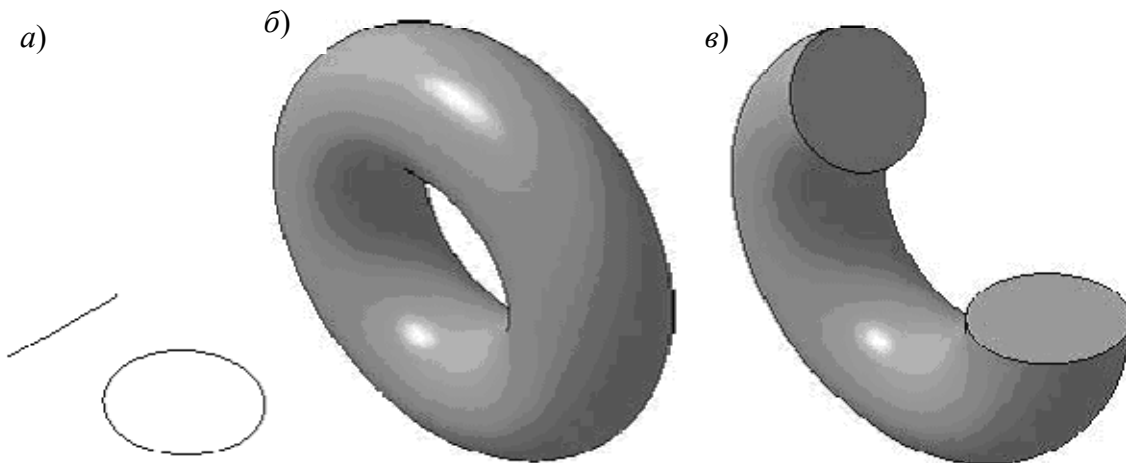
Эскизом могут быть: один замкнутый контур, один незамкнутый контур или несколько замкнутых контуров (они не должны пересекаться между собой). Если формируется основание твердого тела выдавливанием и используется в эскизе несколько замкнутых контуров, то все эти контуры должны размещаться внутри одного габаритного контура, иначе невозможно будет выполнить операцию. При вырезании или добавлении материала выдавливанием замкнутые контуры могут размещаться произвольно.



a – эскиз; *б* – сформированный трехмерный элемент; *в* – уклон внутрь; *г* – уклон наружу

Рисунок 9.2 – Выдавливание

Вращение. Формообразующий элемент является результатом вращения эскиза (рисунок 9.3, *a*) в пространстве вокруг произвольной оси (рисунок 9.3, *б*). Вращение может происходить на угол 360° или меньше (рисунок 9.3, *в*). Следует обратить внимание, что ось вращения ни в коем случае не должна пересекать изображение эскиза!



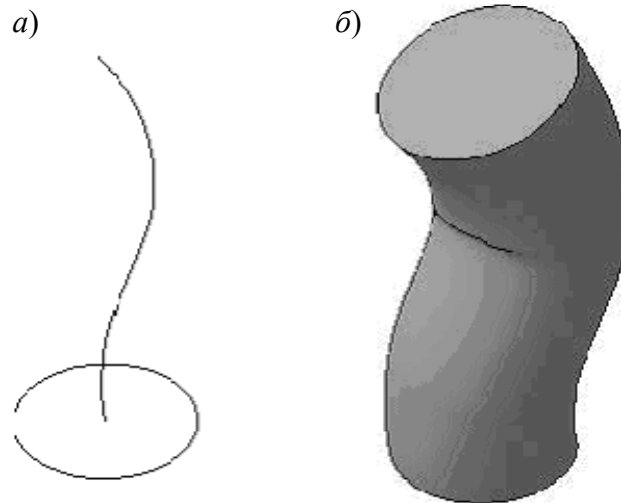
a – эскиз; *б* – полное вращение; *в* – вращение на угол меньше 360°

Рисунок 9.3 – Вращение

Если контур в эскизе незамкнут, то создание тела вращения возможно в двух различных режимах: сфероид или тороид (переключение производится с помощью одноименных кнопок панели свойств). При построении сфероида ко-

нечные точки контура соединяются с осью вращения отрезками, перпендикулярными к оси, а в результате вращения получается сплошное тело. В режиме тороида перпендикулярные отрезки не создаются, а построенный трехмерный элемент принимает вид тонкостенного тела с отверстием вдоль оси вращения.

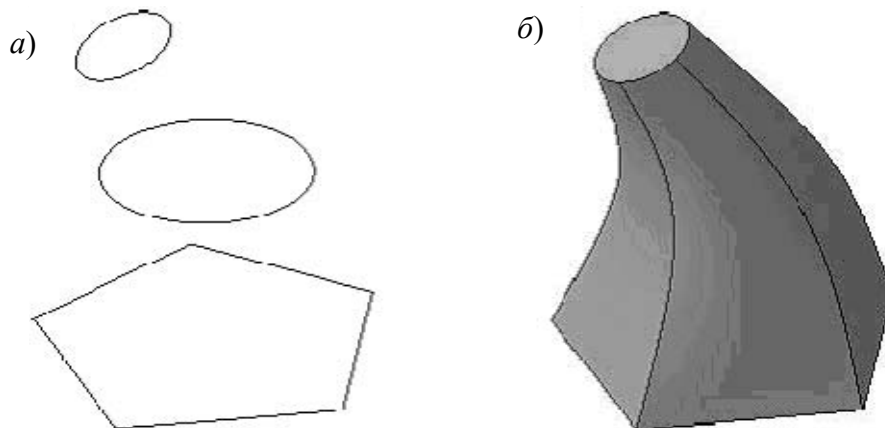
Кинематическая операция. Поверхность элемента формируется в результате перемещения эскиза операции вдоль произвольной трехмерной кривой (рисунок 9.4). Эскиз должен содержать обязательно замкнутый контур, а траектория перемещения – брать начало в плоскости эскиза. Разумеется, траектория должна не иметь разрывов.



a – эскиз и траектория операции; *b* – трехмерный элемент

Рисунок 9.4 – Кинематическая операция

Операция по сечениям. Трехмерный элемент создается по нескольким сечениям-эскизам (рисунок 9.5). Эскизов может быть сколько угодно, и они могут быть размещены в произвольно ориентированных плоскостях. Эскизы должны быть замкнутыми контурами или незамкнутыми кривыми. В последнем эскизе может размещаться точка.



a – набор эскизов в пространстве; *b* – сформированный трехмерный элемент

Рисунок 9.5 – Операция по сечениям:

Перечисленных четырех способов обычно хватает для формирования сколь угодно сложных форм неорганического мира.

Практические задания

1 Построить модель с помощью операции *выдавливания* (рисунок 9.6).

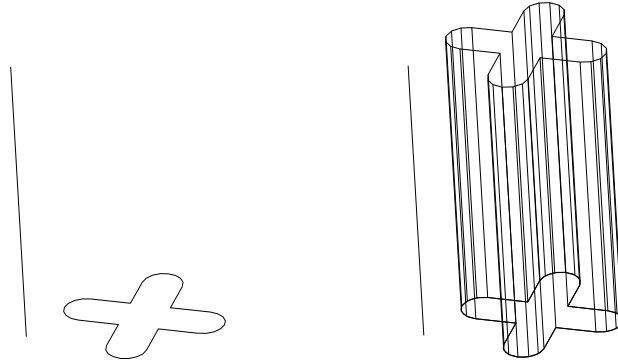


Рисунок 9.6 – Поясняющий рисунок для задания 1

2 Построить модель с помощью операции *вращения* (рисунок 9.7).

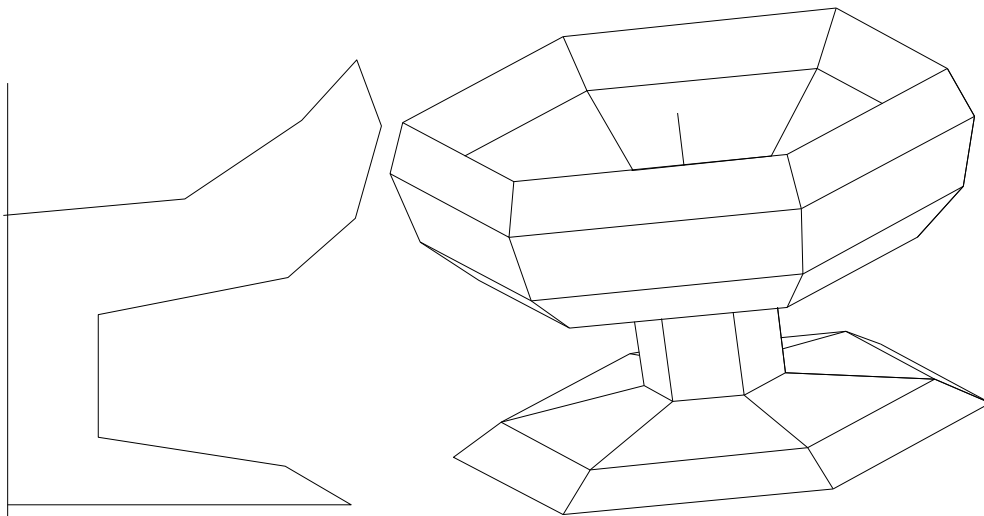


Рисунок 9.7 – Поясняющий рисунок для задания 2

3 Построить трехмерную модель (рисунок 9.8).

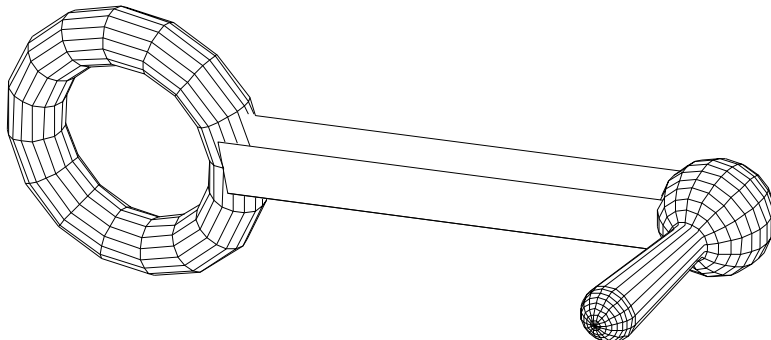


Рисунок 9.8 – Поясняющий рисунок для задания 3


Контрольные вопросы

- 1 Для чего нужен эскиз?
- 2 Какие существуют операции для построения твердотельных моделей?

10 Построение простой детали

Цель работы: научиться строить простейшие трехмерные твердотельные детали.

10.1 Общие сведения

Одной из главных формообразующих операций является булева операция . Она доступна, только если в детали присутствует более одного тела. Данная операция предназначена для объединения, вычитания или пересечения указанных тел.

Рассмотрим действие данной операции на примере.

1 Создайте документ КОМПАС-Деталь. Это можно сделать, вызвав окно **Новый документ** с помощью меню **Файл -> Создать** или выбрав строку **Деталь** из раскрывающегося списка кнопки **Создать** на панели **Стандартная**.

2 Откроется пустой документ, в котором пока есть только три координатные плоскости. В окне дерева построения выделите плоскость **XУ** и нажмите кнопку **Эскиз** на панели инструментов **Текущее состояние**.

3 В режиме построения эскиза перейдите на панель **Геометрия** компактной панели инструментов и нажмите кнопку **Многоугольник**. Создайте пятиугольник с центром в начале координат эскиза и радиусом вписанной окружности 20 мм (рисунок 10.1). Завершите редактирование эскиза.

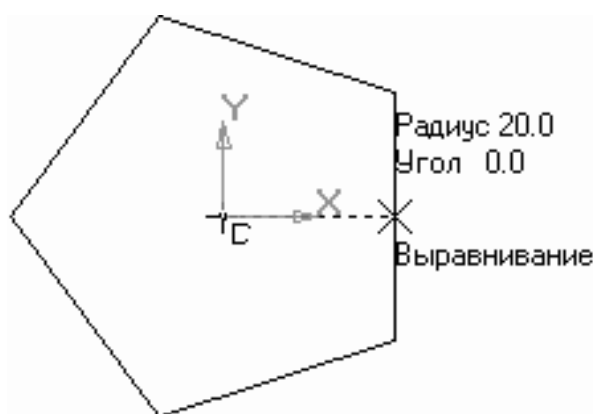


Рисунок 10.1 – Построение пятиугольника в эскизе

4 На компактной панели перейдите на панель **Редактирование детали**, на которой нажмите кнопку **Операция выдавливания**. В поле **Расстояние** введите значение 30. Нажмите кнопку **Создать объект** для формирования твердого

тела выдавливанием. В результате должна получиться призма с равносторонним пятиугольником в основании.

5 Выделите верхнюю грань призмы в окне представления документа. Грань должна подсветиться зеленым цветом. Опять нажмите кнопку для создания эскиза. Переключитесь на панель инструментов **Геометрия** и с помощью команды **Дуга** постройте дугу с центром в одной из вершин основания-пятиугольника и радиусом 20 мм. Поскольку этот эскиз предполагается использовать в операции вращения, обязательно создайте осевую линию (команда **Отрезок**, стиль линии **Осевая**), проходящую через конечные точки дуги (рисунок 10.2).

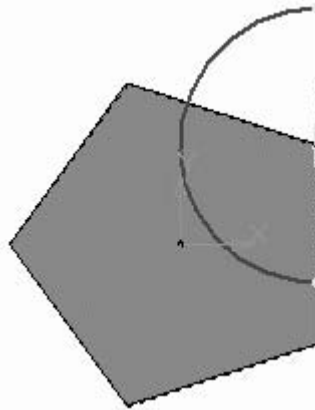


Рисунок 10.2 – Эскиз для будущей операции вращения

6 Теперь попробуем создать трехмерный элемент, не выходя из режима редактирования эскиза. Не отжимая кнопку **Эскиз**, перейдите на панель **Редактирование детали** и щелкните на кнопке **Операция вращения**. На основе текущего эскиза сразу должна запуститься операция создания тела вращения. Необходимо настроить параметры команды таким образом, чтобы в результате ее выполнения получить сплошной шар как отдельное твердое тело (это нужно, чтобы потом можно было применить булеву операцию). Для этого выполните следующее:

- в группе переключателей **Способ** на панели свойств нажмите кнопку **Сфероид**, направление оставьте заданным по умолчанию (прямое), но проследите, чтобы в поле **Угол прямого направления** было задано значение 360;

- перейдите на вкладку **Тонкая стенка** и из раскрывающегося списка **Тип построения** тонкой стенки выберите пункт **Нет**, чтобы запретить создание тонкой стенки и получить сплошной шар;

- перейдите на вкладку **Результат операции** и нажмите кнопку-переключатель **Новое тело**, чтобы формируемый шар не был объединен с призмой.

7 Нажмите кнопку **Создать объект**. В результате получится сплошной шар радиусом 20 мм (рисунок 10.3). Несмотря на то, что созданные объекты пересекаются, это все равно два разных твердых тела (о чем свидетельствует то, что в местах входа шара в призму нет четко обозначенных ребер).

8 Для демонстрации возможностей команды **Булева операция** нажмите соответствующую кнопку на панели **Редактирование модели**. В строке под-

сказок появится текст **Выберите объекты для булевой операции**. По очереди щелкните на каждом из двух тел в окне модели (сначала на призме, потом на шаре).

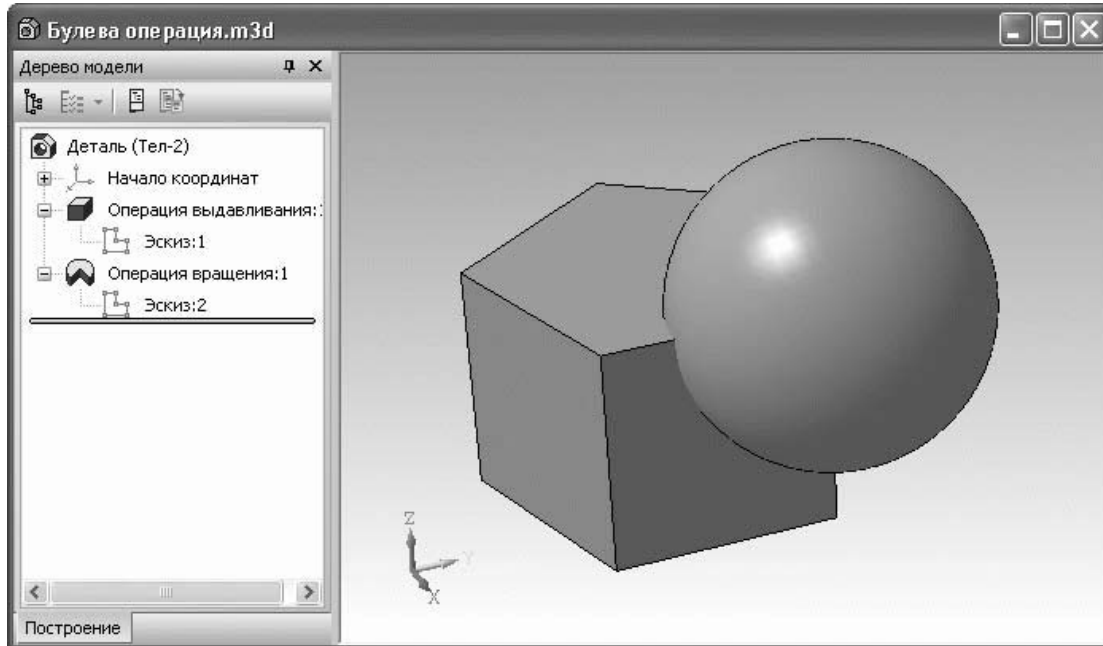





Рисунок 10.3 – Два созданных тела в модели

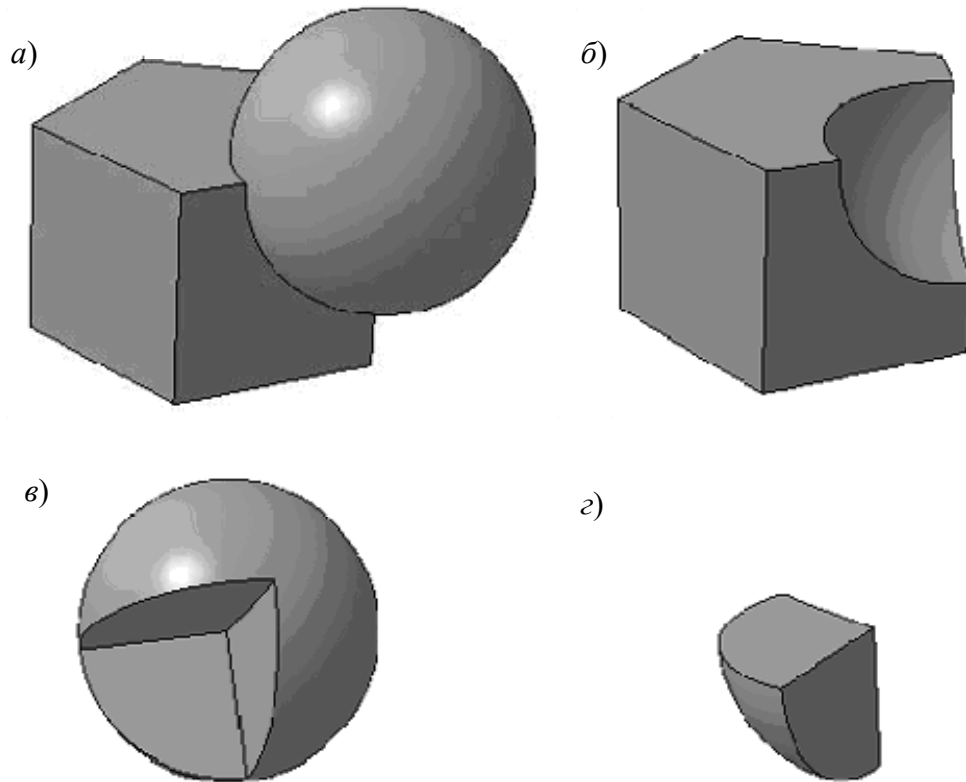
При этом ребра каждого выбранного тела (а также значки трехмерных операций, образующих тело в дереве построения) будут подсвечены красным цветом. Результатом этой операции могут быть четыре разных тела:

- тело, полученное объединением призмы и шара (рисунок 10.4, а). Для этого на панели свойств в группе кнопок **Результат операции** нужно нажать кнопку **Объединение** . Следует обратить внимание, что в местах пересечения шара призмы появились ребра нового тела;

- тело, сформированное в результате вычитания шара из призмы, т. е. вычитанием второго тела из первого (рисунок 10.4, б). Для этого на панели свойств должна быть нажата кнопка **Вычитание** ;

- тело, полученное вычитанием призмы из шара (рисунок 10.4, в). Поскольку вычитается всегда второе тело, вам необходимо изменить порядок указания тел. Этого можно добиться двумя способами. Первый – снять выделение с обоих тел, щелкнув на свободном пространстве модели, а затем заново указать тела для булевой операции, сначала щелкнув на шаре, а потом на призме. Второй и более правильный метод – изменить порядок тел в списке **Список объектов** на панели свойств (в этом списке каждое тело обозначается названием последней выполненной над ним формообразующей операции). Чтобы изменить порядок, выделите одно из тел и переместите его в списке, используя кнопки со стрелками, размещенные в верхней части списка;

- тело, сформированное в результате пересечения двух указанных тел (рисунок 10.4, г). Для этого на панели свойств должна быть нажата кнопка **Пересечение** .



а – объединение; *б*, *в* – вычитание; *г* – пересечение

Рисунок 10.4 – Результат выполнения булевой операции

Практические задания

По эскизу детали (рисунок 10.5) построить ее твердотельную модель.

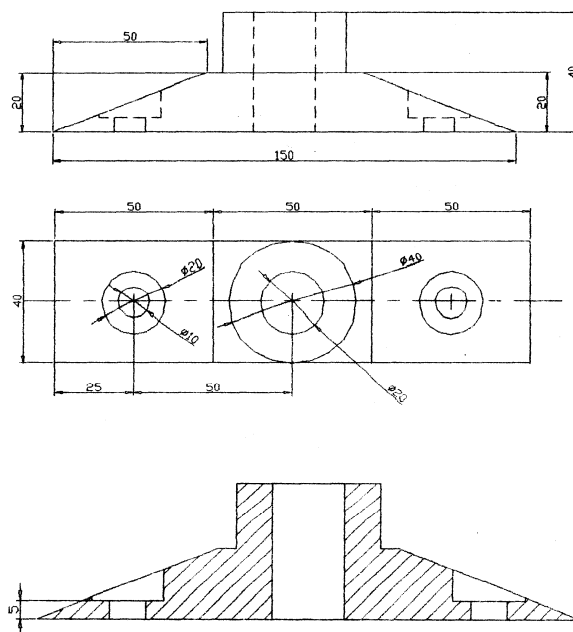


Рисунок 10.5 – Эскиз для построения твердотельной модели

Контрольные вопросы

- 1 Что такое булевы операции?
- 2 В чем важность булевых операций при построении твердотельных моделей?

11 Построение чертежей по модели

Цель работы: научиться строить ассоциативные чертежи из трехмерных твердотельных моделей.

11.1 Общие сведения

Современный подход к конструированию предполагает, что в основе всего процесса конструирования лежит модель, которая может использоваться для целей математического моделирования и создания необходимой документации.

Система проектирования Компас-3D позволяет автоматизировать процесс создания чертежей.

11.2 Построение ассоциативных видов

Использование видов и слоев при создании чертежа значительно упрощает навигацию и редактирование двумерного изображения. Для создания различных видов на чертеже существует специальная панель **Ассоциативные виды** (рисунок 11.1), размещенная на компактной панели. Активировать эту панель можно, щелкнув на кнопке **Ассоциативные виды**.

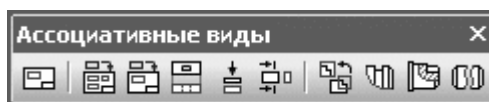



Рисунок 11.1 – Панель **Ассоциативные виды**

Все команды панели инструментов **Ассоциативные виды**, исключая команду **Создать новый вид**, предназначены для работы только с ассоциативными видами.

Команда **Произвольный вид**  предназначена для создания произвольного ассоциативного вида с модели (детали или сборки), открытой в одном из окон КОМПАС или же взятой из файла на диске. Для этого понадобится готовая 3D-модель, созданная в системе КОМПАС.

Для построения чертежа, содержащего ассоциативный вид муфты, проделайте следующее.

- 1 Создайте документ КОМПАС-Чертеж.
- 2 Активируйте панель инструментов **Ассоциативные виды** и нажмите кнопку **Произвольный вид**.

3 Появится окно **Выберите модель** (рисунок 11.2), в котором будет отображен список имен всех открытых трехмерных документов. Выделите нужный документ и нажмите кнопку **ОК**.

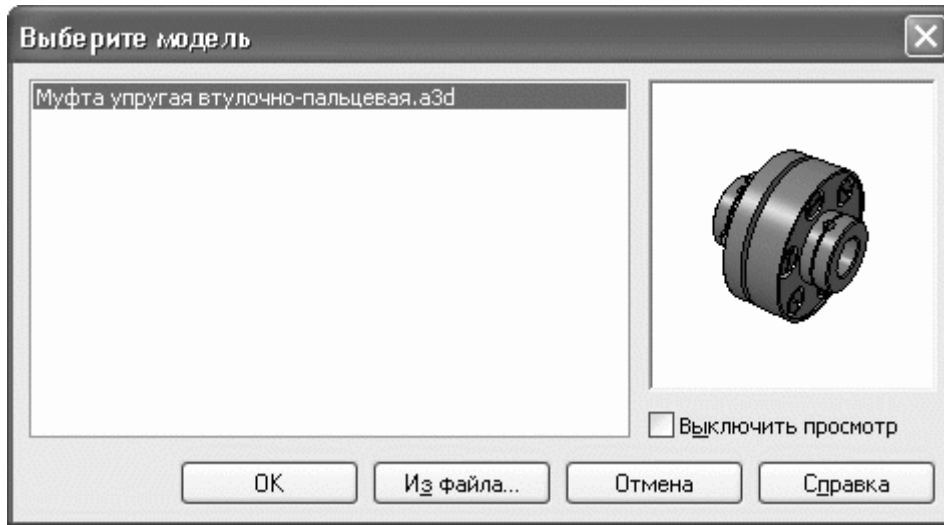


Рисунок 11.2 – Выбор модели для создания ассоциативного вида

4 После выбора модели запустится команда формирования ассоциативного вида. На панели свойств можно выбирать ориентацию модели (вид спереди, сзади, слева, справа, изометрия и т. д.), по которой будет создано изображение вида, указать номер, название, цвет и масштаб вида, настроить отображение невидимых линий и линий переходов, а также отредактировать обозначение вида. Задав необходимые параметры, следует указать точку вставки вида. Оставим все настройки заданными по умолчанию (ориентация – вид спереди, масштаб – 1:1 и т. д.) и создадим вид, просто щелкнув кнопкой мыши в точке, куда его требуется вставить.

Полученное изображение ассоциировано с моделью и полностью от нее зависит. Редактировать это изображение или какую-либо его часть средствами КОМПАС-График невозможно, не разрушив предварительно вид. Чтобы разрушить вид, нужно выделить его полностью (в дереве построения чертежа или щелкнув на пунктирной линии, обозначающей границу вида) и выполнить команду контекстного меню **Разрушить вид**. Разрушение вида подразумевает разрыв всех связей с моделью, а также разбивку изображения вида на простые объекты (отрезки, дуги, сплайны).

Практические задания

- 1 Построить твердотельную модель детали.
- 2 Подготовить чертеж детали, используя ассоциативные виды (рисунок 11.3). Выполнить сечения детали по заданию преподавателя.

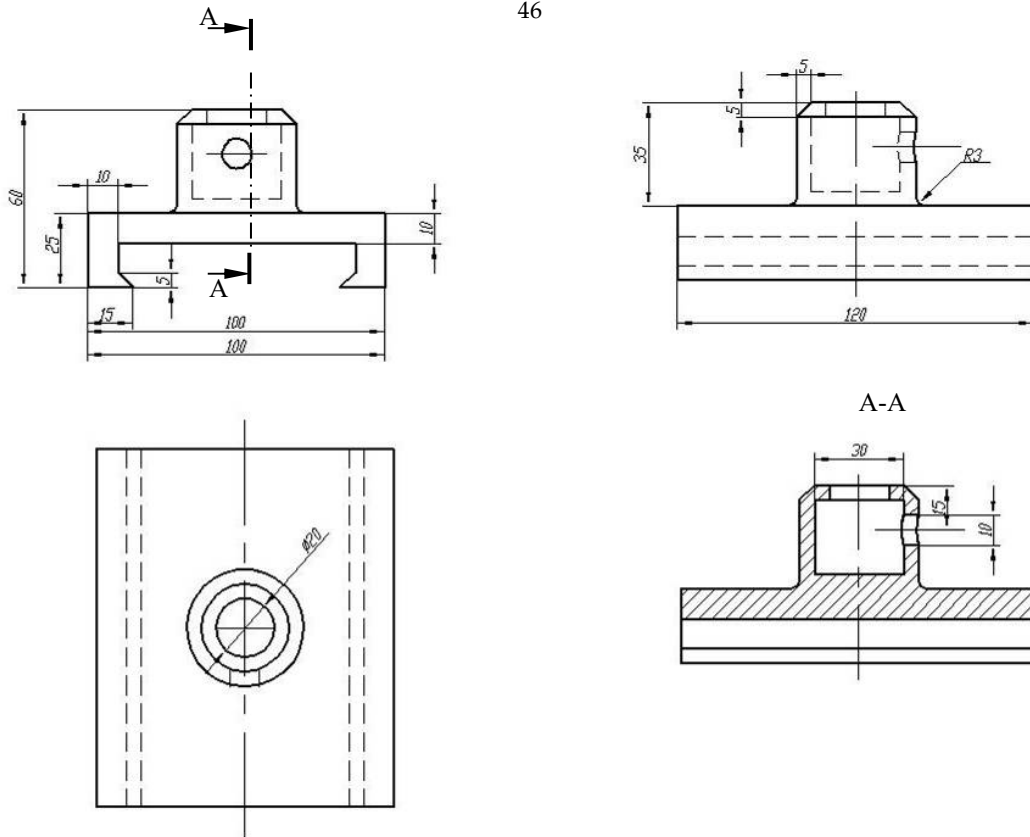


Рисунок 11.3 – Эскиз детали

Контрольные вопросы

- 1 Что такое ассоциативный чертеж?
- 2 Для чего предназначен ассоциативный чертеж?

Список литературы

- 1 **Малышевская, Л. Г.** Основы моделирования в среде автоматизированной системы проектирования «Компас-3D»: учебное пособие / Л. Г. Малышевская. – Железногорск: ФГБОУ ВО СПСА ГПС МЧС России, 2017. – 72 с.
- 2 **Большаков, В. П.** КОМПАС-3D для студентов и школьников. Черчение, информатика, геометрия / В. П. Большаков. – Санкт-Петербург: БХВ-Петербург, 2010. – 304 с.
- 3 **Большаков, В. П.** Создание трехмерных моделей и конструкторской документации в системе КОМПАС-3D. Практикум: учебное пособие / В. П. Большаков. – Санкт-Петербург: БХВ-Петербург, 2018. – 494 с. : ил.